

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

RAQUEL NAVES BLUMENSCHEN

ORIENTADOR: ROBERTO DOS SANTOS BARTHOLO JUNIOR
CO-ORIENTADOR: PAULO CÉSAR GONÇALVES EGLER

TESE DE DOUTORADO

BRASÍLIA-DF: 30/JUNHO/2004

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA
INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

RAQUEL NAVES BLUMENSCHIEIN

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão Ambiental.

Aprovado por:

Prof. Roberto dos Santos Bartholo Jr., Doutor (COPPE/UFRJ)
(Orientador)

Prof. Paulo César Gonçalves Egler, Doutor (Academia Brasileira de Ciências)
(Examinador Externo - Co-Orientador)

Prof. Marcel Bursztyn, Doutor (Centro de Desenvolvimento Sustentável – UnB)
(Examinador Interno)

Profa. Rosa Maria Sposto, Doutora (Faculdade de Tecnologia - UnB)
(Examinadora Interna)

Profa. Rejane Maria Candiota Tubino, Doutora (Escola de Engenharia Civil - UFG)
(Examinadora Externa)

Brasília-DF, 30 Junho de 2004

BLUMENSCHN, RAQUEL NAVES

A Sustentabilidade na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção, 263 p., 24 mm, (UnB-CDS, Doutor, Política e Gestão Ambiental, 2004).

Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

- | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1. Impacto ambiental | 2. Indústria da Construção | |
| 3. Gestão de Resíduos | 4. Vetores de mudança tecnológica | 5. Gestão Ambiental |

I. UnB-CDS

II. Título

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Raquel Naves Blumenschein

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

À *Luz Divina* que tudo abençoa, fortifica e transmuta.

Aos meus pais, *Yolanda e Inri Aldo (em memória)*, pelo amor, por tudo que me ensinaram e proporcionaram.

Ao meu filho *Pedro*, ao meu afilhado *João Alberto*, a todos os meus sobrinhos, sobrinhas, a todas as crianças do Brasil e do mundo, que hão de testemunhar processos de produção mais sustentáveis.

Ao meu companheiro e cúmplice *Paulo*.

Ao *CDS (Centro de Desenvolvimento Sustentável-UnB)* pela coragem, ousadia, relevância e por ter me proporcionado a oportunidade de consolidar um caminho novo.

À cidade de *Goiânia* pelos seus setenta anos.

À *Indústria da Construção* tão fascinante e desafiadora.

*Home is where one starts from. As we grow older
The world becomes stranger; the pattern more
complicated
Of dead and living.*

...
*We must be still and still moving
Into another intensity
For a further union, a deeper communion...
In my end is my beginning.*

T.S. Eliot, Four Quartets, 'East Coker' V

AGRADECIMENTOS

Agradeço com sinceridade e carinho:

Ao meu orientador professor Roberto dos Santos Bartholo Junior, pela sua sensibilidade e capacidade precisa de ver o todo, o tempo todo, por não ter permitido pensar pequeno e pela sua confiança no meu trabalho.

Ao professor Marcel Burzstyn pelo seu respeito, generosidade, disponibilidade e inúmeras contribuições.

Ao professor Paulo César Gonçalves Egler pelas orientações, contribuições, apoio e estímulo. E particularmente por ter me acolhido em momento tão crítico da tese.

À professora Rosa Maria Sposto pela parceria, pelo estímulo e reconhecimento da relevância do meu trabalho.

À comissão responsável pela seleção dos projetos submetidos ao Doutorado de 2000, em particular a professora Maria Augusta Almeida Bursztyn, por ter identificado em minha proposta apresentada à seleção do doutorado do CDS, um trabalho de relevância à Gestão Ambiental Urbana; e pelas referências bibliográficas.

Aos professores do CDS, Sônia Wiedman, José Aroldo Mota e Armando Caldeira Pires, que ao ministrarem suas disciplinas, ou ao ouvirem minhas dúvidas, ajudaram a desenvolver e amadurecer partes relevantes de minha tese.

Ao meu marido, engenheiro Paulo Eduardo Peixoto, pela paciência e dedicação em discutir inúmeras vezes, estratégias, caminhos, metodologias e conclusões.

Aos meus colegas, pela alegria e cumplicidade quando juntos atendemos as disciplinas do doutorado. Especialmente minhas amigas Mônica Menkes, Suzana Pádua e Isabel Zaneti, por compartilharem o desafio e a emoção de elaborar e finalizar o trabalho.

À Secretaria de Empreendimentos Imobiliários (SEI) da UnB, ao secretário Aloísio Cezar Rabelo Machado e à comissão responsável pelos editais de licitação 167/2001, 02/2002 e 01/2003, Admar Pamplona Araújo, Raquel Drumond, Afonso Perfeito, Selma Cury de Castro Carvalho e Paulo Peixoto pelo apoio à pesquisa como um todo, contato com a indústria da construção local e por ter inserido nos editais listados acima a responsabilidade das construtoras em responderem à Resolução 307 do CONAMA, permitindo implantar um importante fator na aplicação do modelo na prática.

Ao Sindicato da Indústria da Construção do Distrito Federal, que apoiou, incentivou e foi (e é) parceiro na aplicação do modelo na prática. A toda diretoria atual na pessoa do engenheiro Juvenal Batista Amaral, e a toda diretoria anterior na pessoa do engenheiro Márcio Edvandro Rocha Machado, funcionários e técnicos. Especialmente, ao Engenheiro Júlio César Peres, quem primeiro me acolheu e acreditou no meu trabalho; à engenheira Isabela Ribeiro, gerente técnica, e ao Engenheiro Dionyzio Antônio Martins Klavdianos, presidente da Comat, por dividirem tantos desafios e estratégias na elaboração e aplicação do PGM na prática, por meio do Piloto 1: Goiânia e Distrito Federal.

Ao Sindicato da Indústria da Construção de Goiás que apoiou, incentivou, foi, e é parceiro na aplicação do modelo na prática. A toda diretoria, funcionários e técnicos, na pessoa do engenheiro José R. Peixoto Neto, ao assessor Carlos Rocha Borges e à engenheira Gercina Luzia de Araújo Silva, pela fidelidade e dedicação na implantação do PGM - Piloto 1: Goiânia.

À Comissão de Materiais e à Comissão de Qualidade e Produtividade (Comat/CQP), da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), na pessoa do engenheiro Sarkis Cury, pela parceria, pelo apoio ao desenvolvimento e disseminação do trabalho junto ao setor da construção.

A Associação de coletores de entulho do DF (ASCOLES), pela parceria e por compartilhar responsabilidades e dados.

À Prefeitura de Goiânia e seus órgãos (Comurg, Comob, Sema, Seplan, Comdata e Assessoria de Comunicação) e aos técnicos envolvidos na implantação do PGM - Piloto 1: Goiânia, pelo total apoio ao desenvolvimento e implantação do projeto na cidade de Goiânia. Especialmente; ao Prefeito Pedro Wilson, ao Diretor da Comurg Paulo César Faria e ao Diretor da Dermu/Compav Argemiro A. F. Mendonça.

Ao engenheiro Walton Pacelli de Andrade que abriu as portas de Furnas Centrais Elétricas S.A. e a todos os pesquisadores e técnicos envolvidos na pesquisa de aplicação dos agregados reciclados, oriundos do PGM - Piloto 1: Goiânia.

A todas as construtoras, em Goiânia e no Distrito Federal, que acreditaram no projeto e disponibilizaram seus canteiros, engenheiros responsáveis e encarregados. Em Goiânia: Construtora Toctao Engenharia, Conenge Construções e Engenharia, Construtora Moreira Ortence, Dinâmica Engenharia, TCI Construtora e Incorporadora. Em Brasília: Construtora RV, Construtora Ipê, Construtora Vilela e Carvalho, Silco Engenharia, Soltec Engenharia e Construtora Gutembergue Caetano.

A todos os trabalhadores dos canteiros de obras que participaram dos projetos pilotos implantando os projetos elaborados pelas construtoras.

À professora Rejane Tubino da Universidade Federal de Goiás pelo seu apoio técnico e parceria.

Ao Sebrae-DF pelo apoio financeiro viabilizando a aplicação da metodologia de Gestão de resíduos sólidos nos canteiros de obra em Brasília e Goiânia.

Ao pesquisador geneticista Rodolfo Rumpf do Cenargem/Embrapa-DF, pela assessoria na identificação das etapas de uma experiência de engenharia genética.

À OSCIP Eco Atitude Ações Ambientais, pela parceria e cooperação técnica no desenvolvimento do Programa Entulho Limpo.

À ONG Biopreserve, pela parceria e apoio ao PGM Piloto 1: Goiânia.

Ao engenheiro Marco Aurélio Branco Gonçalves da Caenge Ambiental, pelos relevantes contatos, referências bibliográficas e aprendizado sobre a metodologia de coleta seletiva em canteiros de obras.

A arquiteta, pesquisadora e parceira Alessandra Caiado por compartilhar dados, referências, e sua pesquisa em Eco-Design.

Aos pesquisadores e colaboradores economista Fernando Campos e arquiteta Liza Andrade, pelas contribuições valiosas no levantamento de dados e pesquisa bibliográfica com relação ao impacto da IC no meio ambiente, especialmente geração de resíduos sólidos e soluções urbanas sustentáveis.

Ao arquiteto Mario Viggiano da Casa Autônoma (DF) e ao Engenheiro José Carlos Camargo da Cia. City (SP) por compartilharem suas experiências de absorção de tecnologia que minimiza o impacto da IC no meio ambiente.

Ao economista Graham Ive, professor da Universidade de Londres, que acompanhou e orientou a tese de Mestrado (primeiro embrião desta tese), que mesmo estando longe tanto contribuiu com bibliografias e argumentos.

À Prefeitura de Belo Horizonte, particularmente aos técnicos da Estação de Reciclagem da Pampulha, pela recepção, visita, entrevista e dados.

Ao professor Ch. F. Hendriks, da Universidade de Delft, que mesmo de longe, muito contribuiu com conceitos e princípios na fundamentação do paradigma tecnológico desejável para a cadeia produtiva da indústria da construção.

A Eduardo Viotti, pelas orientações breves, porém precisas.

À jornalista e querida amiga Evelyn Maciel Brizola da TV Câmara, pelo apoio à divulgação dos projetos pilotos.

À Assessoria de Comunicação da Universidade de Brasília, pelo apoio à divulgação dos projetos pilotos.

Ao Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDT) da UnB pelo apoio institucional e parceria.

Aos funcionários do Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da UnB pelo apoio.

A Renato Castelo de Carvalho Junior, pela sua assessoria na elaboração dos gráficos, tabelas, figuras e quadros.

A Beatriz Maury, pela assessoria na revisão do texto.

A Ana Patrícia Leite Scheidemantel pela tradução do resumo desta tese para a língua inglesa.

A Gerson André da Silva e Silva, pela tradução do resumo desta tese para a língua francesa.

A ***Luz Divina e Maior*** que tudo ilumina, e a todos vocês, meus sinceros agradecimentos!

APOIO FINANCEIRO

A implantação da metodologia de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras em Goiânia e no Distrito Federal recebeu apoio financeiro do SEBRAE-DF.

RESUMO

Se de um lado a Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) causa impacto negativo no meio ambiente, por outro ela possui um importante papel na economia e no desenvolvimento social. O produto principal desta cadeia é resultado de um processo complexo de produção, que envolve um grande número de agentes. Utiliza recursos naturais e energia, deposita poluentes e tóxicos nos solos, nas águas e no ar, afetando particularmente a paisagem e a ambiência.

O impacto causado no meio ambiente é consequência de um paradigma tecnológico que se consolidou ao longo do desenvolvimento da cadeia, em consonância com a lógica capitalista. Este impacto justifica a busca de modelos que introduzam mudanças dos padrões vigentes, para que uma trajetória tecnológica sustentável se instale definitivamente no cotidiano desta cadeia produtiva.

O objetivo desta tese é contribuir para a mudança do paradigma tecnológico da CPIC. Este novo paradigma tecnológico fundamenta-se nos princípios de um capitalismo que aumenta a produtividade dos recursos naturais, estabelece um processo que crie produtos que, uma vez não mais utilizados, possam retornar ao processo inicial como matéria-prima.

A mudança deste novo paradigma requer desenvolvimento e teste de modelos específicos. A metodologia utilizada neste estudo partiu da priorização dos impactos causados pela geração de resíduos sólidos na cadeia principal da CPIC. Esta priorização se fez necessária para delimitar o campo da pesquisa. O teste de modelos que possibilitem mudanças implica na identificação de vetores de influência. A teoria de inovação oferece duas relevantes abordagens: Sistema Nacional de Inovação e Sistema Nacional de Aprendizagem. Os instrumentos de gestão ambiental e o pensamento sistêmico complementaram essa ferramenta, permitindo integrar variáveis complexas de um contexto intrincado.

Na abordagem desta pesquisa, a CPIC é vista e comparada a um sistema vivo, tendo, portanto, algumas características de uma organização sistêmica. Assim, ela pode trabalhar em rede, com estrutura e processo definidos, de acordo com um significado internalizado, e o mais relevante: ela é capaz de passar por transformações e mutações, mesmo que seja por meio de uma “engenharia genética”. Esta última requer um meio apropriado que inclui o compartilhar de recursos, responsabilidades, ações e instrumentos (legais e econômicos).

Por meio de estudos de casos, passou-se a checar os vetores de influência identificados. Em um primeiro momento, os estudos de casos concentraram-se no contexto existente da CPIC, com a aplicação do conceito de sistema de aprendizado à CPIC; questionários e entrevistas aplicados às empresas construtoras e o estudo de três inovações desenvolvidas sob um novo paradigma na CPIC.

Em um segundo momento, partiu-se para elaborar e implantar estudos de casos na prática visando exercitar esta mudança produzindo exemplos de sucesso como os Programa Entulho Limpo e Gestão de Materiais, exercitados em Brasília e Goiânia.

Os resultados confirmam que se pode alcançar o objetivo proposto nos passos e na direção desejados, ao fortalecer os sistemas de inovação e aprendizado que potencializam uma nova forma de conhecimento, que valoriza a maneira sustentável de materializar o ambiente construído, por cada agente envolvido na CPIC, compartilhando responsabilidades e recursos e integrando ações e instrumentos.

ABSTRACT

It is true that the Productive Chain of the Construction Industry (PCCI) has a negative impact on the environment. Nevertheless, it plays an important role in the economy and in social development. The main product of this chain results from a complex process of production, which involves a great number of agents. It utilizes natural resources and energy, deposits litter and toxic waste on the soil, in the waters and in the air, therefore it particularly affects the landscape and the surroundings.

The impact caused on the environment is a consequence of a technological paradigm, which has been consolidated throughout the development of the chain, along with the capitalistic logic. Such an impact justifies the search for models that will change the patterns in effect, so that a sustainable technological trajectory can definitely be installed in the productive chain.

The goal of this thesis is to contribute to a technological paradigm shift in the PCCI. This new technological paradigm is based on the principles of a capitalism aimed at increasing the productivity of natural resources by establishing a process which produces goods that, if not reusable, can return to the initial process as raw material.

This paradigm shift demands the development and testing of specific models. The methodology applied to this study has the analyses of impacts caused by the generation of solid waste in the main chain of PCCI as a starting point. The prioritization of such impacts was important in order to set the field of research. The testing of models that enable such changes implies in the identification of the vectors of influence. The theory of innovation offers two relevant approaches: the *National Innovation System* and the *National Learning System*. The systemic thought complements the environmental management tools by enabling the integration of complex variables within an intricate context.

In the approach applied to this research the PCCI is seen and compared to a living system, consequently it has some features of a systemic organization. Therefore, it can be worked in a chain with a well-defined structure and process according to a meaning that is internalized. The main advantage is that it can go through transformations and mutations, even if it is by means of “genetic engineering”. The latter requires an appropriate setting and the sharing of resources, responsibilities, actions, legal and economic instruments.

Following the analyses of case studies the influence vectors were identified. At first the case studies were focused on the context within the PCCI, with the application of the learning system concept. Questionnaires and interviews were applied to the construction companies and to the study of three innovations developed under a new paradigm for the PCCI.

The second stage focused on the designing and practical implementation of the case studies with a view to exercise this change. It produced successful examples such as the Clean Dump and Material Management Program, carried out in Brasília and Goiânia.

The outcomes confirmed that the proposed goal can be achieved, that is: to strengthen the innovation and learning systems, which foster a new method of knowledge. One that values the sustainable materialization of a built environment, with the commitment of each agent engaged in the PCCI, by sharing responsibilities and resources as well as integrating actions and instruments.

RÉSUMÉ

Si d'un côté la Chaîne Productive de l'Industrie de la Construction (CPIC) cause impact négatif dans l'environnement, par ailleurs elle a un important rôle dans l'économie et dans le développement social. Le produit principal de cette chaîne est le résultat d'un processus complexe de production, qui implique un grand nombre d'agents. Il utilise des ressources naturelles et énergie, et dépose des polluants et des toxiques dans le sol, dans les eaux et dans l'air, touchant particulièrement le paysage et l'ambiance.

L'impact causé dans l'environnement est conséquence d'un paradigme technologique qui s'est consolidé au long du développement de la chaîne, en consonance avec la logique capitaliste. Cet impact justifie la recherche de modèles qui introduisent changements des normes actuelles, pour qu'une trajectoire technologique soutenable s'installe définitivement dans le quotidien de cette chaîne productive.

L'objectif de cette thèse est de collaborer vers le changement du paradigme technologique de la CPIC. Ce nouveau paradigme technologique se base en principes d'un capitalisme qui augmente la productivité des ressources naturelles, établit un processus qui crée des produits qui, une fois plus non utilisés, puissent retourner au processus initial comme matière première.

Le changement de ce nouveau paradigme exige du développement et de l'essai de modèles spécifiques. La méthodologie utilisée dans cette étude est partie du prioritarisme des impacts causés par la génération de résidus solides dans la chaîne principale de la CPIC. Cette prioritarisme s'est faite nécessaire pour délimiter le champ de la recherche. L'essai de modèles qui rendent possible des changements implique dans l'identification de vecteurs d'influence. La théorie d'innovation offre deux importants abordages : *Système National d'Innovation* et *Système National d'Apprentissage*. Les instruments de gestion environnementale et la pensée systémique ont complété cet outil, permettant intégrer des variables complexes d'un contexte complexe.

Dans l'abordage de cette recherche, la CPIC est vu et comparée à un système vivant, ayant, donc, quelques caractéristiques d'une organisation systémique. Ainsi, elle peut travailler en réseau, avec structure et processus définis, conformément à une signification internalisée, et plus importante : elle est capable de passer par des transformations et des mutations, même que c'est au moyen d'une "ingénierie génétique". Cette dernière exige un moyen approprié qui inclut le partage de ressources, responsabilités, actions et instruments (légaux et économiques).

Au moyen d'études de cas, s'est passé à vérifier les vecteurs d'influence identifiés. D'abord, les études de cas se sont concentrées sur le contexte existant de la CPIC, avec l'application du concept de système d'apprentissage à CPIC ; questionnaires et entrevues appliqués aux entreprises constructrices et l'étude de trois innovations développées sous un nouveau paradigme dans la CPIC.

Deuxièmement, s'est parti pour élaborer et implanter des études de cas dans la pratique en visant exercer ce changement en produisant exemples de succès comme le Programme Déchets Propres et Gestion de Matériels, exercés à Brasília et à Goiânia.

Les résultats confirment que l'objectif proposé peut être atteint dans les étapes et dans la direction désirés, au fortification les systèmes d'innovation et d'apprentissage qui potentialisent une nouvelle forme de connaissance, qui valorise la manière soutenable de matérialiser l'environnement construit, par chaque agent impliqué dans la CPIC, partageant responsabilités et ressources et en intégrant des actions et des instruments.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE FOTOGRAFIAS	XVI
LISTA DE TABELAS	XVIII
LISTA DE TABELAS	XVIII
LISTA DE GRÁFICOS	XIX
LISTA DE GRÁFICOS	XIX
LISTA DE QUADROS	XX
LISTA DE QUADROS	XX
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	XXI
INTRODUÇÃO	23
PARTE I: FUNDAMENTAÇÃO	41
CAPÍTULO I: A CADEIA PRODUTIVA DA IC	42
1.1. O CONCEITO DE CADEIA PRODUTIVA	42
1.2. A CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO	44
1.3. COMPLEXIDADES E CARACTERÍSTICAS	53
1.4. IMPORTANCIA ECONÔMICA DA CPIC	54
1.5. VARREDURA DE IMPACTOS AMBIENTAIS	55
1.6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA	60
1.7. SÍNTESE ANALÍTICA	75
CAPÍTULO 2: GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA IC	76
2.1. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS	76
2.2. FORMAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E A CPIC	84
2.3. RECICLAGEM DE RSCD	89
2.4. EXPERIÊNCIA DE BELO HORIZONTE	96
2.5. EXPERIÊNCIA HOLANDESA	97
2.6. SÍNTESE ANALÍTICA	100
CAPÍTULO 3: VETORES DE MUDANÇA (SOLUÇÕES)	104
3.1. IDENTIFICAÇÃO DE VETORES DE INFLUÊNCIA	104
3.2. MUDANÇAS TECNOLÓGICAS (INOVAÇÕES) E A CPIC	105
3.3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL	111
3.4. A INTEGRAÇÃO DE FATORES DE INFLUÊNCIA: ANALOGIA PROPOSTA	116
3.4. O DESENHO DA APLICAÇÃO DA ANALOGIA	124
3.5. SÍNTESE ANALÍTICA	128

PARTE II: ESTUDOS DE CASOS	130
CAPÍTULO 4: PRIMEIRO MOMENTO	131
4.1. APRESENTAÇÃO	131
4.2. ESTUDO 1: O SNA APLICADO A CPIC	132
4.3. ESTUDO 2: VETORES DE INFLUÊNCIA - EMPRESAS	140
4.4. ESTUDO 3: VETORES DE INFLUÊNCIA - INOVAÇÕES	147
4.5. SUMÁRIO DOS PRINCIPAIS VETORES E DIFICULDADES	155
CAPÍTULO 5: SEGUNDO MOMENTO	157
5.1. APRESENTAÇÃO	157
5.2. IMPLANTAÇÃO DA TENTATIVA I	157
5.3. PROGRAMA ENTULHO LIMPO	163
5.4. EVOLUÇÃO DO PROJETO	165
5.5. IMPLANTAÇÃO DA TENTATIVA II	167
5.6. PROGRAMA DE GESTÃO DE MATERIAIS: PILOTO 1	168
5.7. VETORES DE INFLUÊNCIA	192
5.8. PRINCIPAIS DIFICULDADES	195
CAPÍTULO 6: RESULTADOS E ANÁLISE	197
6.1. RESULTADOS ALCANÇADOS	197
6.2. RESULTADOS DO PEL	197
6.3. RESULTADOS DO PGM PILOTO 1: GOIÂNIA	199
6.4. ANÁLISE E DISCUSSÃO	205
CONCLUSÃO	219
SUGESTÕES	228
BIBLIOGRAFIA	230
ANEXOS	240

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cadeia Produtiva da Indústria da Construção.....	45
Figura 2: Meio ambiente da CPIC	47
Figura 3: Principais elos da cadeia de suprimentos	48
Figura 4: Processo de produção e de utilização de um edifício.	50
Figura 5 – Interdependência entre as principais fases de produção de um edifício	51
Figura 6: Áreas de conhecimento e serviços de apoio, inseridos na cadeia auxiliar	52
Gráfico 1.: Defasagem entre areia extraída e areia usada pela IC	64
Figura 7: Processo Construtivo Tradicional	80
Figura 8: Esquema dos componentes de um sistema de gestão de resíduos sólidos	84
Figura 9: Interdependência de decisões focando em resíduos sólidos	85
Figura 10: O Processo Construtivo como processo de reciclagem	91
Figura 11: Fluxograma Básico dos RSCD assumindo a existência de um processo de reciclagem	103
Figura 12: O ecossistema na analogia proposta.....	119
Figura 13: A cadeia de processo como células integradas.....	121
Figura 14: A cadeia produtiva da indústria da construção como um organismo vivo.	122
Figura 15: Os participantes da rede e seu meio ambiente	128
Figura 16: Esquema da rede e principais vetores de influência.....	160
Figura 17: Rede criada para coordenação da implantação do PEL –DF.....	164
Figura 18: A rede criada para implantação do PGM – Piloto 1: Goiânia	170
Figura 20: Fluxograma de implantação dos Projetos de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras	174
Figura 21: Capa da Cartilha – Programa Entulho Limpo (1ª Etapa) –Coleta Seletiva	198
Figura 22: Capa do documentário – Programa de gestão de Materiais: Piloto Goiânia.....	200
Figura 23:Capa da Cartilha – PGM: Projeto de Gerenciamento em Canteiros de Obras	200

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Extração de Areia no Distrito Federal	65
Fotografia 2: Extração clandestina de matéria-prima no Parque Burle Marx – DF	65
Fotografia 3.: Extração clandestina de matéria-prima no Parque Burle Marx – DF	66
Fotografia 4.: Extração clandestina de cascalho - DF	66
Fotografia 5: Extração clandestina de cascalho – DF	67
Fotografias 6 e 7: Fábrica de cimento e impactos do seu processo de produção -DF	68
Fotografias 8 e 9 : Impactos do processo de produção do cimento -DF	69
Fotografia 10: Contaminação do lençol freático no processo de produção do cimento - DF	69
Fotografia 11 e 12: <i>Entulho</i> na calçada - Goiânia	71
Fotografia 13 e 14: <i>Entulho</i> às margens da linha do metro –DF	71
Fotografia 15 e 16: <i>Entulho</i> em área pública – Goiânia.....	72
Fotografias 17 e 18: Disposição de <i>entulho</i> no meio ambiente	72
Fotografia 19: Cartaz elaborado pelos participantes do Workshop Vivencial. Resultado da Atividade de sensibilização com relação à crise ambiental - PGM Piloto 1: Goiânia.....	176
Fotografia 20: Cartaz elaborado pelos participantes do Workshop Vivencial. Resultado da atividade de sensibilização com relação à crise ambiental, PGM Piloto 1 Goiânia.	176
Fotografias: 21 e 22: Workshop com empresas construtoras em Goiânia para elaboração dos PGRS	176
Fotografias 23 e 24: Workshop com empresas construtoras no DF para elaboração dos PGRS...	177
Fotografia 25: Cartaz elaborado por trabalhadores na vivência no canteiro de obra da empresa Conenge Engenharia, Goiânia.	178
Fotografia 26: Cartaz elaborado por trabalhadores em vivência no canteiro de obra da empresa Conenge Engenharia, Goiânia.	178
Fotografias 27 e 28: Sensibilização em canteiro de obra da empresa Conenge Engenharia, Goiânia.	179
Fotografias 29 e 30: Sensibilização em canteiro de obra da empresa Construtora RV, Brasília. ...	179
Fotografias 31: Sensibilização em canteiro de obra da empresa Toctao Engenharia, Goiânia.....	179
Fotografia 32: Cartaz elaborado por trabalhadores da empresa Toctao Engenharia, Goiânia.	179
Fotografias 33 e 34: Baias para recebimento temporário de resíduos classe B, como papel , plástico, papelão e madeira. Implantação da empresa Toctao Engenharia, Goiânia.	181
Fotografias 35 e 36: Segregação de resíduos classe B (como saco de cimento e papelão) e resíduos classe C (como gesso) para encaminhamento a agentes recicladores. Conenge Engenharia, Goiânia.....	182
Fotografia 37: “Gaiola” para armazenamento de papel e papelão. Confeccionada pela Construtora Moreira Ortence, Goiânia.	182
Fotografias 38 e 39: Filtro para receber água da lavagem da betoneira. Implantado pela Dinâmica Engenharia, Goiânia.....	182

Fotografias 40 e 41: Implantação do PGRS no canteiro da Construtora RV, Brasília.	183
Fotografia 42: Resíduos Classe A (restos de cerâmica, argamassa, tijolos e concreto) segregados, aguardando remoção para reciclagem. Segregação implantada pela empresa TCI Engenharia, Goiânia.	183
Fotografia 43: Resíduo classe A sendo transportados para reciclagem. Empresa Toctao Engenharia, GO.	183
Fotografia 44: Resíduos Classe A sendo transportados no pátio da Dermu/Compav, Goiânia para processamento, 2003	187
Fotografias 45 e 46: Resíduos sendo processados pelo triturador de mandíbulas da Dermu/Compav, Prefeitura de Goiânia, Goiânia.	187
Fotografia 47: Resíduos em processamento no pátio da Dermu/Compav.	188
Fotografia 48: Resíduos sendo processados nas diferentes granulometrias especificadas pelos técnicos de Furnas Centrais Elétricas.	188
Fotografia 49: Agregado reciclado com diferentes granulometrias para execução de base de pavimentação experimental.	188
Fotografias 50, 51 e 52: Pista experimental sendo executada com os agregados reciclados obtidos do PGM: Piloto 1 Goiânia.	190

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no Estado de São Paulo.	67
Tabela 2: Perdas de alguns materiais de construção civil em canteiros brasileiros(%).....	70
Tabela 3: Varredura dos impactos da cadeia produtiva da indústria da construção	74
Tabela 4: Perdas de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores.	81
Tabela 5: Materiais da IC segundo NCM analisadas pelo MDIC.....	136
Tabela 6: Redução do número de caçambas de acordo com os dados fornecidos pelas empresas construtoras participantes do PGM Piloto 1: Goiânia.....	201

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2: Geração de RSCD em processo construtivos norte-americanos (YOST, 1998).....	92
Gráfico 3 : Origem dos RSCD recebidos nos aterros de Hong Kong (HONG KONG,1993).....	92
Gráfico 4: Composição dos RSCD - contexto holandês.....	93
Gráfico 5: Composição dos RSCD no Brasil	94
Gráfico 6: Composição média dos entulhos depositados no aterro de Itatinga, São Paulo.....	94
Gráfico 7: Lições Holandesas.....	98
Gráfico 8: Nível de escolaridade – Indústria da Construção – DF	134
Gráfico 9: Avaliação dos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo – 1999/2003.....	134
Gráfico 10: Avaliação dos cursos de graduação de Engenharia Civil - 1999/2003.....	135
Gráfico 11: Avaliação dos cursos de graduação de Engenharia Elétrica – 1999/2003	135
Gráfico 12: Capítulos da NCM relacionados à IC	137
Gráfico 13: Distribuição de recursos FINEP – 1996/2000	139
Gráfico 14: Nível do empreendimento das empresas pesquisadas.....	141
Gráfico 15: Legislação ambiental do conhecimento das empresas	142
Gráfico 16: Impactos ambientais identificados pelas empresas	142
Gráfico 17: Tecnologia implantada pelas empresas que minimiza os impactos identificados	143
Gráfico 18: Influência estrangeira.....	144
Gráfico 19: Área da empresa provável de sugerir inovação	144
Gráfico 20: Razões para inovar	145
Gráfico 21: Valor investido em inovação nos últimos três anos	145
Gráfico 22: Soluções adotadas para evitar desperdício.....	146
Gráfico 23: Preocupação com a origem da matéria prima.....	146

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Componentes de um sistema integrado de gestão de resíduos.....	83
Quadro 2: Principais responsabilidades na gestão dos RSCD.....	102
Quadro 3: Instrumentos de Gestão Ambiental	112
Quadro 4: Critérios para aplicação de instrumentos de gestão ambiental.....	112
Quadro 5: Resumo das forças competitivas segundo Porter (1985).....	137
Quadro 6: Principais vetores de influência de mudanças.....	156
Quadro 7: Principais dificuldades para a geração de mudanças	156
Quadro 8: Responsabilidades dos agentes participantes da primeira etapa do PGM Piloto 1:GO	172
Quadro 9: Responsabilidades na etapa de implantação do PGRSC nos canteiros de obras	173
Quadro 10: Responsabilidades e produtos na implantação do sistema de coleta do PGM Piloto 1:GO	184
Quadro 11: Responsabilidades e produtos na designação da área para recebimento dos resíduos classe A.....	185
Quadro 12: Responsabilidades no processamento dos resíduos classe A.....	186
Quadro 13: Responsabilidades no processo de aplicação do agregado reciclado	189
Quadro 14: Principais conclusões das pesquisas técnicas realizadas por Furnas Centrais Elétricas	191
Quadro 15: Responsabilidades na produção de publicações	192
Quadro 16: Principais vetores de influência nos projetos pilotos.....	193
Quadro 17: Principais dificuldades encontradas nos projetos pilotos	196
Quadro 18: Instrumento de gestão de RSCD implantado pela RV Construtora.....	202

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
APA	Área de Preservação Ambiental
ACV	Análise do Ciclo de Vida
ASCOLES	Associação dos Coletores de Entulho do DF
CA	Casa Autônoma
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEE	Comissão de Economia e Estatística
CIB	International Council for research and Innovation in Building Construction
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
COMAT	Comissão de Materiais
COMOB	Companhia Municipal de Obras (Prefeitura de Goiânia)
COMURG	Companhia de Urbanização de Goiânia
COMPAV	Companhia de Pavimentação (Prefeitura de Goiânia)
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPIC	Cadeia Produtiva da Indústria da Construção
CQP	Comissão de Qualidade e Produtividade
DERMU	Departamento de Estradas e Rodagem Municipal
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DF	Distrito Federal
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Indústria da Construção
INEP	Instituto Nacional de estudos e Pesquisas Educacionais
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
FIBRA	Federação das Indústrias de Brasília
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FURNAS	Furnas Hidrelétricas do Brasil (Laboratórios)
GO	Goiânia
GRS	Gestão de Resíduos Sólidos
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NCM	Nomenclatura Comercial do Mercosul
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
ONU	Organização das Nações Unidas
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat
PEL	Programa Entulho Limpo
PGM	Programa de Gestão de Materiais
PIB	Produto Interno Bruto
PPA	Plano Plurianual
RSCD	Resíduo Sólido de Construção e Demolição
SAA	Sistemas Abertos Adaptativos
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAIC	Sistema de Aprendizado da Indústria da Construção
SCA	Sistemas Complexos Adaptativos

SDP	Secretaria de Desenvolvimento da Produção
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEMMA	Secretaria do Meio Ambiente (Prefeitura de Goiânia)
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SEPLAN	Secretaria Municipal de Planejamento (Prefeitura de Goiânia)
SIGRS	Sistema Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SNA	Sistema Nacional de Aprendizado
UFG	Universidade Federal de Goiás
URPVs	Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes
WRI	World Resources Institute

INTRODUÇÃO

I. APRESENTAÇÃO

O impacto no meio ambiente proveniente da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção (CPIC) ocorre ao longo de todos os seus estágios e atividades: na ocupação de terras; na extração de matéria-prima e no seu processamento e produção de elementos e componentes; no transporte dessa matéria-prima e de seus componentes; no processo construtivo e no produto final *per si*, ao longo de sua vida útil, até sua demolição e descarte. Ao longo de toda esta cadeia, recursos naturais são explorados, muitas vezes de forma criminal, energia é consumida indiscriminadamente e resíduos são gerados de forma excessiva e dispostos irregularmente.

O objetivo central desta tese é contribuir para o estabelecimento de uma sustentabilidade do ambiente construído, por meio do fortalecimento do sistema de aprendizado da CPIC. Principalmente, no que se refere ao gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos dos seus processos construtivos¹, fazendo deste exercício, um exemplo de como os paradigmas tecnológicos vigentes na CPIC podem ser transformados e acelerados.

Além de introduzir um processo de mudança de paradigmas tecnológicos, este estudo requer a identificação dos fatores capazes de influenciar este processo. A teoria da inovação, assim como os instrumentos de gestão ambientais, permitem estabelecer a hipótese de que esta mudança pode ser trabalhada por meio do fortalecimento do sistema de aprendizado desta cadeia, combinado com a adoção de instrumentos de gestão ambiental.

O impacto causado pelo processo de produção da cadeia principal da CPIC envolve consumo de recursos e cargas ambientais causadas principalmente pelo uso indiscriminado de energia, geração e disposição inadequada de entulhos. Estes últimos são característicos de um contexto cultural que insiste em desconhecer os impactos da sua disposição clandestina e os benefícios de uma gestão adequada. O gerenciamento de resíduos sólidos permite a minimização dos impactos causados, à montante, na exploração de matérias-primas como areia e cascalho e à jusante, evita a poluição de solos e de lençóis freáticos, o esgotamento de áreas de aterros, danos à saúde pública e gastos públicos desnecessários.

Estatísticas apontam que em centros urbanos com mais de 500.000 habitantes os processos construtivos são responsáveis por 40% a 70% do volume dos resíduos sólidos urbanos. No Distrito

¹ A extensão da análise dos impactos da CPIC exige a priorização de um dos impactos.

Federal, Fernando Campos² afirma que são geradas 2800 toneladas/dia de entulho. Entre 20% e 50% deste total são dispostos irregularmente, ocasionando um grande impacto no meio ambiente. O volume dos resíduos sólidos de construções passa a funcionar como um chamariz para todo e qualquer tipo de disposição de resíduos. O chorume resultado dessa mistura tem alto potencial de toxicidade poluindo o solo e os lençóis freáticos.

Quando depositados no meio ambiente, particularmente próximos a habitats naturais, tendem a atrair roedores. No Distrito Federal, houve o registro de quatro mortes, ocorridas em quarenta dias, entre maio e junho de 2004, como consequência do hantavírus. Para alguns especialistas os entulhos atraem ratos selvagens que transmitem a hantavirose. Para outros a preocupação está na leptospirose e nas consequências das mordeduras de ratos, principalmente em relação a infecções.

Além disso, a disposição desses resíduos em fundos de vale, beira de córregos, terrenos baldios e ruas não-pavimentadas tende a causar grandes danos à drenagem urbana e aos cofres públicos. Em centros urbanos com população acima de um milhão de habitantes, gasta-se em torno de um milhão de Reais ao mês com a coleta de entulhos dispostos clandestinamente, como confirma a Prefeitura de Goiânia, de acordo com relatório da COMURG, 2003.

Tradicionalmente, o processo de construção tem considerado como fatores competitivos o triângulo custo, qualidade e tempo (CIB, relatório 237, 2000). Pelo tamanho desta cadeia e pelo volume e quantidade de materiais que ela processa e aplica, sua interferência no meio ambiente tem sido muito significativa, o que tem obrigado ao enfoque tradicional mudar de paradigma e contexto, passando a considerar fatores ambientais também como relevantes³.

Grande parte do ambiente construído tem sido produzida sob a trajetória tecnológica fundamentada na lógica econômica capitalista, consolidada nos últimos duzentos anos, a qual tem assumido “*que a natureza é um meio de produção de riquezas*” (BURSZTYN, 1995: 100). Há ainda uma racionalidade utilitária e insensata, baseada em um paradigma que justifica explorar a natureza sem

² Fernando Campos é aluno do mestrado do curso de Economia da Universidade de Brasília. Na consolidação dos dados do volume de *entulho* no Distrito Federal chegou a três sub-totais: sub-total 1- entulhos transportados pela ASCOLES – 1884,62 t/dia; sub-total 2 - entulho transportados pelas Administrações Regionais dispostos irregularmente – 628,2 t/dia; sub-total 3 - 15% dos sub-totais 1 e 2.

³ A partir do Relatório Brundtland, da Agenda Hábitat, da Eco-92 e do acordo de Kyoto, percebe-se cada vez mais uma maior preocupação com o impacto causado pela indústria da construção no meio ambiente. A CIB (International Council for research and Innovation in Building Construction) tem trabalhado na elaboração da Agenda 21 para construção sustentável, que evolui passo a passo, desde a década de 1980, quando várias comissões de trabalho foram formadas para aprofundarem questões relacionadas à energia, água, clima de interiores, previsão de vida útil, durabilidade e outros. Na década de 1990, essas comissões passaram a ter como referência o conceito de desenvolvimento sustentável e o foco passou a ser no aprofundamento do conceito de construção sustentável, e nos impactos causados por essa indústria (CIB, relatório 237, 2000).

pensar no futuro. No entanto, quando o sistema produtivo começa a requisitar matéria-prima de maneira desequilibrada, surge poluição, resíduos, desperdícios e degradação ambiental.

Os conhecimentos úteis pertinentes à arte da produção, os quais constituem o conceito de tecnologia (THIRLWALL, 1986), continuam a ser utilizados visando responder às exigências de crescimento e produtividade, para que se dê continuidade ao processo infinito de acumulação de capital. Este processo resulta de uma demanda crescente de necessidades e de desejos da população, além da força de trabalho comercializada a um certo custo (FINE, 1984) e da exploração da natureza com capacidades infinitas de doar parte de si aos seus usuários e exploradores.

O grande desafio é que ao haver crescimento econômico há também degradação ambiental. A tradicional teoria econômica tende a valorizar principalmente os aspectos de maximização dos recursos escassos, o que gera um grande conflito com a visão ecológica. Conforme assinalado por Gorz, a visão ecológica:

[...] consiste em satisfazer as necessidades materiais da melhor forma, com a menor quantidade possível de recursos de valor de uso e durabilidade elevados; portanto, com um mínimo de trabalho, de capital e de recursos naturais (GORZ, Apud, BURSZTYN, 1993:99).

O período pós-revolução industrial caracterizou-se por uma aceleração do progresso tecnológico a partir de condições econômicas e tecnológicas as quais vem definindo um paradigma que não considera com cautela os impactos causados ao meio ambiente. Esta ação vem resultando em uma trajetória tecnológica que não se importa com as externalidades dos processos de produção.⁴ Trajetória tecnológica, conceituada a partir de Dosi (1988), que a considera como resultado de um progresso tecnológico, cujo passo acontece de acordo com condições e interações econômicas e tecnológicas definidas por um paradigma tecnológico.

Este último se estabelece, ao longo de um processo de acumulação de conhecimentos e maneiras de se fazer e (ou) produzir. Depende, portanto, da trajetória histórica de cada país ou indústria, de padrões que foram estabelecidos nas relações entre atores, instrumentos, instituições e da capacidade de aprendizado e criatividade. Os dois últimos fatores dizem respeito à capacidade de aprender fazendo ou aprender usando, já que indivíduos e indústrias aprendem ao usar, melhorar e produzir produtos (DOSI, 1988 com base em Rosenberg, 1982). A capacidade e a busca do aprender possuem uma estreita relação com o que se vivenciou no passado e com os exemplos

⁴ Externalidade aqui conceituada a partir de Pigou entendida como as consequências e impactos de processos de produção no meio ambiente, que refletem as divergências entre os produtos líquidos sociais e privados. Divergências essas como: serviços não compensados e desserviços não taxados (PIGOU, 1997).

disponíveis no contexto e com o conjunto de questões que são feitas, a partir do momento que se quer ou precisa melhorar (produtos ou processos).

Portanto aprende-se e exercita-se a combinação de fatores de produção⁵ sem se preocupar com o futuro, tampouco, com os custos do uso da natureza. Tanto no que tange ao uso dos recursos naturais, como ao uso dos espaços para edificações no ambiente construído, como ainda para depósito de resíduos e poluentes oriundos deste processo.

Os alertas e sinais de cansaço apresentados tanto pelas fontes de recursos naturais, (areia e cascalho, por exemplo) como pelos solos e lençóis freáticos, refletem-se na saúde dos cidadãos e nos cofres públicos. Estes aspectos, aliados à falta de gestão dos resíduos oriundos dos canteiros de obras, pedem por uma unificação de informações e de conhecimentos. Além de condições econômicas que propiciem a mudança da trajetória tecnológica vigente da CPIC, particularmente, no que se refere à gestão dos resíduos sólidos e o uso racional de matérias-primas.

Nas palavras de Sachs, aproveitamentos racionais da natureza podem e devem andar juntos (SACHS, 2000:31, 32). Com base em Larrère, Sachs ressalta que “este aproveitamento é subsidiado pela ecologia e as técnicas nele empregadas são reguladas por princípios éticos” (SACHS, 2000:44). Assume-se, portanto que na busca de suprir as necessidades da sociedade é necessário reavaliar os princípios éticos norteadores da aplicação dos conhecimentos e das informações acumuladas. É preciso enfatizar o conceito de sustentabilidade aplicado à tecnologia, ou seja, uma tecnologia sustentável:

[...] o compromisso com a perenização da vida ao horizonte da intervenção transformadora do ‘mundo da necessidade’. Isso requer um acervo de conhecimentos e de habilidades de ação para a implementação de processos tecnicamente viáveis e eticamente desejáveis. Tal acervo constitui o conjunto de tecnologias da sustentabilidade que podem ser caracterizadas como saberes e habilidades de perenização da vida, que se traduzem em ordenações sistematizadas de modos diferenciados de interação (i.e. processos de produção e circulação do produto, modos de organização social, padrões de ganho e processamento de informações, etc.)” (MMA, IBAMA, Consórcio CDS/UnB, 2000).

É mister que se estabeleça um paralelismo entre os processos de produção e os processos industriais e a sobrevivência do meio ambiente. E que este paralelismo seja fundamentado no princípio ético da necessidade de assegurar a qualidade de vida das gerações futuras (BARTHOLO & BURSZTYN, 1997). Existe, portanto, a necessidade de alfabetizar ecologicamente (CAPRA,

⁵ É importante enfatizar que fatores de produção incluem recursos e serviços; e como enfatizado por Penrose (1980), a distinção entre eles é importante no sentido que “nesta distinção encontra-se características únicas de cada firma individual [...] A distinção importante entre recursos consiste de um conjunto de serviços potenciais e pode, em sua maioria, ser definidos independentemente de seus usos, enquanto que serviços não podem ser definidos da mesma forma, já que implica em função, uma atividade” (PENROSE, 1980:25.).

2002) todos os atores envolvidos em processos de produção, com o objetivo de capacitar, formar habilidades e buscar conhecimentos e informações capazes de consolidar paradigmas tecnológicos sustentáveis que levem a uma nova revolução industrial⁶.

Aspectos ambientais não são necessariamente opostos, nem paralelos aos processos industriais, devendo, portanto, fazer parte de todo o processo, os quais em relação aos edifícios e seu processo de produção levam a considerar dois conceitos: sustentabilidade e durabilidade. Sustentabilidade refere-se às características gerais do material, elementos ou componentes, o que significa a maneira com que ele responde às condições de poluição do ar, solo, água, e aos impactos no meio ambiente, em geral. Durabilidade significa que o material atende às especificações químicas, físicas e mecânicas, por um período, sem reverter qualquer uma dessas especificações (HENDRIKS, 2000).

Sustentabilidade de um edifício, ou de um material, está diretamente ligada à sua durabilidade e à sua capacidade de sobreviver adequadamente e eficientemente ao longo do tempo. A qualidade do processo de produção e de seu produto final é imprescindível e deve estar atrelada à busca de tecnologia que permita que edifícios e obras de infra-estrutura sejam produzidos de maneira a garantir que os insumos utilizados estejam de acordo com os princípios da sustentabilidade e durabilidade.

Um edifício ou obra de infra-estrutura envolve diferentes fases e agentes, conseqüentemente diferentes paradigmas tecnológicos. As complexidades inerentes a CPIC exigem que estes princípios norteadores sejam aplicados tanto aos processos quanto aos produtos.

Se o foco é a cadeia produtiva da indústria da construção como um todo e assume-se que o processo construtivo atua como um catalisador, capaz de determinar comportamentos, faz-se necessário que os paradigmas tecnológicos que influenciam e determinam as decisões no processo

⁶ Uma revolução industrial liderada por um paradigma tecnológico sustentável desenvolvido a partir de uma ética capaz de redirecionar a lógica econômica capitalista e que segundo Hawken et. al (1999), deve incluir:

Aumento da produtividade de recursos – “[...] significa obter de um produto ou processo a mesma quantidade de utilidade ou trabalho empregando menos material e energia” (pg.11).

Biomimetismo – envolve o redesenho de processos industriais visando que “ciclos fechados de reciclagem” se estabeleçam, reduzindo desperdício de matérias-primas.

Uma economia de serviços e de fluxos – “No lugar de uma economia em que bens são produzidos e vendidos, [...] uma economia de serviço na qual os consumidores obtêm serviços tomando os bens emprestados ou alugando-os em vez de comprá-los” (pg15).

Investimento no capital natural – “trata-se de reverter mundialmente à destruição do planeta mediante reinvestimentos na sustentação, na restauração e na expansão de estoques de capital natural, de modo que a biosfera possa produzir serviços mais abundantes de ecossistema e mais recursos naturais”.

de produção de edifícios⁷ estejam em consonância com as necessidades de preservação do meio ambiente.

O desafio passa a ser produzir edifícios a partir de uma perspectiva de produção cujo fundamento seja o processo de reciclagem (HENDRIKS, 2000) envolvendo: reaproveitamento de materiais, projeto preventivo (aplicado tanto a edifícios quanto a elementos e componentes) e gestão de qualidade eficiente e responsável do processo construtivo.

Considerando o volume de resíduos sólidos resultantes dos processos construtivos nos centros urbanos e a maneira como são tratados e gerenciados no Brasil, fica evidente a urgência em introduzir e disseminar o aprendizado tendo em vista o encaminhamento e o processamento adequado destes resíduos. Primeiro, visando livrar o meio ambiente das cargas resultantes da disposição incorreta e clandestina. Segundo, aproveitando um material que tem potencial para substituir cascalho, brita e até mesmo areia, além de poder ser absorvido por processos de reciclagem de outras indústrias, como o metal, o plástico e o papel. Terceiro, consolidando um exemplo de introdução de mudanças em processos de produção da CPIC.

A introdução de exemplos conduz à aplicação de modelos práticos, fortalecendo-se um fazer, algo que os novos schumpeterianos Freeman (1994), Viotti (1997), Capra (2002) e Dosi (1988) fundamentam como o sistema de aprendizado ecológico, tendo em vista que o foco é a introdução da sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção.

II. MODELOS TEÓRICOS

De acordo com o objetivo central desta tese dois modelos teóricos são relevantes para o seu desenvolvimento e fundamentação: o conceito de Sistema Nacional de Aprendizado (VIOTTI, 2000), fundamentado na teoria da inovação, particularmente nos modelos schumpeterianos, e os conceitos da teoria de sistema aplicados ao estudo de sistemas organizacionais e elaborados por Capra (1996, 2002), de acordo com os princípios da microbiologia.

1. Sistemas Nacionais de Inovação

O fato de que países com industrialização tardia desenvolveram um padrão de dependência tecnológica em relação aos países mais desenvolvidos marca uma trajetória tecnológica focada em um aprendizado contínuo e não uma trajetória que privilegia a inovação (dentro do conceito

⁷ O processo de produção de edifícios recebe influências de decisões nas fases de projetos, do processo construtivo, de extração e processamento de matérias-primas.

schumpeteriano)⁸. Isto caracteriza o que Freeman (1994, 1995)⁹ considera inovação incremental, o que significa um sistema com algumas deficiências. Essas deficiências foram identificadas por Viotti (1997) como características intrínsecas de sistemas nacionais de aprendizado¹⁰, entre elas: industrialização tardia, mudança tecnológica limitada ao aprendizado; estrutura industrial incompleta e mudança tecnológica dependente de crescimento.

O processo histórico de cada país relaciona-se diretamente com a acumulação de conhecimento, experiência, informação e oportunidades de apropriação de tecnologia, que compõe sua trajetória tecnológica. Os que não inovam e só absorvem tecnologia, não fortalecem suas capacidades de acumular conhecimento, comprometendo o amadurecimento de suas estratégias tecnológicas.

Para que haja um ambiente favorável à mudança tecnológica é necessário que as capacidades tecnológicas tenham sido desenvolvidas paralelamente à capacidade de produção (VIOTTI, 1997, com base em Bell, 1993). Em países com industrialização tardia não se verifica um padrão sequencial nas cadeias de produção, o que ocasiona um descompasso na sequência de desenvolvimento tecnológico e a formação de uma estrutura industrial incompleta. Em um primeiro momento há a introdução de tecnologia de produção em produtos de consumo e mais

⁸ A teoria econômica tradicional demonstra como elementos e partes do sistema econômico busca um estado de equilíbrio o qual por alguma razão (por exemplo, alteração em demanda ou em fornecimento) pode mudar, causando uma reação desses elementos e partes, trazendo o sistema de volta a posição inicial. Schumpeter fortemente discordou desta abordagem estática, a qual assume mudança como adaptativa e responsiva, sempre buscando pela mesma posição de equilíbrio. Na busca de achar uma explicação para o processo de evolução do sistema capitalista, Schumpeter proveu-nos com uma abordagem dinâmica para a compreensão de como o sistema econômico funciona e evolui. O fenômeno chamado ‘desenvolvimento’ era entendido por Schumpeter como a mudança na vida econômica a qual não é forçada sobre ela de fora, mas surge de dentro por sua própria iniciativa (SCHUMPETER, 1949:63). Apesar do reconhecimento da relevância dos fatores externos como mudança em demanda, e de fatores internos como crescimento, os quais podem interagir e causar mudanças no sistema econômico, inovação é um fator interno do sistema econômico que tem um papel preponderante: inovação é um fator excepcional na história econômica da sociedade capitalista ou o que é puramente econômico nesta história (SCHUMPETER, 1939, vol. I :86.). Schumpeter definiu inovação como o desenvolvimento de novas combinações de fatores de produção. O surgimento descontínuo do surgimento dessas novas combinações caracterizou, para ele, o que designou por fenômeno do desenvolvimento econômico. Em outras palavras o emprego de recursos existentes em diferentes maneiras. O conceito de desenvolvimento de novas combinações inclui: “(a) a introdução de um novo produto; (b) a introdução de um novo método de produção; (c) a abertura de um novo mercado; (d) a conquista de uma nova fonte de fornecimento de materiais ou produtos manufaturados; (e) o desenvolvimento de novas formas de organização de qualquer indústria, como por exemplo, a queda ou criação de uma posição de monopólio” (SCHUMPETER, 1939:66).

⁹ A diferença entre inovação *radical* e inovação *incremental* passa então a ser relevante. Como colocado por Freeman, “é seu padrão de difusão” (FREEMAN, 2000:467). Freeman define inovação *radical* como envolvendo mudanças na organização de produção e mercados (FREEMAN, 1988). Implica, primeiro na introdução de um novo produto, processo ou forma de organização “inteiramente nova” (LEMOS, 2000:158) e segundo na mudança do paradigma tecnológico (LEMOS, 2000 e DOSI, 1953, 1988). Já a inovação *incremental* refere-se a introdução de melhorias em produtos, processos ou organização da produção, sem ocasionar mudanças industriais (FREEMAN, 1988).

¹⁰ O conceito de sistema nacional de aprendizado tem suas raízes no conceito de sistema nacional de inovação, definido por Freeman como “a rede de instituições no setor público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam ou difundem inovações” (Freeman, Apud. VIOTTI, 1997:23). Um modelo que disponibiliza uma indispensável ferramenta na estruturação da análise e estudo de instituições nacionais e suas relações no suporte à capacidade e habilidade de desenvolvimento tecnológico de nações e indústrias.

tarde introduz-se tecnologia de elos iniciais da cadeia, por exemplo, (VIOTTI, 1997:84). Outro ponto é que ao se introduzir uma nova tecnologia, a mão-de-obra pode não estar preparada para sua aplicação.

Os esforços realizados por países em desenvolvimento para completar suas estruturas produtivas são importantes para o crescimento do país. Por outro lado, o crescimento econômico está ligado à capacidade de diversificação industrial associando transferência e difusão de tecnologia. Isso leva à inclinação de que os países ao absorverem tecnologia, fortalecem suas capacidades para introduzir melhorias incrementais contínuas aos seus processos de produção e produtos e aumentam suas oportunidades de crescimento.

No entanto, Viotti (1997) argumenta que há dois pólos nos quais se encaixam as estratégias de aprendizado de países com industrialização tardia: a estratégia de aprendizado passivo e a estratégia de aprendizado ativo.

O primeiro conceito refere-se ao esforço tecnológico desenvolvido o qual visa essencialmente a absorção da capacidade de produção, o que implica em dependência do crescimento econômico e do desenvolvimento de um padrão sequencial de industrialização, com base em Hirschman (VIOTTI, 1997:112). O foco está em adquirir o *como produzir*. Portanto está ligado apenas à difusão de tecnologia.

O segundo conceito refere-se ao esforço tecnológico desenvolvido visando associar controle e conhecimento da produção a um esforço deliberado da melhoria da tecnologia de produção empregada (VIOTTI, 1997:114). O foco passa a ser não apenas no *como produzir*, mas também em *como melhorar* o que é produzido e o desempenho do processo de produção, ligado, portanto à inovação incremental.

Viotti denomina de Sistemas Nacionais Passivos, os sistemas de aprendizados que se encaixam no primeiro conceito e de Sistemas Nacionais Ativos os que se encaixam no segundo conceito.

Com base nos conceitos dos dois pólos (passivo e ativo), Viotti passa a demonstrar a eficiência e a validade da aplicação de seu modelo comparando dois países: Brasil e Coréia. As dificuldades em demonstrar na prática seus conceitos fazem com que ele lance mão de indicadores macros (VIOTTI, 1997:180). Entre eles:

- 1 - O nível nacional de educação e treinamento, o qual envolve alfabetização e nível de escolaridade, número de engenheiros formados, treinamento em países estrangeiros, gastos públicos em educação (parcela do PIB) e qualidade da educação.

2 – A aquisição de tecnologia – investimento estrangeiro direto, importação de bens de capital, compra formal e direta de tecnologia.

3 - Os recursos nacionais comprometidos com aprendizado tecnológico – investimento do Estado em desenvolvimento de tecnologia.

4 - Os resultados do esforço tecnológico nacional – eficácia dos esforços nacionais em disseminar determinadas tecnologias.

A comparação entre os dois países, Brasil e Coréia, demonstra, conforme a combinação dos indicadores citados anteriormente, que a estratégia de aprendizado do Brasil tem sido bem mais passiva, quando comparada com a da Coréia. Esta combinação de fatores aponta para os seguintes resultados com relação à Coréia:

- a) uma mão-de-obra mais bem treinada e preparada com qualidade (tanto pelo atendimento a cursos e treinamentos nacionais e estrangeiros);
- b) maior importação de bens de capital (principalmente máquinas e equipamentos) como principal fonte de aquisição de tecnologia, maior aquisição direta de tecnologia como propriedade intelectual e maior número de pesquisadores alocados no setor produtivo;
- c) maior investimento em pesquisa e desenvolvimento (número de engenheiros e cientistas engajados em pesquisa e gastos em pesquisa e desenvolvimento como porcentagem do PIB);
- d) maior número de patentes concedidas pelos USA a coreanos;
- e) maior valor de comercialização de tecnologia avançada (por exemplo, biotecnologia, computadores, produtos eletrônicos, ópticos e materiais de design) entre USA e Coréia;
- f) melhores indicadores de difusão de tecnologia. A Coréia apresenta 1000 vezes mais máquinas, computadores e robôs empregados em processos produtivos (tanto na indústria manufatureira quanto em escritórios).

Alguns desses fatores apresentados para demonstrar a diferença entre Coréia e Brasil são relevantes para a identificação de diretrizes e refere-se a políticas de desenvolvimento industriais conduzidas pelo Estado Coreano que concentra esforços em proteger interesses nacionais e responder metas nacionais, integradas a um planejamento monitorado.

Entre as principais razões apontadas por Viotti (1997) podem ser citadas: as metas de exportação; o disciplinamento imposto pelo governo coreano ao desempenho de empresas, que atrelam desempenho a acesso a crédito, por exemplo; uma política tecnológica efetiva, concebida e

implementada em conjunto com a política industrial; a proteção dos interesses domésticos (incluindo incentivos fiscais e subsídios de créditos); a tendência coreana de importar tecnologia que permite o estabelecimento de poucas firmas estrangeiras; a presença de uma política tecnológica efetiva, que valorize a importância de subsidiar o setor privado e aplicação de novas tecnologias¹¹.

Esta última permite que recursos sejam utilizados em pesquisa e aplicados no setor privado, fortalecendo o processo de acumulação de conhecimento no processo produtivo, (tão relevante ao desenvolvimento tecnológico de um país). No entanto, sem a visão ‘miope’ presente em modelos que imitam realidades de países como USA, onde o conhecimento tecnológico só pode ser gerado, primeiramente pela academia, para posteriormente ser integrado à produção. Todos os campos do conhecimento são igualmente merecedores. Todas as boas iniciativas de projetos devem ter suporte público. Assim, cientistas devem receber apoio financeiro do Estado, ficando livres para gerir suas instituições e administrar recursos de acordo com seus próprios critérios (VIOTTI, 1997:265, com base em Schwartzman).

2. Abordagem sistêmica e as organizações sociais

A compreensão da complexidade e da alta capacidade integradora dos sistemas organizacionais tem gradativamente sido comparada aos organismos vivos, entendendo-as como sistemas vivos (CAPRA, 1996, 2002). Tais organizações funcionam como sistemas dentro de sistemas, em um processo contínuo e dinâmico de troca de estímulos, informações, interações e metabolismos. Ao longo das últimas décadas o desenvolvimento da teoria dos sistemas vem oferecendo uma base de integração do conhecimento científico em um amplo espectro: físico, biológico, social¹². A teoria organizacional tem buscado uma abordagem similar ao adotar o conceito de Sistemas Complexos Adaptativos (SCA), fundamentado e proposto a partir da teoria de sistemas, no qual o fator complexidade passa a ser inerente às organizações sociais.¹³

Os avanços da genética e da microbiologia têm contribuído para a compreensão da evolução dos seres vivos, a partir de uma mudança conceitual da teoria da evolução e dos sistemas vivos, a qual

¹¹ Subsídio este atrelado a controle de desempenho e obtenção de resultados e metas, integradas a política tecnológica estabelecida.

¹² A base inicial da teoria dos sistemas em termos gerais foi desenvolvida pelo biólogo Bertalanffy, que previu que “na ciência moderna, interações dinâmicas é um problema básico em todos os campos, e seus princípios gerais deverão ser formulados com base na Teoria de Sistemas” (Bertalanffy, apud. KAST & ROSENZWEIG, 1985).

¹³ Silva e Rebelo (2003) confirmam: “A visão de sistemas abertos foi introduzida nas organizações nos anos 1960 e a partir de então a complexidade se transformou em um constructo central no vocabulário dos cientistas organizacionais. Os sistemas abertos são assim denominados porque trocam recursos com o ambiente e são constituídos por elementos interconectados que trabalham juntos (Anderson, 1999:216)”.(SILVA E REBELO, 2003:782).

por sua vez tem reflexos em sua aplicação para o estudo dos sistemas sociais. No discurso do Prêmio Nobel de 1983, a geneticista Bárbara McClintock explicita este novo conceito ao refletir sobre o futuro:

“No futuro, não há dúvida de que todas as atenções se voltarão para o genoma, com uma consciência maior do significado deste como um órgão altamente sensível da célula, que acompanha as atividades genômicas, corrige os erros comuns, percebe os acontecimentos estranhos e inesperados e reage a eles” (McClintock, Bárbara, apud. CAPRA, 2002:178).

A evolução passa a ser vista como um processo natural da vida e faz parte de sua auto-organização, sendo, portanto cognitiva, já que ao perceber erros ou acontecimentos não comuns reage a eles buscando voltar ao equilíbrio.

Faz-se necessário rever os princípios e critérios norteadores do pensamento sistêmico, que a partir dos avanços da genética e da microbiologia, integra dimensões biológicas, cognitivas, e sociais, demonstrando que a vida em diferentes níveis está inextricavelmente interligada por redes complexas (CAPRA, 1996, 2002).

O pensamento sistêmico define, primeiro, a mudança de foco das partes para o todo, o que implica que um sistema deixa de existir ao ser “dissecado em elementos isolados” (CAPRA, 1996:46). Segundo, o mundo vivo constitui-se de sistemas dentro de sistemas, o que nos leva a considerar níveis diferentes de complexidade dos diferentes sistemas. Terceiro, que o todo não pode ser analisado “em termos das propriedades de suas partes” (CAPRA, 1996:47) como colocado pelo pensamento cartesiano.

Finalmente, o pensamento sistêmico aponta para “a percepção do mundo vivo como uma rede de relações” (CAPRA, 1996:47) além de suas partes em si. Este pensamento considera as relações que se estabelecem dentro do sistema como mais relevante que as partes em si. Ao considerar como mais importante estas relações, busca-se entender os padrões de relacionamento entre as partes, ou seja, da rede que se estabelece em um dado sistema. Com isso, busca-se entender muito mais os fatores e vetores que influenciam as relações. As partes, sem dúvida, são importantes para que se possa identificar, como se estrutura o sistema e de que forma esta estrutura se comporta.

No entanto, ao adotar o conceito de *redes dentro de redes*, preocupa-se com o sistema vivo dentro de sistemas. Assim, um sistema vivo é parte de um todo maior. Maturana deixa claro que sem um meio ambiente um sistema não existe (CAPRA, 2002). Um sistema só existe porque existe um meio que permite sua existência. Conseqüentemente, sistemas não podem ser compreendidos

independentes de seu meio ambiente. É por intermédio das interações com o meio ambiente que os principais metabolismos são possíveis, permitindo que um sistema cresça e se reproduza.¹⁴

Capra (1996) na tentativa de sintetizar uma teoria acerca de sistemas vivos, tendo como referência a ‘teoria da complexidade’, e fundamentando-se em Prigogine, Maturana e Varela e em Bateson, (CAPRA, 1996:135) estabelece três características fundamentais de um sistema vivo. Define “padrão de organização de um sistema vivo como a configuração das relações entre os componentes do sistema; a estrutura do sistema como a incorporação material desse padrão de organização; e o processo vital como o processo contínuo dessa incorporação” (CAPRA, 2002: 83).

Ao considerar a aplicação deste arcabouço de análise a sistemas sociais é agregada mais uma característica: significado, que é empregado “como uma expressão sintética do mundo interior da consciência reflexiva” (CAPRA, 2002:86). Esta última “envolve um alto grau de abstração cognitiva e inclui entre outras coisas, a capacidade de formar e reter imagens mentais, que nos permite elaborar valores, crenças, objetivos e estratégias” (CAPRA, 2002:55).

À medida que sistemas sobrevivem, suas redes estão conectadas a outras redes, e por possuírem uma estrutura dissipativa que lhes permite estar em contínuo contato com o seu meio (e por este contato ser cognitivo) implica que ao interagir aprende-se e se reorganiza, ao mesmo tempo em que coloca nova informação no ambiente. Ao aplicar este conceito a sistemas sociais outros fatores e dimensões devem ser incorporados, não presentes em sistemas biológicos como regras de comportamento, valores, intenções, objetivos, crenças, estratégias.¹⁵

¹⁴ Maturana argumenta ainda que a interação do sistema com o seu meio molda o padrão do sistema, influenciando sua configuração (já que sistemas vivos tendem a responder constantemente a estímulos e influências) adaptando-se de acordo com suas necessidades de sobrevivência e evolução. Essas constantes adaptações do sistema a seu meio incorporam os conceitos de constante realimentação quando se comunica em rede e de processos cognitivos. O conceito de realimentação levou à análise da capacidade de regular a si mesmo, que a partir do trabalho de Maturana e Varela evoluiu para *autopoiesis*: o processo pelo qual um organismo pode constantemente reorganizar sua estrutura, respondendo a estímulos do meio ambiente. Capra (1996, 2002) demonstra claramente que “a concepção de auto-organização originou-se do reconhecimento da rede como padrão geral da vida” (CAPRA, 1996:133), ou seja, o fenômeno da vida passa a ser compreendido como propriedade do sistema como um todo (CAPRA, 2002:27). O conceito de autocriação estabelece uma linha definida entre os que são sistemas vivos e os que não são. Na teoria da *autopoiese* a aquisição de conhecimento está diretamente ligada ao fato de que sistemas vivos se renovam à medida que aprendem, relacionam com o seu meio, ou como resultado de sua dinâmica interna, “é a identificação da cognição, o processo de conhecimento, com o processo do viver” (CAPRA, 2002:50). Sistemas com capacidade de auto-regeneração estão ligados estruturalmente ao seu ambiente, tendo interações constantes que podem causar alterações estruturais no sistema. O conjunto dessas mudanças forma um histórico, o que significa que o processo de cognição equipara-se ao processo de viver.

¹⁵ A teoria organizacional ao apresentar os quatro elementos que compõe Sistemas Abertos Complexos (SAC) revela-se em consonância com as características dos sistemas vivos sociais de Capra. Com base em Anderson (1999) Silva e Rebelo apresentam quatro elementos dos SAC: “(a) agentes com esquemas (agentes agrupados que se comportam orientados por um esquema, que é uma estrutura cognitiva); b) redes auto-organizadas sustentadas pela importação de energia; c) co-evolução para a

Sistemas sociais, assim como, sistemas biológicos estabelecem redes de comunicações, as quais permitem trocas de informações entre organismos e seus meios. Além de ser por meio destas redes que se produz o conhecimento. Tanto o conhecimento silencioso e interno, diretamente ligado a experiências, habilidades adquiridas e(ou) desenvolvidas, criatividade e crenças; como o conhecimento explícito, ou seja, o que é externado por meio de linguagem verbal, eletrônica, impressa, entre outras (CAPRA, 2002).

O foco, no entanto é o indivíduo, pois são os indivíduos que geram conhecimento e não as organizações sociais. Portanto, a administração do conhecimento está relacionada às necessidades intrínsecas e dinâmicas do ser humano e é o capital real de que dispomos (Wheatley, apud CAPRA, 2002).

O conceito de Sistemas Abertos Adaptativos - SAA (SILVA E REBELO, 2003) resgata a importância do indivíduo como ser que pensa, absorve conhecimento e inova, além de dar significado aos sistemas e às organizações sociais. Capra ao assumir a quarta característica, a do significado que é inerente às organizações sociais, reforça a valorização dos indivíduos. Ambos os conceitos afirmam que são as pessoas que são capazes de mudar crenças, valores e estratégias, o que insere o processo de aprendizagem como preponderante nas interações das organizações sociais com seu meio ambiente.

Ao reconhecer que as pessoas são o capital disponível para as organizações - pois são elas que geram conhecimento e armazenam informação e são capazes de criar - defende-se também, a conscientização dos agentes da cadeia produtiva da indústria da construção (em todos os níveis hierárquicos) e a importância de evoluir seu paradigma tecnológico rumo a sustentabilidade. Para Morin, “o paradigma tem valor radical de orientação metodológica, de esquemas fundamentais de pensamento, de pressupostos ou de crenças desempenhando um papel central, detendo assim um poder dominador sobre as teorias” (MORIN, 2001: 260).

III. OBJETIVOS

O objetivo central desta tese é contribuir para a mudança do paradigma tecnológico da CPIC demonstrando na prática possíveis caminhos e alternativas de introdução de absorção de novos modelos.

era do caos (os agentes co-evoluem uns com os outros);d) recombinação e evolução do sistema (o sistema adaptativo complexo evolui ao longo do tempo por meio de entradas, saídas e transformação dos agentes)” (SILVA E REBELO, 2003:787).

Atingir este objetivo implica assumir a hipótese de que paradigmas tecnológicos estão diretamente ligados ao processo de aprendizagem de indústrias, que por sua vez se fortalecem com a integração de agentes, instrumentos e ações.

Esta pesquisa concentra-se na aplicação de um modelo que visa minimizar os impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos do processo construtivo. Para isso, utiliza-se do exercício empírico para obter dados e chegar a conclusões.

Este exercício permite identificar vetores de influência e mudança, além de testar a forma com que estes vetores podem ser trabalhados no dia-a-dia, o que permite identificar algumas diretrizes para que consolidem uma trajetória tecnológica de processos e produtos sustentáveis na CPIC. O objetivo é consolidar um exemplo, estabelecendo referências para aprendizados subsequentes.

Para que este objetivo central fosse alcançado, cinco objetivos específicos foram cumpridos, definidos a seguir:

- Caracterizar os impactos da CPIC no meio ambiente. A amplitude e complexidade desta análise obrigaram a priorizar apenas um dos impactos da CPIC: os resíduos sólidos oriundos de processos construtivos.
- Enfocar alternativas para a minimização do impacto priorizado.
- Identificar os vetores capazes de influenciar na mudança do paradigma tecnológico da CPIC.
- Checar esses vetores na prática, particularmente quanto ao impacto priorizado, seja por meio de estudos de caso já consolidados, seja através de estudos de caso criados especificamente para aplicar os vetores identificados.
- Identificar diretrizes estratégicas para o fortalecimento do processo de mudança do paradigma tecnológico da CPIC no Brasil, particularmente no centro-oeste.

III. MÉTODOS DE PESQUISA

Os métodos de pesquisa utilizados nesta tese são resultados de uma trajetória iniciada na Universidade de Londres em 1988. Uma trajetória que recebeu fortes influências do Schumacher College em Devon (1991), e se fortaleceu no atendimento a este doutorado junto ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da UnB.

Esta pesquisa teve início junto a Bartlett School, quando ao cursar o Mestrado esta pesquisadora aprofundou-se no estudo da produção da Indústria da Construção e no seu processo de inovação.

Este estudo concentrou-se em pesquisar e analisar inovações na IC. Primeiro desenvolveu uma estrutura de análise do processo de inovação na IC, a qual foi resultado de um modelo desenvolvido com base na teoria de inovação schumpeteriana e conceitos da biologia, bioecologia, ecologia, teoria da evolução e engenharia genética.

Este exercício trabalhou como um modelo para estruturar a análise do processo de inovação na IC com a função de uma ferramenta norteadora, assim como de avaliação do exercício como um todo. Esta estrutura de análise foi aplicada a dois estudos de caso: o primeiro relacionava-se ao setor produtivo da IC inglesa e aos seus métodos de contratação em novas construções. O segundo, referia-se ao setor público e à introdução de inovações nos projetos de arquitetura e construção de escolas de ensino fundamental no período logo após a segunda guerra mundial. O resultado desta pesquisa permitiu, principalmente, confirmar que decisões no sentido de mudar tecnologias e metodologias são influenciadas tanto por fatores internos quanto externos às organizações atuantes na IC. A compreensão do processo de mudança da IC requer a consideração de fatores, econômicos, técnicos e sociais que agem sobre os tomadores de decisão, influenciando a direção de resultados.

Na estadia em 1992, no Schumacher College, (primeira universidade ambientalista na Inglaterra), esta pesquisa foi enriquecida, pelos contatos com Satish Kumar, Viktor Papanek e Fritjof Capra que trouxeram uma nova dimensão aos estudos de mudança da IC. Foi a partir deste contato que houve um aprofundamento desta pesquisa com a compreensão de que para se obter qualidade, o processo de produção na Indústria da Construção deve ser ambientalmente correto. E independente de sua função, o profissional contemporâneo deve tomar suas decisões com base nos princípios da sustentabilidade.

Com base nessas novas informações, uma questão passou a ser perseguida: como contribuir para a melhoria da IC? Como torná-la mais adequada à sociedade contemporânea, que pede por maior consciência no uso dos recursos naturais? Cada perda significa um custo ambiental de natureza diferente e um gasto a ser suprido por alguma parte da cadeia de produção. Se uma parte da cadeia gasta seus recursos e energias desnecessariamente, a cadeia como um todo perde e com ela também perde o meio ambiente. Como interferir ou acelerar sua mudança para que diminuam os recursos utilizados e manipulados na execução de um dado edifício e ainda garantir que sejam usados de forma sustentável?

O curso de doutorado junto ao CDS/UnB é um passo a frente na pesquisa proposta. A amplitude do objeto de estudo, a complexidade da análise proposta e a dificuldade para se obter dados exigiram

uma combinação de diferentes métodos de pesquisa. Esta combinação compõe-se da busca de fundamentos em estudos teóricos, estruturas de análise utilizando modelos e analogias, assim como a pesquisa empírica realizada por meio de estudos de casos. Tanto de experiências existentes (utilizando entrevistas, aplicação de questionários e visitas) quanto de estudos de casos planejados e criados de acordo com o objeto de estudo e objetivos desta tese.

Em um primeiro momento, foi realizado levantamento bibliográfico e de *sites* especializados, com o propósito de caracterizar a importância do objeto de estudo, identificando seu papel na economia e o impacto da CPIC no meio ambiente. Este último é demonstrado de maneira generalizada, considerando as principais atividades e estágios dos principais processos de produção da cadeia, visando priorizar um dos impactos. Com a priorização dos impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos de processos construtivos, o estudo direcionou-se para a busca de caminhos disponíveis para a sua minimização.

A busca desses caminhos exigia identificar os principais vetores de influência de mudanças industriais. Alguns estudos apontam para realidades específicas da cadeia produtiva da indústria da construção e instrumentos de gestão ambiental. Outros estudos referem-se ao processo de inovação de outras indústrias. Para tratar a complexidade da equação foi proposta uma ‘metáfora’ ou uma analogia como um instrumento de organização do raciocínio na estruturação, análise e proposição de estudos de casos.

Na tentativa de confirmar os vetores de influência identificados anteriormente aplicou-se o conceito de sistema nacional de aprendizado ao contexto da IC visando obter um diagnóstico preliminar do potencial de aprendizado, portanto de mudanças. Elaborou-se ainda um questionário que foi então aplicado a agentes relevantes da CPIC. Este questionário foi aplicado tanto aos agentes envolvidos com o processo construtivo, quanto aos agentes considerados inovadores. Os estudos de casos envolveram ainda visitas a municípios, órgãos de governo, fábricas de cimento, aterros sanitários, procuradorias de estados, centros de pesquisa, senadores e deputados federais. Foram também realizadas entrevistas junto a empresas que realizaram projetos de arquitetura e construção de edifícios ou projetos urbanos fundamentados em princípios de sustentabilidade.

Posteriormente, trabalhou-se na montagem e na coordenação de estudos de casos, que exercitaram a consolidação de princípios, critérios, informações e experiências, visando introduzir um paradigma tecnológico sustentável para o processo construtivo da CPIC. Estes estudos de casos tiveram como objeto específico, a minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos da CPIC. Um dos estudos de casos implantados, o Programa de Gestão de Materiais

(PGM)¹⁶ permitiu confirmar a hipótese de que para acelerar o processo de mudança da CPIC faz-se necessário integrar agentes que exercem o papel de coordenação na produção do ambiente construído (universidade, setor produtivo, setor público e terceiro setor); instrumentos (legais e econômicos); ações; políticas públicas; recursos, favorecendo a absorção de tecnologia e metodologia através do fortalecimento do sistema de aprendizado da CPIC.

A busca do fortalecimento do sistema de aprendizado da CPIC, também fundamenta e estabelece as diretrizes para aplicação e montagem do estudo de caso na prática. E o foco é no exercício de aceleração da disseminação de tecnologias sustentáveis, e como torná-las, eficientes e consistentes, visando gestão de qualidade, recursos e tempo.

IV. ESTRUTURA DA TESE

A tese está dividida em duas partes. A primeira parte é composta de três capítulos que constituem a fundamentação teórica do estudo e uma preparação para a segunda parte, que compõe a análise propriamente dita.

A segunda parte apresenta os estudos de casos e está dividida em dois momentos: o primeiro, que apresenta e analisa estudos de casos existentes no contexto da CPIC; e o segundo momento, que apresenta estudos de casos vivenciados, planejados e criados de acordo com o objetivo central desta tese.

O primeiro capítulo apresenta o problema, introduz o conceito de cadeia produtiva e demonstra a importância desta cadeia destacando sua importância econômica e social. Identifica os principais impactos causados por ela no meio ambiente. Aponta a geração e disposição dos resíduos sólidos oriundos dos processos construtivos, como os impactos a serem priorizados, de acordo com os objetivos estabelecidos por esta tese.

O segundo capítulo levanta alternativas de minimização dos impactos priorizados, enfocando os conceitos e princípios norteadores da gestão integrada dos resíduos sólidos, aplicando-os à realidade da indústria da construção. Como resultado, identificam-se critérios e princípios norteadores para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos da IC, que apontam para a integração de agentes, instrumentos, recursos e ações.

O terceiro capítulo identifica os vetores com potencial para influenciar o comportamento da CPIC assinalando os princípios e conceitos apresentados pela teoria de inovação e pelos instrumentos da

¹⁶ Resultado de uma parceria entre Universidade de Brasília, Sinduscon/DF, Sinduscon/GO, Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Prefeitura de Goiânia, Furnas Centrais Elétricas S.A, Universidade Federal de Goiás.

teoria de gestão ambiental. Apresenta, ainda, uma analogia que permite organizar a complexidade inerente à análise a que se propõe esta tese, e que além de trabalhar como instrumento de organização do raciocínio, permite fundamentar e consolidar um instrumento de conscientização e sensibilização de agentes da CPIC.

A segunda parte da tese apresenta os estudos de casos e divide-se em dois momentos. O primeiro momento é apresentado no Capítulo 4 e mostra os resultados alcançados com a aplicação do conceito de sistema de aprendizado à IC em Goiânia e Brasília; e os resultados obtidos com a aplicação dos questionários e entrevistas realizadas com três empresas consideradas inovadoras por seus produtos introduzidos no mercado.

O capítulo 5 é o segundo momento dos estudos de casos, e apresenta e analisa os resultados obtidos com a elaboração e implantação do Programa de Gestão de Materiais, com raízes no Programa Entulho Limpo¹⁷, nas cidades de Goiânia e Brasília. Esses estudos de casos foram elaborados de acordo com o objetivo de exercitar a integração de agentes coordenadores da CPIC; de instrumentos legais e econômicos; de recursos técnicos, institucionais, e financeiros; de ações; de soluções; e de resultados.

Os Anexos dividem-se em:

- Anexo I: Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002.
- Anexo II: Resíduos Sólidos oriundos de processos construtivos no município de Goiânia.
- Anexo III: Instrumentos de atendimento à Resolução 307 do CONAMA, setor produtivo e setor público.
- Anexo IV: Avaliação dos ‘Workshops Vivenciais’ pelos representantes das empresas construtoras.
- Anexo V: Formulários elaborados para a implantação do Programa de Gestão de Materiais (PGM) Piloto 1: Goiânia e Brasília.

¹⁷ Programa desenvolvido em parceria com o SINDUSCON-DF, a OnG Eco Atitude Ações Ambientais e a Universidade de Brasília (UnB).

PARTE I: FUNDAMENTAÇÃO

Capítulo 1: A Cadeia Produtiva da Indústria da Construção

Capítulo 2: Gestão de Resíduos Sólidos

Capítulo 3: Vetores de Mudança

CAPÍTULO I: A CADEIA PRODUTIVA DA IC

1.1. O CONCEITO DE CADEIA PRODUTIVA

O conceito da indústria da construção (IC), antes vinculado principalmente ao processo construtivo, hoje considera seus vários setores, agentes, processos e produtos.

O argumento de Turin (1966) colocado na década de 1960 é o primeiro conceito nessa pesquisa a fundamentar a busca de uma *visão de todo*, para a indústria da construção (IC). Conforme Turin, o processo construtivo não resume necessariamente o produto da IC, visto que este pode ser caracterizado sob dois pontos de vista. O primeiro ponto que admite que o produto da construção é apenas resultado do processo construtivo em geral e de engenharia pesada (construções novas e reformas), em outras palavras, o ambiente construído. O segundo, mais amplo, inclui os produtos oriundos de outras indústrias fornecedoras de materiais e componentes da IC (TURIN, 1966).

Este primeiro conceito de IC está vinculado ao processo construtivo e é definido como o processo de produção de um dado edifício ou obra de infra-estrutura, desde a tomada da decisão de construir até a sua utilização e eventual demolição. É o processo pelo qual insumos e recursos (financeiros, físicos e humanos) são gerenciados, integrados e transformados, de acordo com uma tecnologia, um padrão de relações entre os vários participantes, especificações e metas a serem cumpridas.

O segundo conceito permite uma visão mais ampla do processo, pois o processo construtivo não é considerado sinônimo de processo de produção da IC, e sim algo mais abrangente, no qual o primeiro engloba o segundo. Além disso, o processo construtivo está interligado a todos os outros processos pelos quais os insumos e recursos são obtidos ou produzidos, estando, portanto sujeito às suas influências e à troca de estímulos em geral (IVE & GROAK, 1986; BLUMENSCHIN, 1989).

Pode-se dizer que o segundo conceito vai além do pentágono esquematizado por Meseguer (1991) composto por planejamento, projeto, materiais, construção, uso e manutenção (cada etapa de responsabilidade de diferentes agentes: empreendedor, projetista, fabricante, construtor e usuário/proprietário). Dessa maneira, o conceito de processo construtivo incorpora a indústria de processo e a indústria de materiais e componentes de Rosso (1990), e fundamenta o desenvolvimento do conceito de cadeia produtiva que está sendo aqui aplicado à IC a partir do conceito de *cadeia de valor* aprofundado por Porter (PORTER, 1985).

Porter (1985) ao definir *cadeia de valor* (*value chain*) como um dos principais instrumentos de uma empresa para diagnosticar e aumentar sua vantagem competitiva (já que inclui as cautelosas

atividades de desenvolvimento de projeto, produção, *marketing* e distribuição de produtos) contribui não só com uma importante ferramenta para vantagem competitiva de firmas em geral, como para análise de estruturas industriais.

Da mesma forma que uma firma para sobreviver desenvolve *design*, produz produtos, realiza *marketing*, distribui seus produtos e trabalha para mantê-los no mercado, uma indústria, em uma visão mais ampla, compõe-se de firmas que desenvolvem *designs*, para que outras produzam produtos, para que outras comercializem e outras ainda auxiliem em cada uma destas fases. Conseqüentemente o conceito de cadeia de valor passa a ser compreendido como cadeia de produção, ou cadeia produtiva de uma indústria. Este conceito torna-se um instrumento de enorme relevância para que problemas e deficiências, assim como oportunidades possam ser identificadas, por meio da análise e da avaliação do encadeamento e da integração destes vários elos, sendo que cada um destes elos é constituído de diferentes firmas e (ou) indústrias.

A relevância do uso do conceito de cadeia produtiva evidenciou-se no Brasil a partir do final da década de 1990 principalmente por meio do Programa Fórum de Competitividade que “compõe o Brasil Classe Mundial”, programa integrante do Avança Brasil/PPA 2000/03, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e gerenciado pela Secretaria de Desenvolvimento da Produção - SDP (MDIC, 2002).

O Fórum de Competitividade visa contribuir com a concorrência de empresas brasileiras, e para tanto realizam diagnósticos e definem diretrizes, enfocando:

[...] dimensões: (i) empresarial – produtividade (relação entre custo e preço, qualidade, inovação e marketing); (ii) estrutural – mercadológica; (iii) sistêmica - fatores macroeconômicos” (MDIC - Diálogo para Desenvolvimento – Programa Fórum de Competitividade, 2003:02).

A cadeia produtiva da Indústria da Construção (CPIC) foi reinstalada em 08/05/2003, dentro do Programa Fórum de Competitividade, sendo enfatizados pelo Governo Lula a inclusão social e os esforços setoriais para políticas de desenvolvimento regional. No final da década de 1990, a instituição do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional – PBQP-H pela portaria 134 de 18/12/98 do Ministro de Estado do Planejamento e Orçamento demonstra a relevância para o setor de se focar toda a cadeia produtiva, estabelecendo como objetivo específico “fomentar o desenvolvimento e a implementação de instrumentos e mecanismos de garantia de qualidade de projetos, obras, materiais, componentes e sistemas construtivos”, incluindo, portanto os diferentes elos da cadeia.

Além disso, nos últimos anos, têm sido testemunhadas diferentes ações de instituições como SEBRAE, SENAI, CNI (por meio da Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC), que

visam fortalecer e promover o desenvolvimento da cadeia produtiva da Indústria da Construção. A Comissão de Materiais (COMAT/CBIC) instituiu em 2001 o Programa Workshop da Cadeia Produtiva da IC, que já passou por 19 estados da União, disseminando o conceito de cadeia produtiva e a metodologia para identificar os pontos fortes e fracos em cada região, visando o desenvolvimento da CPIC no país.

O objetivo deste capítulo é demonstrar a importância da CPIC, particularmente, pelo seu impacto no meio ambiente, fundamentando o objetivo de introduzir e (ou) acelerar a absorção de tecnologias que minimizem seu impacto na natureza.

1.2. A CADEIA PRODUTIVA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Esta pesquisa adota o conceito de cadeia produtiva como o “conjunto de atividades que se articulam progressivamente desde os insumos básicos até o produto final, incluindo distribuição e comercialização, constituindo-se em elos de uma corrente” (MDIC, 2002, :03). Ao aplicar este conceito ao universo da indústria da construção (IC), pode-se afirmar que esta indústria é composta por três grupos industriais básicos, que representam os elos macros desta cadeia, compostos por microelos, como ilustrado pela figura 1:

- (i) indústria que produz materiais, insumos e componentes (ou indústria de suprimentos);
- (ii) indústria que produz edificações e obras de engenharia pesada (ou indústria de processos);
- (iii) indústria considerada *auxiliar*.

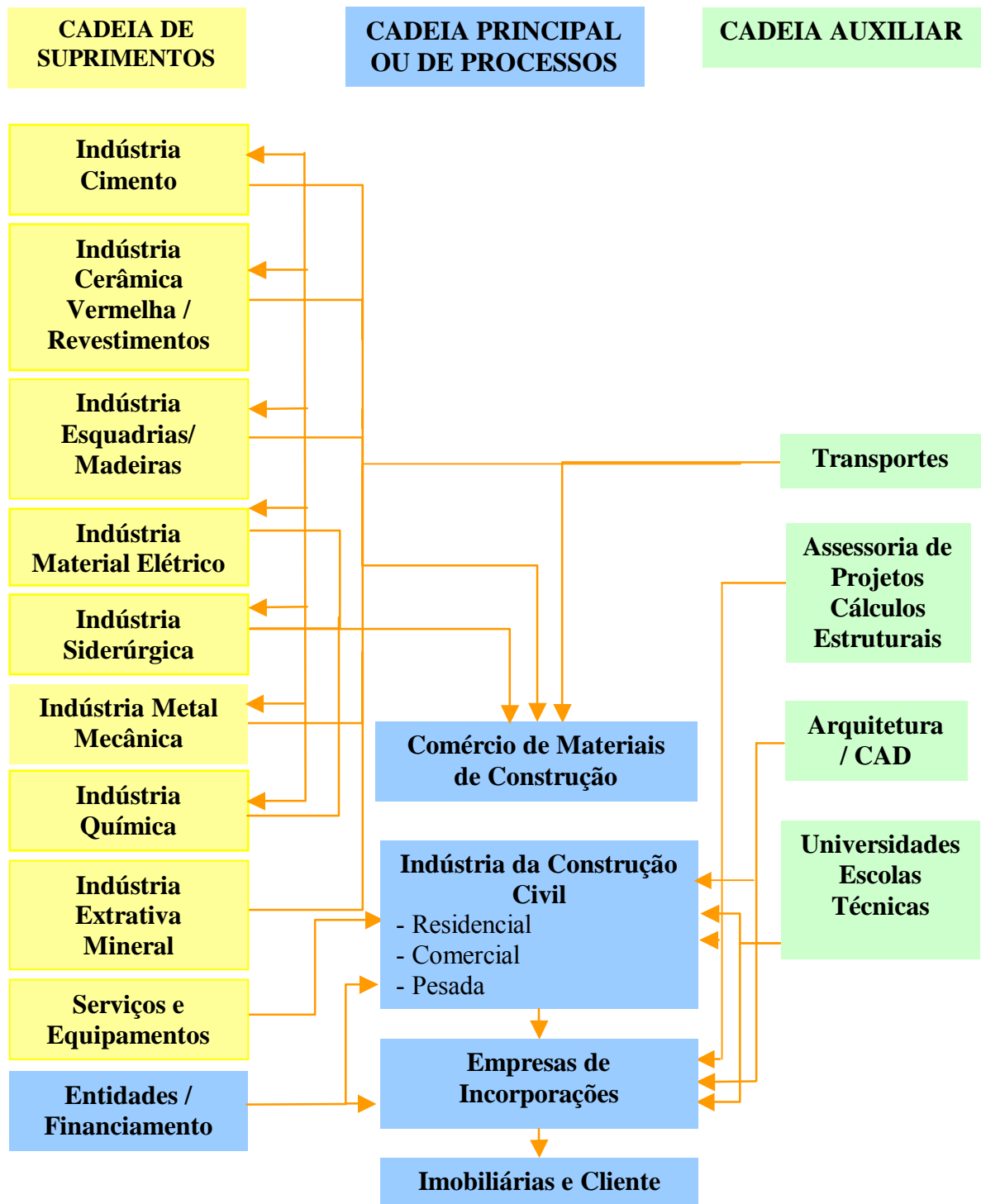


Figura 1: Cadeia Produtiva da Indústria da Construção

Fonte: Adaptado de Projeto Estratégico Regional do Senai, Alavancagem do Mercoeste, 2000, e de MDIC, 2002.

Com base no conceito de agronegócio, a cadeia produtiva da IC tem sido tratada no Brasil como o *construbusiness*, responsável pela “oferta de habitação, de infra-estrutura e a geração de empregos”, e tem sido organizada em cinco setores: material de construção, bens de capital para construção, edificações, construção pesada e serviços diversos (TREVISAN CONSULTORES, 1999). Sendo que os dois primeiros setores podem ser considerados como indústrias associadas à construção enquanto os dois segundos associados à construção civil e correspondem respectivamente a 20,34% e a 73,45% do total da cadeia (ibid.).

Esta cadeia complexa, que envolve um grande número de agentes e participantes, está inserida em um meio também complexo e com fatores determinantes influenciando seu comportamento. Conforme esquematiza a figura 2, esta complexidade está presente na cadeia não só pelas características intrínsecas do seu produto e processo de produção. Seu meio ambiente é composto de diferentes fatores, os quais estão incorporados em diferentes sistemas que influenciam toda a cadeia podendo potencializar ou restringir seu desenvolvimento.

A complexidade inerente da CPIC, em conjunto com a natureza física de sua cadeia de processos e seus produtos finais (edificações e/ou obras de infra-estrutura), a sua importância para o desenvolvimento econômico e social do país e seu impacto no meio ambiente, fazem com que esta cadeia seja peculiar e de extrema importância. Isto se evidencia, ainda pelas características do produto da cadeia principal ou cadeia de processos e pelo impacto no meio ambiente.

1.2.1. Cadeia de Suprimentos

A cadeia de suprimentos é composta pela indústria de extração de recursos naturais, como brita, cascalho, areia, barro, madeira, calcário, ferro e outras, que constituem a matéria-prima para a indústria de produção de elementos e (ou) componentes, como olarias, esquadrias (metal e madeira), material elétrico, vidros, PVC, siderúrgica, metalúrgica e outras. Os elos desta cadeia são empresas e indústrias fornecedoras de insumos para a cadeia de processos, seus clientes finais.

Tem sido dividida em dois setores: materiais de construção e bens de capital para construção (TREVISAN CONSULTORES, 1999). O primeiro compõe-se de indústrias que extraem e processam matérias-primas, para que a segunda possa produzir bens de capital, produção e

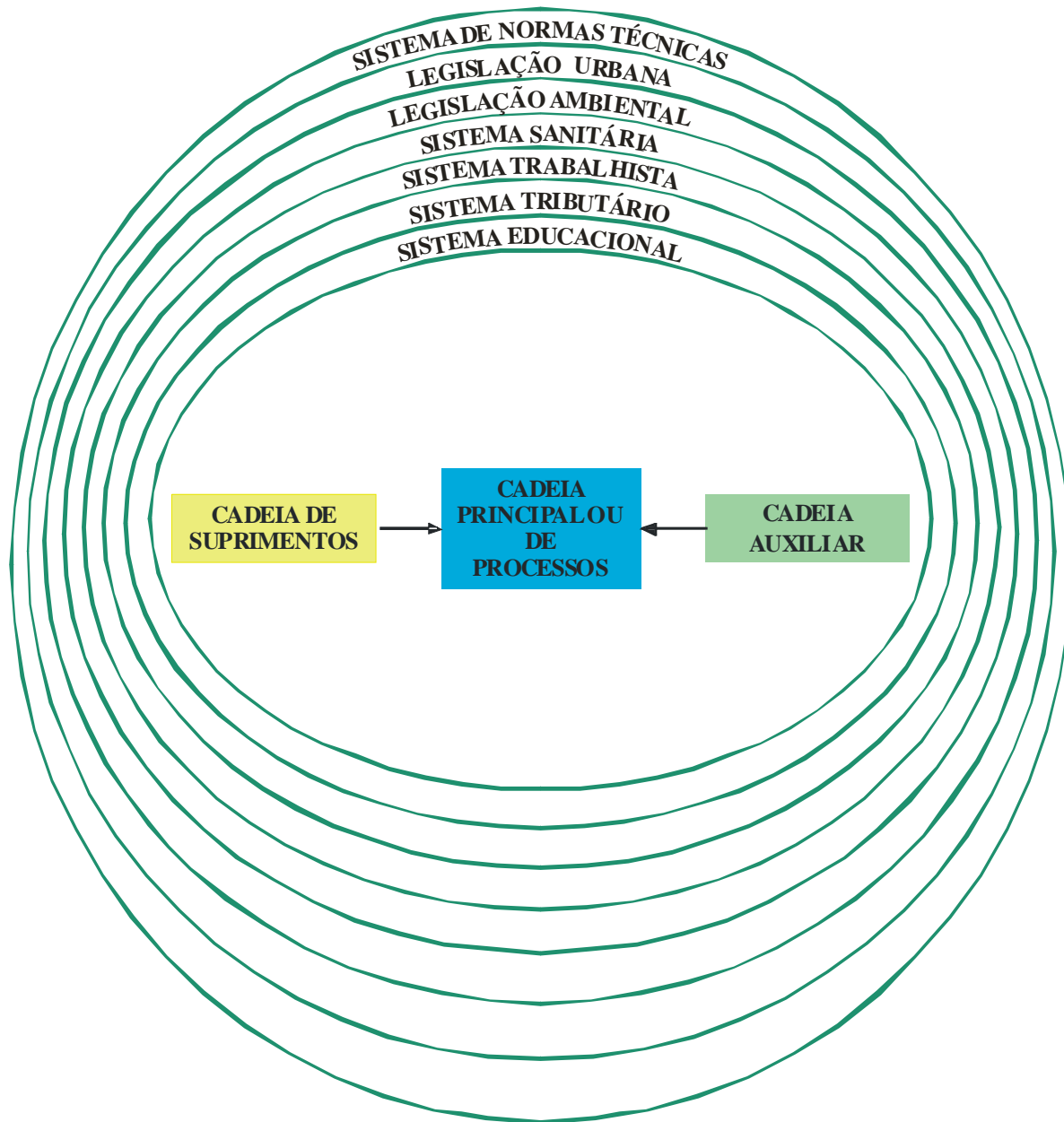


Figura 2: Meio ambiente da CPIC

Fonte: Adaptado de MDIC, 2000.

consumo. Segundo o Fórum de Competitividade o custo com materiais, elementos e componentes das empresas construtoras giram em torno de 50% do custo total de uma obra.

Com base na composição da cadeia de suprimentos apresentada pelo MDIC (2000) e em Minto (2002), os principais elos e produtos da cadeia de suprimentos são identificados na figura 3.

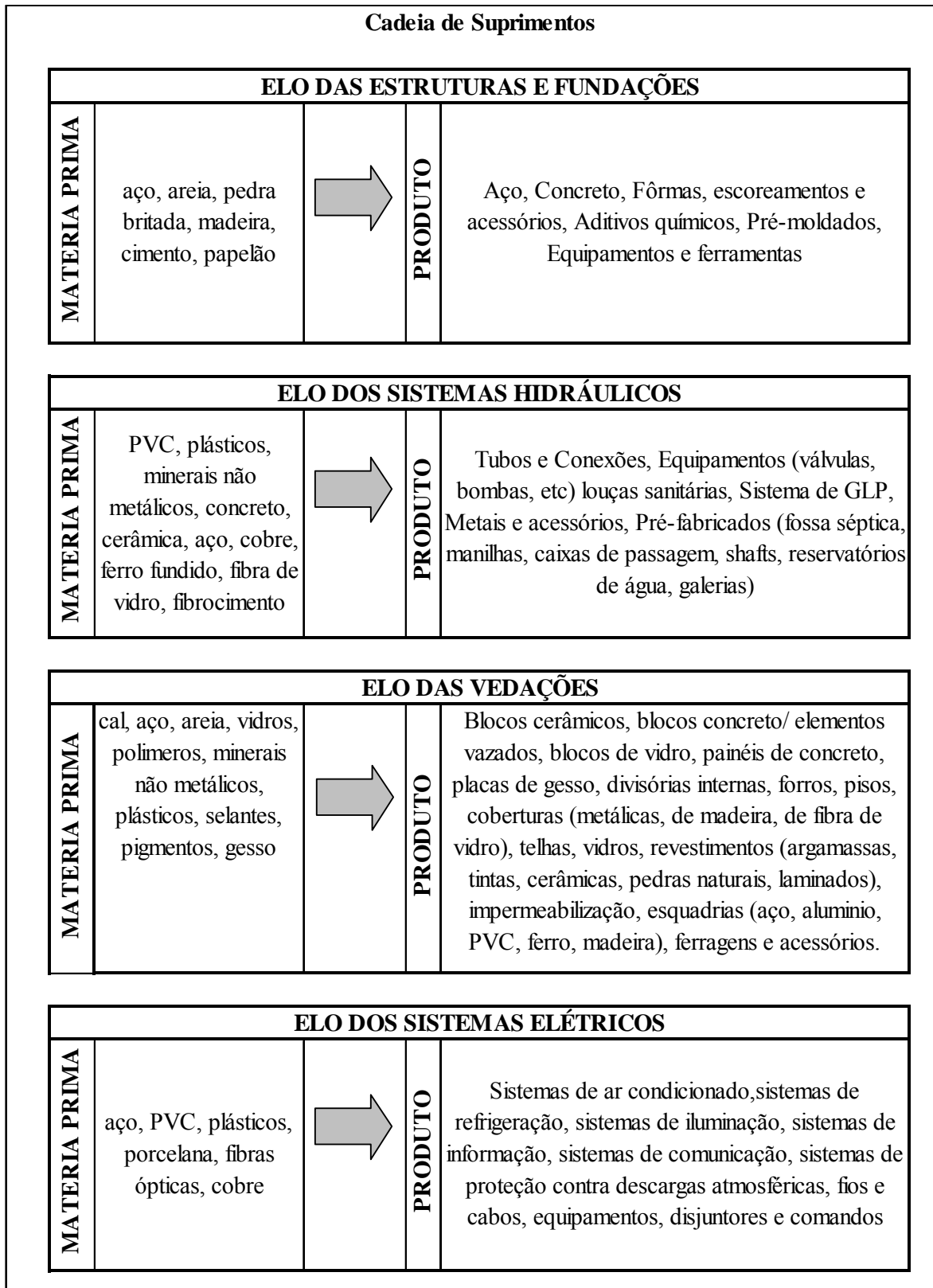


Figura 3: Principais elos da cadeia de suprimentos

Fonte: Adaptado de MDIC (2000) e de Minto (2002)

1.2.2. Cadeia de processos ou cadeia principal

A cadeia de processos é composta pela indústria que produz edificações ou obras de engenharia pesada e pela indústria imobiliária, normalmente também considerada a cadeia principal. Seu produto final é um bem físico, tangível, que tem massa e valor, porém, é imóvel. O produto desta cadeia compõe o ambiente construído: edifícios residenciais, hospitais, escolas, bairros, avenidas, pontes, hidrelétricas e outros. O processo de produção destas construções varia entre ser altamente sofisticado ou usar processos tradicionais, os quais, quase sempre, alteram e afetam de forma drástica a paisagem, condicionando a ambiência.

É no decorrer desta cadeia que os elos da cadeia produtiva como um todo, são de fato integrados para a geração de um produto específico (um edifício ou obra de infra-estrutura). Os elos desta cadeia são compostos por empresas construtoras, empresas incorporadoras, empresas imobiliárias, autoconstrutores, consultores, fornecedores de materiais, usuários e outros, que são integrados em um processo complexo de produção.

As *empresas construtoras* (também denominadas empreiteiras) são contratadas para construir um produto definido pelo Cliente. Na verdade, o seu produto é um serviço: planejamento, montagem e gestão desta montagem. É uma montagem estruturada, complexa, que utiliza e aplica uma série de materiais, componentes e equipamentos; gera resíduos e deposita poluentes e tóxicos no meio ambiente.

As *empresas incorporadoras* planejam e constroem imóveis na expectativa de que, quando concluído, o mercado irá pagar por ele um determinado preço (custo + lucro). Ao contrário do empreiteiro, o incorporador tem total controle sobre o produto e o processo de produção.

Já o autoconstrutor não tem um negócio, mas uma necessidade a ser atendida, a construção de uma residência própria ou uma reforma. Normalmente, ele contrata um arquiteto, engenheiro civil ou mestre de obra (este último devendo receber supervisão de um arquiteto ou engenheiro).

As empresas imobiliárias são prestadoras de serviço de comercialização e aluguel de imóveis.

O processo de produção desta cadeia, ou seja, o processo construtivo, esquematizado na figura 4, exerce o papel de um catalisador dentro da CPIC, podendo, portanto ser considerado como um importante acesso de introdução de mudanças na cadeia como um todo.

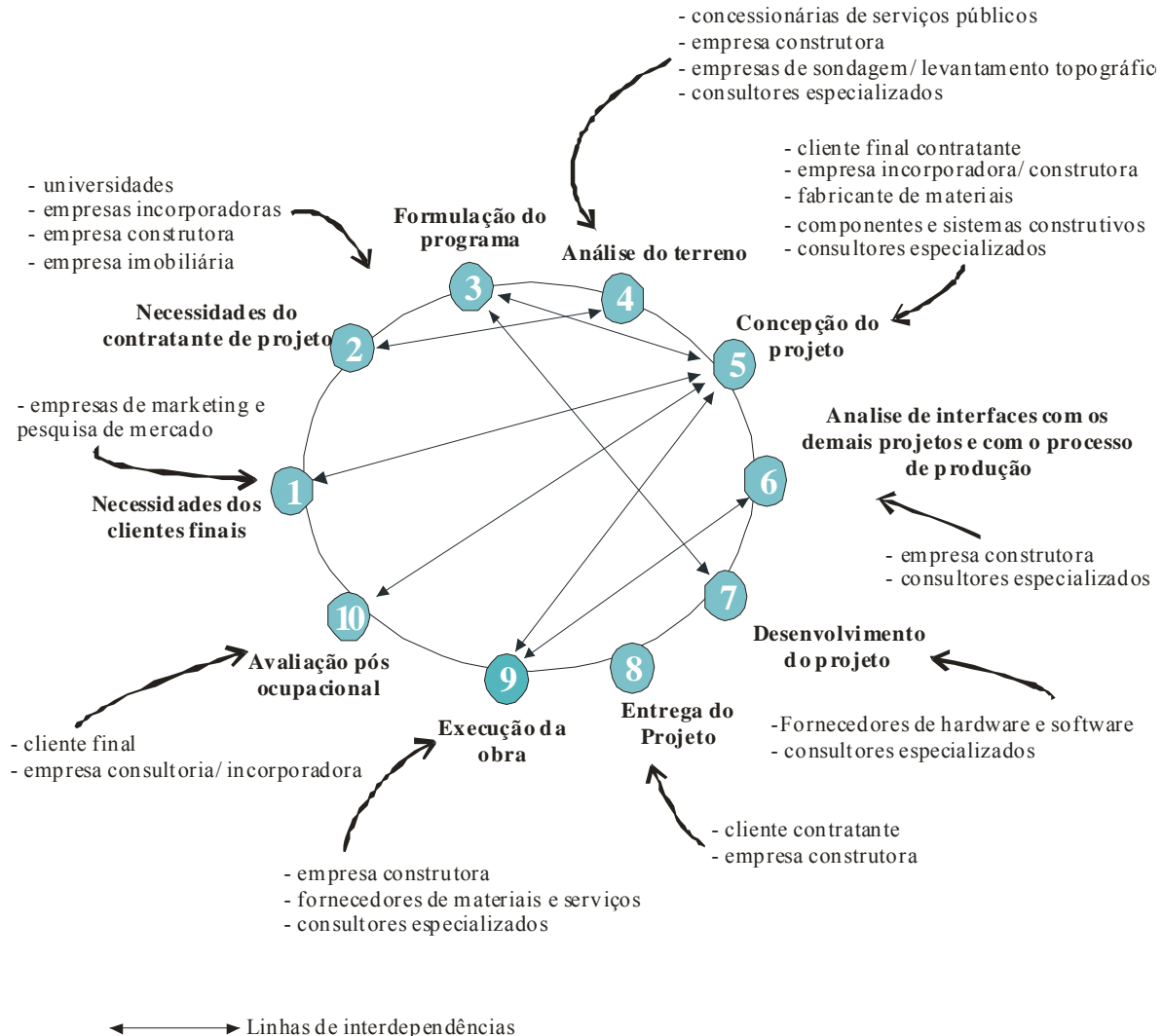


Figura 4: Processo de produção e de utilização de um edifício.

Fonte: MDIC, 2000.

1.2.3. Cadeia Auxiliar

A cadeia auxiliar é composta por diferentes elos que alimentam com informação e pesquisa a cadeia de suprimentos e, principalmente, a cadeia de processos. Seus principais elos são: universidades, centros de pesquisa e empresas de consultoria (prestadoras de serviços especializados como arquitetura, engenharia e outros). Empresas transportadoras normalmente têm sido consideradas como um dos microelos desta cadeia (SENAI, DF, 2000 e Fórum de Competitividade, MDIC, 2002).

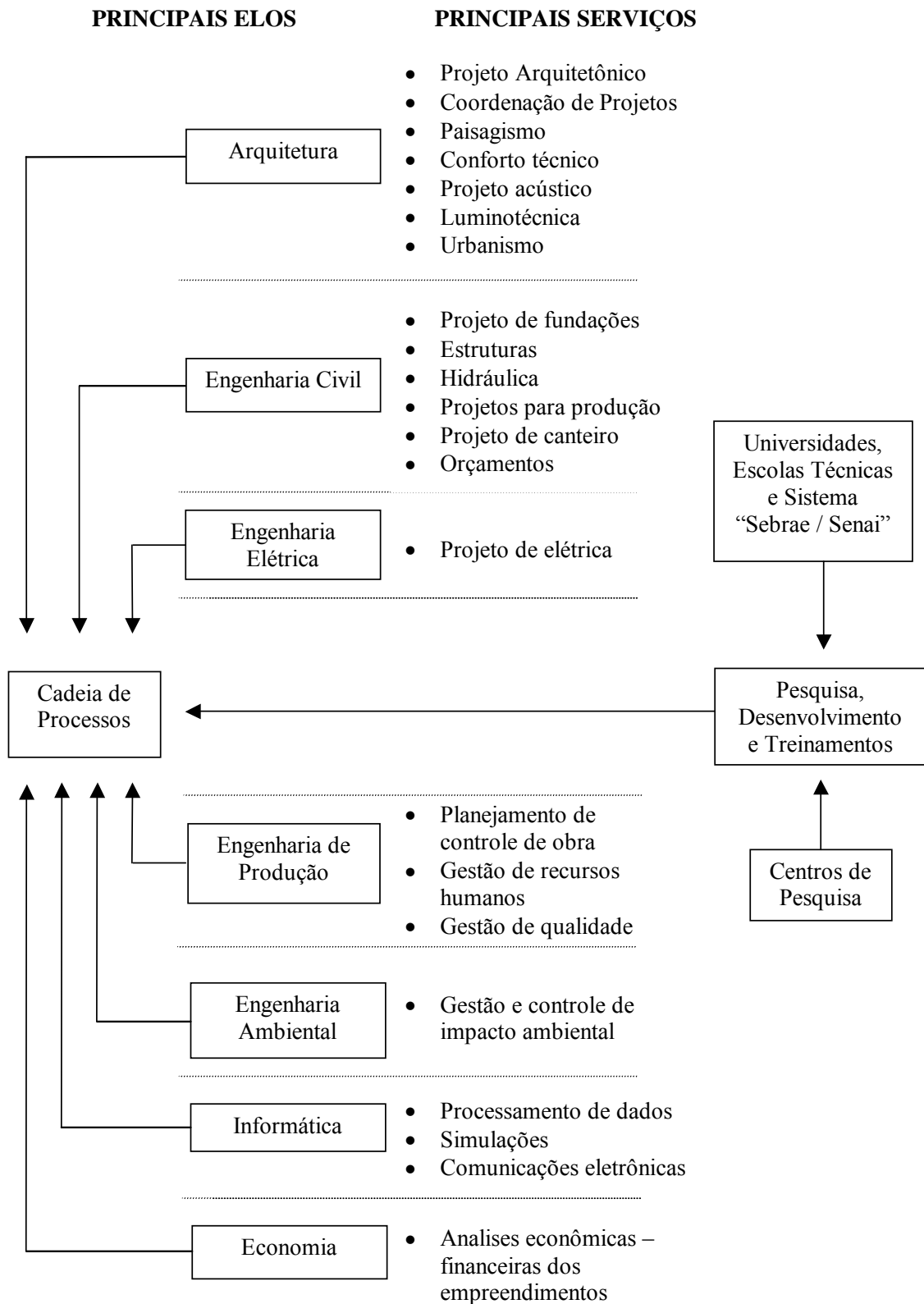


Figura 6: Áreas de conhecimento e serviços de apoio, inseridos na cadeia auxiliar

Fonte: Adaptado de MINTO, (2002)

1.3. COMPLEXIDADES E CARACTERÍSTICAS

A complexidade da cadeia produtiva da IC evidencia-se pelas características de seu processo de produção e seu produto final. O primeiro integra um enorme número de atores, os quais são submetidos aos vetores de influência de sua cadeia, atuando, portanto de acordo com seus objetivos e metas; e o segundo refere-se a um produto pesado, em sua maioria único, o qual aplica tecnologias diversas.

A cadeia de suprimentos apresenta-se segmentada, dentro de um amplo mercado. Esta segmentação dificulta a padronização de produtos e ações. A cadeia auxiliar também apresenta uma alta segmentação do mercado; em geral, empresas pequenas.

A cadeia de processos, ou cadeia principal, responsável por produzir os produtos finais e principais da cadeia produtiva da IC caracteriza-se ainda por ser tradicional e lenta em sua evolução. Segundo Meseguer (1991), vários fatores podem ser apontados para demonstrar o estágio de desenvolvimento da Indústria da Construção no Brasil, como:

- Caráter nômade, dificuldade de constância de materiais, componentes e processos.
- Produtos geralmente únicos e não seriados.
- Produtos fixos e operários móveis, ao contrário da produção em cadeia (produtos móveis e operários fixos), dificultando a organização e controle.
- Indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações.
- Uso de mão-de-obra pouco qualificada, possibilidades de promoção escassas.
- Trabalho sujeito a intempéries.
- Longo ciclo de aquisição-uso-reaquisição, com pouca repercussão posterior da experiência do usuário.
- Emprego de especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas.
- Responsabilidades dispersas e pouco definidas.
- Grau de precisão quanto a orçamentos, prazos, características etc. Muito menor que em outras indústrias.
- Ferramentas pouco desenvolvidas.
- Edificações – demanda dependente de renda; mão-de-obra intensiva, diversidade tecnológica.
- Construção pesada – dependência do nível de investimento.

A construção civil no Brasil tem apresentado desenvolvimento em diversas áreas. O discurso atual toma como base o modelo capitalista globalizado do início dos anos 1990 e tem os seguintes aspectos como pano de fundo, (MDIC, 2003):

- Abertura do mercado nacional.
- Criação do Mercosul.
- Privatização de empresas estatais.
- Lei de licitações e contratos.
- Código de defesa do consumidor.
- Redução dos preços das obras públicas.
- Consolidação do PBQP-H.

1.4. IMPORTANCIA ECONÔMICA DA CPIC

A importância da cadeia produtiva da indústria da construção pode ser enfatizada tanto pelo seu papel na economia como na sociedade como um todo. O ambiente construído é um dos maiores e mais importante *bem* que uma sociedade pode produzir. Sem ele não há possibilidade de se estabelecer sistemas de saúde, energia, água, esgoto, transporte, lazer, produção industrial e o suprir a demanda por residências.

Esta cadeia contribui para a geração de renda e de emprego, acessibilidade, mercado residencial, acesso à energia, segurança, saúde e principalmente para o produto interno bruto (PIB), o que a torna relevante para o desenvolvimento econômico do país, como mostram os dados abaixo fornecidos pela CBIC, MDIC, Trevisan Consultores (2003) e SuperObra:

- A estreita relação entre a produção da construção e o montante de investimentos na economia é demonstrado pela estatística de que a construção civil participa com 65% dos investimentos totais no país, “de modo que as inversões neste setor são determinantes importantes do PIB, especialmente considerando-se os seus efeitos multiplicadores sobre várias outras atividades” (CBIC, 2002).
- A participação no PIB brasileiro da CPIC gira em torno de 19,26%, enquanto que a construção civil isoladamente, participa no PIB com 10% (TREVISAN CONSULTORES, 2003).
- A CPIC emprega diretamente em torno de 5,424 milhões de pessoas. Se for acrescentada a geração de empregos diretos e indiretos, este total sobe para 6,560 milhões de trabalhadores. Se for considerado ainda o emprego derivado

dos efeitos induzidos, a CPIC emprega 9,908 milhões de trabalhadores. Para cada R\$ 1 milhão de acréscimo na produção da CPIC geram-se na economia 29 empregos diretos, 47 empregos diretos e indiretos, e 65 empregos diretos, indiretos e induzidos (TREVISAN CONSULTORES, 2003).

- A CPIC participa com 5,6% do total de salários pagos na economia e com 12,47% dos rendimentos autônomos. Em 2002, a cadeia de processos gerou R\$ 13,241 bilhões em remuneração do seu pessoal ocupado (CBIC, 2002).
- A CPIC é responsável por 26% do total de impostos indiretos sobre produtos para o consumo intermediário da economia (CBIC, 2002).
- É uma indústria basicamente brasileira participando com 7% do total dos insumos importados pelo Brasil (CBIC, 2002).

1.5 VARREDURA DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Um primeiro diagnóstico produzido dos impactos causados pela CPIC resulta de uma metodologia que identifica problemas ambientais de um setor específico e complexo da economia (como é o caso da CPIC) e analisa as várias etapas e (ou) atividades e estágios de seus vários processos de produção caracterizando seus impactos ambientais e não-ambientais de acordo com critérios e (ou) indicadores pré-estabelecidos.

O trabalho de Janssen, Nijkamp e Henk Voogd (1984) atua como um princípio norteador desta metodologia. Esta abordagem define sistematicamente tipologias de avaliação de problemas ambientais (caracterizados por múltiplos atributos) de maneira que requisitos e critérios possam ser especificados e atendam a qualquer método de avaliação a ser usado neste contexto.

Uma vez que as características, os atributos relacionados às atividades/etapas e os impactos (ambientais e não-ambientais) são identificados, estas informações são integradas em uma matriz, com o objetivo de elaborar uma primeira análise do problema ambiental. Tal análise oferece uma visão generalista e preliminar do problema, fornecendo alguns parâmetros para identificar os impactos e (ou) dados a serem priorizados em estudos mais detalhados. Estes estudos implicam na aplicação de ferramentas que permitam análises quantitativas, e (ou) inserção como item de agenda de elaboração de políticas públicas.

Esta primeira análise permite uma avaliação preliminar e qualitativa do impacto da CPIC no meio ambiente. Ele trabalha como uma ferramenta norteadora para identificação de impactos a serem priorizados e detalhados com a aplicação de metodologias que forneçam potencialmente análises quantitativas, como por exemplo, a Análise do Ciclo de Vida dos Produtos - ACVP. A ACVP

permite quebrar o processo de produção em estágios, avaliando seus impactos um a um, já que “a qualidade ambiental é resultado de um processo global que integra um sistema complexo” (PEUPORTIER, 2000).

A ACVP é uma ferramenta de análise de impactos causados por processos produtivos e tem suas raízes nos fundamentos da ‘**Industrial Ecology**’, cuja base é conceituada por Frosh, que usa a metáfora do ecossistema industrial funcionando analogamente a um ecossistema biológico. Um ecossistema industrial ideal talvez nunca se estabeleça na prática, no entanto, fabricantes e consumidores podem e devem mudar seus hábitos para que se aproxime o máximo possível deste ideal, caso o mundo industrializado pretenda manter seu padrão de vida (Frosh, Apud. KEOLEIAN et. al, 1997).

A partir do momento em que se assume a aproximação de processos industriais com processos biológicos, torna-se necessário quantificar impactos para comprovar a necessidade de mudanças, seja através da conscientização dos agentes envolvidos nos processos industriais, seja através de regulamentações.

A ACVP permite identificar impactos “*from the cradle to the grave*” (do berço ao túmulo). Esta ferramenta identifica os impactos causados ao longo de todo o processo de vida de um produto, partindo da extração de matéria-prima, incluindo, portanto: aquisição de matéria-prima, fabricação, materiais manufaturados, fabricação de produtos, armazenamento, empacotamento, distribuição, uso, reuso, manutenção, demolição, reciclagem e gestão de resíduo.

Os principais instrumentos de desenvolvimento da ACVP são as análises de inventários, de impactos e de melhorias. Os primeiros concentram-se em quantificar em cada etapa do produto *inputs* e *outputs*, o que significa considerar energia, água e matérias primas. Em relação ao segundo, devem ser considerados emissões atmosféricas, resíduos líquidos, resíduos sólidos, co-produtos e outros.

Considerando a complexidade do produto final da IC, edificações e (ou) obras de infra-estrutura, e o número quase infinito de subprodutos existentes na cadeia da IC e utilizados na produção desses produtos, a ACVP é uma ferramenta altamente relevante. Este instrumento permite quantificar riscos das cargas finais e os excessos presentes no processo de produção dos diferentes produtos, que uma vez consolidados permitirão ser agregados em análises globais da cadeia como um todo.

A utilização da ACVP na CPIC começa a ser aplicada no Brasil. A consolidação de dados quantitativos relativos a emissões de poluentes e utilização de matérias-primas permitirá que políticas e programas específicos possam ser implementados. No entanto, a deficiência de dados

não permite aplicar este modelo para a cadeia produtiva como um todo, apesar de oferecer princípios norteadores relevantes, os quais em conjunto com outros métodos permite obter um desenho preliminar dos impactos causados pela CPIC.

1.5.1. O perfil das atividades, critérios e características

De acordo com a metodologia fundamentada no trabalho de Jassen *et al.* (1984), em primeiro lugar faz-se necessário identificar os principais estágios, atividades ou etapas de produção de um produto da cadeia produtiva. As atividades e (ou) etapas a serem incluídas devem ser aquelas que causam um impacto significativo ao meio ambiente, e que o governo pode influenciar por meio de políticas públicas, ou que podem ser influenciadas por intermédio de programas específicos, além de representarem as etapas do ciclo de vida de um produto, segundo ACVP.

O impacto no meio ambiente da CPIC ocorre ao longo de toda a cadeia. Ao considerar um edifício como o produto principal, ao longo de todo seu ciclo de vida ele causará impactos no meio ambiente. Seu processo de produção gera impacto e condiciona a ambiência tanto pelo processo como pelo produto. Ao longo de toda esta cadeia, recursos naturais são explorados e utilizados, energia é consumida e resíduos são gerados.

O processo de produção de um edifício, que incorpora o processo principal de produção da CPIC, engloba desde a ocupação de terras à utilização de edificações e (ou) obras de infra-estrutura pelos seus usuários. Uma vez finalizados esses produtos, os seus processos de utilização, que engloba sua manutenção, devem também ser objetos de análise de impactos ambientais, assim como seu descarte final, por meio de demolição. De acordo com os objetivos deste capítulo e o escopo da tese, serão consideradas as etapas incluindo a ocupação de terras ao processo construtivo. Em um primeiro momento cada etapa de produção será analisada individualmente, de acordo com a metodologia proposta. Posteriormente as análises individuais serão apresentadas em uma tabela única (tabela 3).

De acordo com a metodologia de Jansen *et al*, problemas ambientais podem ser avaliados em três dimensões:

- A – os atributos das atividades e (ou) etapas de produção a serem avaliadas
- B – as características dos impactos causados pela atividade
- C – a natureza da estrutura de tomada de decisão relacionada com a atividade

Em um segundo momento deve ser feito a análise de cada característica em relação às atividades e (ou) etapas de produção identificadas e seus respectivos impactos. Nesta tese se concentrará nos atributos das etapas de produção e nas características dos impactos. A natureza da estrutura de

decisão relacionada com o processo de produção da CPIC deverá ser objeto de uma análise posterior.

A seguir são apresentados os critérios e características que deverão ser usados na avaliação de cada etapa de acordo com a metodologia adotada e o objeto de estudo.

A - Etapas de produção a serem consideradas na identificação de impactos

As etapas de produção a serem consideradas são aquelas que representam os principais estágios do processo de produção da CPIC. Conseqüentemente cada etapa de produção da CPIC a ser considerada, corresponde, ou está ligada à cadeia de suprimentos ou cadeia de processos. A seguir são identificados os principais estágios de produção da CPIC, e respectivamente a cadeia à que este estágio está ligado:

- Ocupação de terras – Cadeia de processos
- Extração de matéria-prima – Cadeia de suprimentos
- Processamento de matéria-prima para produção de elementos e (ou) componentes – Cadeia de suprimentos
- Transporte de matéria-prima e componentes – Cadeia de processos e suprimentos
- Processo construtivo (PC) – Cadeia de processos
- Disposição de resíduos oriundos do PC – Cadeia de processos

B - As características dos impactos causados pelas atividades:

1- Impactos Ambientais:

- Solo e lençol freático (águas subterrâneas) e água (superfície)
- Ar
- Flora/Fauna
- Paisagem
- Barulho
- Clima
- Energia

2 – Impactos não-ambientais:

- Emprego, renda e inclusão
- Acessibilidade – melhoria do sistema viário
- Mercado residencial

- Fortalecimento de atividades industriais e comércio
- Segurança e saúde

C - Escala espacial das etapas de produção¹⁸:

A escala espacial das atividades pode estar relacionada a:

- Atividades Internacionais
- Atividades Nacionais
- Atividades Regionais
- Atividades Locais

D - Efeitos classificados de acordo com suas características:

1 - Aspectos Temporais: I – Único; II – Repetitivo; III - Contínuo no Curto Prazo; IV - Contínuo no Longo Prazo.

2 - Outros Aspectos¹⁹: I – Aplicação de Regulamentações Formais; II – Aplicação de Regulamentações Não Formais.

1.5.2. Indicadores ambientais

De acordo com a OECD (1993) indicadores ambientais podem ser definidos genericamente como um parâmetro ou um valor derivado de parâmetros, os quais provêm de informações sobre um fenômeno, meio ambiente ou uma área (OECD,1993). Os indicadores ambientais compreendem a qualidade do meio ambiente e aspectos de quantidade e qualidade de recursos naturais.

Os indicadores ambientais ideais devem cumprir três requisitos: serem de relevância para formulação de políticas e de utilidade para usuários em geral, terem consistência analítica e serem mensuráveis. Isto implica:

Proverem um quadro representativo das condições do meio ambiente;

- Serem simples, fáceis de serem interpretados e capazes de demonstrar tendências ao longo de um período;
- Responderem a mudanças no meio ambiente e a atividades humanas;
- Proverem base para comparações internacionais;

¹⁸ Considerando que a CPIC é particularmente nacional a escala espacial não será considerada na análise apresentada na tabela 1.3. na página 55.

¹⁹ Os aspectos de aplicação de regulamentações formais e não formais não serão considerados na aplicação da metodologia sumarizada na tabela 1.3. página 55, considerando a extensão da análise já proposta.

- Serem aplicáveis para aspectos do meio ambiente regional de importância nacional;
- Terem um valor referencial, o qual permita que usuários sejam capazes de avaliar o significado associado a estes valores.

Na atualidade não é possível identificar indicadores ambientais referentes a CPIC que preencham todos estes requisitos, principalmente por falta de dados específicos. Há algumas exceções como da produção de resíduos e de nível de desperdício. No entanto, foi possível identificar classes de alguns indicadores relevantes a este estudo, que dizem respeito a condições ambientais e qualidade ambiental (JATOBÁ, 2000).

Os indicadores referentes a condições ambientais englobam:

- Indicadores Biofísicos: geomorfologia local e regional, geologia, classes de solos, declividade, susceptibilidade a erosão, hidrografia, vegetação, características de biodiversidade local e regional, microclima.
- Aproveitamento dos recursos naturais (nível regional): utilização de recursos hídricos (fontes de abastecimento de água, despejos de esgotos, lançamento de águas pluviais) e exploração de recursos minerais (areias, cascalheiras).
- Uso e ocupação do solo (áreas comerciais, residenciais, industriais etc.).
- Infra-estrutura: Energia Elétrica (consumo), Abastecimento de Água (Consumo), Esgotamento Sanitário (destinação final dos efluentes e impactos gerados) e Drenagem pluvial.

Os indicadores referentes à qualidade ambiental englobam contaminação hídrica, poluição atmosférica, poluição sonora, poluição do solo, poluição visual, proporção relativa de espaços verdes (naturais e implantados) e área verde por habitante

Considerando, primeiro, a complexidade deste objeto de estudo, e segundo, a falta de indicadores referentes a essa cadeia, esta análise contará em alguns momentos com dados referentes a condições ambientais, em outros, referentes à qualidade ambiental.

1.6. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

A seguir aplicou-se a metodologia descrita anteriormente na tentativa de produzir um primeiro desenho dos impactos causados pela CPIC no meio ambiente. Cada etapa de produção será analisada de acordo com os impactos ambientais identificados, com base nos dados disponíveis

sobre estes impactos, separadamente. Posteriormente os dados são apresentados em uma tabela global (tabela 1.3).

Com base nos dados obtidos (incluindo fotografias e experiências vivenciadas em visitas), os critérios e características serão utilizados tendo como referência dados e (ou) indicadores que permitam qualificar o impacto, possibilitando auferir a cada critério uma cor, variando entre baixo, médio e grande, respectivamente, amarelo, laranja e vermelho. A cor verde é usada para representar impactos positivos, que no caso da CPIC, relaciona-se aos impactos não-ambientais, de acordo com a metodologia adotada e o objeto de análise em questão.

A falta de dados compromete resultados precisos, no entanto, a análise confirma a relevância dos objetivos desta pesquisa. Os impactos ambientais foram omitidos à medida que não foi possível obter dados relevantes; e em algumas etapas serão analisados separadamente, em outras em conjunto.

É importante ressaltar que a avaliação quanto à escala espacial será feita considerando atividades locais de menor impacto quando comparada a atividades internacionais. Em relação a aspectos temporais, serão considerados como efeitos únicos, aqueles de menor impacto quando comparados a efeitos repetitivos, de curto ou longo prazo respectivamente. Serão apresentados na tabela, no entanto não estarão presentes na análise.

Como a importância econômica e social da CPIC foi apresentada anteriormente, ao representar os impactos não-ambientais na tabela global, de acordo com os dados apresentados no item 1.4, apresentam-se positivos, portanto aparecem verdes na apresentação gráfica dos resultados.

1.6.1 Ocupação de Terras

A ocupação de terras é uma consequência do processo de urbanização, que na busca de suprir as demandas econômicas de habitação e infra-estrutura, sobrecarrega dia-a-dia, recursos naturais valiosos como água, energia e matérias-primas, como madeira, cascalho, areia, entre outros. Esta fase inclui as etapas de preparação do terreno, implantação do canteiro de obra, execução de infra-estrutura (rede de esgoto e água, rede de energia, pavimentação e paisagismo). Podendo, assim, ser dividida em duas grandes etapas: de implantação, ou seja, construção e utilização. O impacto causado pela utilização do espaço urbano construído depende muito do tipo de atividade a ser realizada, variando entre impacto sem áreas industriais e áreas residenciais. Esta análise concentra-se na implantação do espaço urbano, ou seja, no processo de construção e nas principais decisões que podem potencializar o impacto do ambiente construído ao longo de sua vida útil.

Alguns dados apontam para uma realidade pessimista considerando o fato de que o processo de urbanização avança sem assumir princípios e critérios de um desenvolvimento urbano sustentável. Dados do IBGE (2003) confirmam uma urbanização acelerada nas últimas décadas. Entre os anos de 1940 e 1980 a população urbana brasileira cresceu de 31,2% para 67,6%. Além disso, deve-se considerar o déficit habitacional, que gira em torno de 6,5 milhões de habitações (IBGE, 2000; Fundação Pinheiro, 2001) que ao ser suprido sobrecarregará ainda mais os sistemas naturais.

Um dos grandes desafios da gestão urbana tem sido as ocupações irregulares e ambientalmente irresponsáveis de terras para a realização de empreendimentos imobiliários, ou mesmo o avanço natural urbano. São infinitos os exemplos de invasões, ou ocupação de terras pelo mercado imobiliário em manguezais e outras áreas de preservação ambiental. No Distrito Federal, por exemplo, segundo o IBGE (2001), há 368 lotes irregulares cadastrados e 12 condomínios com requisição de regulamentação. Além disso, raramente as intervenções urbanas legais são projetadas e implantadas respeitando a interdependência entre os vários subsistemas: água, energia e natureza (paisagem, fauna, flora, matérias primas) e disposição de resíduos e dejetos.

1.6.1.1 Identificação de impactos ambientais

a) Solo e lençol freático

A opção de se adotar a drenagem natural de águas pluviais não tem sido considerada na maioria das ocupações urbanas, resultado principalmente da implantação de empreendimentos imobiliários, o que implica no comprometimento da alimentação dos mananciais. Outra questão a ser considerada é que em vários processos de urbanização utilizam-se poços artesianos ou fossas, executados sem critérios pré-definidos e fiscalização, potencializando o desperdício e a contaminação de águas subterrâneas.

O solo tem sofrido impactos principalmente pelo processo de remoção de terra sem critério, para acomodar requisitos de projetos e aterramentos utilizando entulhos sem nenhuma forma de segregação.

b) Água (superfície)

O impacto nas águas superficiais se dá principalmente durante o processo de utilização do espaço construído, inicialmente devido à falta de tratamento de esgoto, em grande parte dos assentamentos urbanos, seguido pelo alto nível de desperdício de água que ainda ocorre nas cidades brasileiras.

Dados referentes ao saneamento demonstram uma situação inadequada, principalmente, considerando que 46% dos domicílios brasileiros não são supridos de rede de esgoto (CBIC,

2002), o que compromete a saúde de rios, lagos e outros cursos de água doce. Outro agravante é o fato de que apenas 0,007% da água do planeta é doce (adequada ao consumo) e acessível (WRI) e que consome cerca de 50 a 200 litros por pessoa/dia no Brasil, dependendo da região (IPT/SABESP). O ambiente construído urbano gasta 30% da água tratada no Brasil (WRI).

c) Ar

A poluição do ar é momentânea ocorrendo durante a implantação e estendendo-se durante o tempo da construção e refere-se principalmente à produção de poeira na etapa de remoção da terra, do aterramento ou do preparo do terreno.

d) Flora, fauna e paisagem

O impacto na flora, na fauna e na paisagem é na maioria dos casos imensurável, principalmente em empreendimentos imobiliários que desenvolvem e implantam projetos onde a vegetação local é toda removida, no momento da limpeza do terreno e na implantação do canteiro de obras. O impacto é ainda mais sério quando ocorre em forma de invasões em áreas de proteção ambiental, onde além de locais preservados, corredores ecológicos também são destruídos colocando em risco a sobrevivência de ecossistemas.

e) Barulho

A geração de ruídos desde a ocupação de terras até o momento de entrega do produto, edificação e (ou) obra de infra-estrutura é pontual e momentânea. Refere-se principalmente ao funcionamento de maquinários necessários para execução de serviços de saneamento, pavimentação, rede de energia e outros.

f) Clima

A mudança climática é um impacto que só pode ser sentido e avaliado ao longo do tempo, após monitoramento sistemático. O fato de áreas verdes serem destruídas é um fator preponderante no potencial aquecimento dos climas urbanos.

1.6.2 Extração e uso de matéria-prima

Estima-se que a CPIC seja responsável pelo uso de 14 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis, renováveis e não renováveis (Sjostrom, Apud. JOHN, 2000:15). No Japão, estima-se que a CPIC consuma cerca de 50% dos materiais que circulam na economia (Kasai Apud. JOHN, 2000). No Brasil são consumidos 210 milhões de toneladas/ano, não somados perdas e agregados usados na pavimentação (JOHN, 2000).

A CPIC absorve insumos como areia, pedra britada, aço, cimento, cal, vidro, produtos cerâmicos, madeira e outros. Apesar da legislação vigente assegurar ações mitigadoras, a prática da exploração clandestina traz ainda mais riscos à preservação dos recursos naturais utilizados pela CPIC.

1.6.2.1. Extração Mineral

De acordo com a publicação Produção Mineral Brasileira, 17% dessa extração são de minerais para uso direto na construção civil. No entanto, considerando “a alta clandestinidade observada no setor de minerais de uso direto na construção civil, é possível que este corresponda a uma porcentagem próxima de 1/3 da PMB”, como demonstra o gráfico 1 (MMA, 1997).

A exploração de areia causa grande impacto no meio ambiente, como exemplificado a seguir:

a) Solo e lençol freático

A exploração de areia pode destruir formações geológicas do solo de maneira agressiva, ficando quase impossível de reconstituir ou mitigar os resultados negativos. As fotografias 1 e 2 registram o impacto causado pela extração de areia no Distrito Federal.

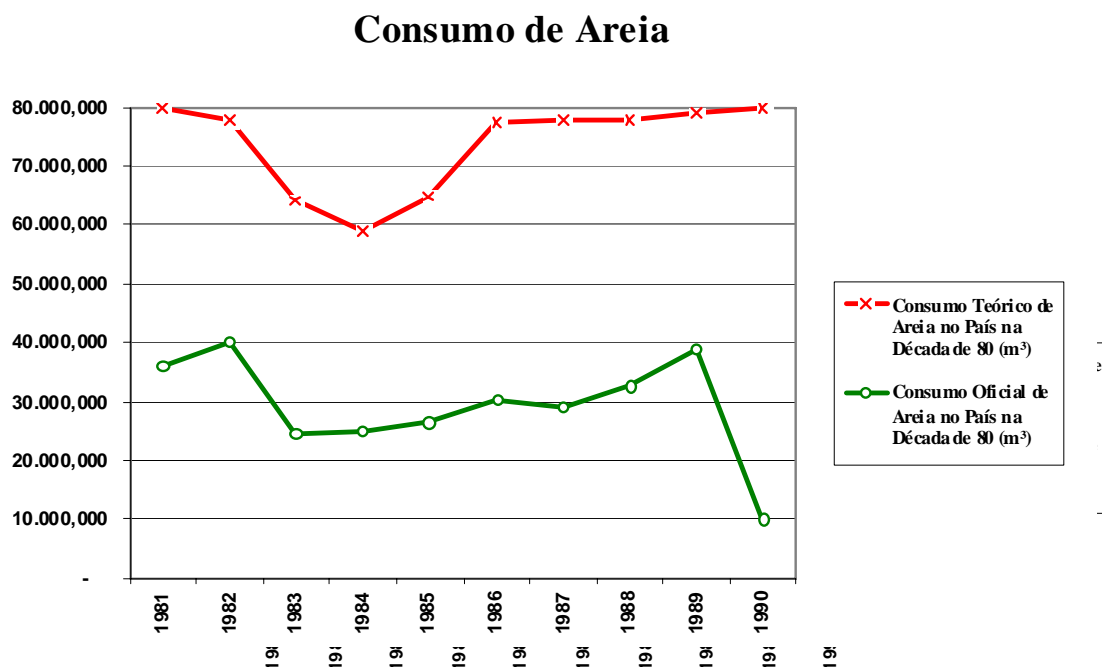


Gráfico 1.: Defasagem entre areia extraída e areia usada pela IC

Fonte: MMA, Relatório Mineral, 2000.



Fotografia 1: Extração de Areia no Distrito Federal

Fonte: Cedidas por Fernando Campos, 2003.



Fotografia 2: Extração clandestina de matéria-prima no Parque Burle Marx – DF

Fonte: Cedida por Fernando Campos

c) Água (superfície)

Os impactos causados nas águas superficiais também são gigantescos, principalmente, pelo sistema de dragagem normalmente usado ou pelas grandes extensões de areia retiradas no país.

d) Flora, Fauna e Paisagem

Como demonstram as fotografias 3, 4 e 5, a exploração de areia (como do cascalho e solo) destrói ecossistemas, afetando a flora, fauna e paisagem drasticamente.



Fotografia 3.: Extração clandestina de matéria-prima no Parque Burle Marx – DF

Fonte: Cedida por Fernando Campos, 2003.



Fotografia 4.: Extração clandestina de cascalho - DF

Fonte: Cedida por Fernando Campos, 2003.



Fotografia 5: Extração clandestina de cascalho – DF

Fonte: Cedida por Fernando Campos, 2003.

1.6.2.2. Extração de Madeira

A IC é uma das maiores consumidoras de madeira. É estimado um consumo de 26% a 50% pela CPIC (WRI, CONSTRUCTION & ENVIRONMENT, Apud. JOHN, 2000). Inúmeros componentes e elementos da construção são feitos de madeira ou a utilizam em seu processo de produção. Sendo a maior aplicação em estruturas e andaimes, como confirma Sobral na tabela 1, além dos mobiliários (incluindo produção de armários) cujo consumo está atrelado ao processo construtivo. De acordo com o IBAMA (2002) as madeiras mais exploradas hoje e usadas na construção civil são: mogno, virola, pinho e imbuia.

Tabela 1: Consumo de madeira serrada amazônica pela construção civil, no Estado de São Paulo.

Uso na construção civil	Consumo	
	1000 m ³	%
Estruturas de cobertura	891,7	50
Andaimes e fôrmas para concreto	594,4	33
Forros, pisos e esquadrias	233,5	13
Casa pré-fabricados	63,7	4
Total	1783,3	100

Fonte: SOBRAL, 2003.

O impacto causado ao meio ambiente pela retirada de madeira de florestas naturais equipara-se aos impactos de exploração de areia. Podendo ser salientados os impactos no solo; na fauna; na flora e na paisagem, destruindo completamente ecossistemas e conseqüentemente afetando de forma agressiva o clima. A retirada de madeira vem causando a desertificação de partes do norte e do nordeste do Brasil.

1.6.3. Produção de materiais, elementos e componentes

Como visto anteriormente a cadeia de suprimentos é responsável pelo fornecimento de um número infinito de materiais. Entre eles identifica-se a produção de cimento que tem grande impacto no meio ambiente, particularmente na APA do Cafuringa-DF.

No Brasil são consumidas 2,5 toneladas de cimento por pessoa ao ano. Para cada tonelada de cimento produzido gasta-se em torno de 60 a 130kg de combustível, são utilizados 110KWh de eletricidade e 0,83ton. de dióxido de carbono são emitidos na atmosfera (COLEMAN, Apud. SuperObra.com, 2003). Além disto o cimento retira argila e calcário da natureza deixando solo, fauna, flora e paisagem devastadas. Águas superficiais nas áreas e regiões das fábricas normalmente recebem fluidos poluentes oriundos do processo de produção. As fotografias 6, 7, 8, 9 e 10, confirmam este impacto.



C.Tocantins/Unid.Agregado-Brigagem/Sobradinho/DF - 16/01/2004)



C.Tocantins/Mina-Lavra(Sobradinho/DF - 16/01/2004)

Fotografias 6 e 7: Fábrica de cimento e impactos do seu processo de produção - DF

Fonte: Cedidas por Fernando Campos, 2004



C.Tocantins/Mina-Lavra(Sobradinho/DF - 16/01/2004)



C.Tocantins/Mina-Lavra(Sobradinho/DF - 16/01/2004)

Fotografias 8 e 9 : Impactos do processo de produção do cimento -DF

Fonte: Cedidas por Fernando Campos, 2004



C.Tocantins/(Sobradinho/DF - 16/01/2004)

Fotografia 10: Contaminação do lençol freático no processo de produção do cimento - DF

Fonte: Cedida por Fernando Campos, 2004.

1.6.4. Transporte de matéria-prima e componentes

O transporte rodoviário de cargas é responsável por 65% de todo o transporte rodoviário no Brasil (GEIPOT,1994-98). Infelizmente não há estatísticas que revelem dados relativos às cargas da Indústria da Construção. Apesar de não haver informações precisas, sabe-se que o transporte de matéria-prima (principalmente areia, calcário e pedras) se dá por meio de veículos sem

manutenção adequada ²⁰. Isto causa consumo excessivo de pneus e combustível, caracterizando mais um desperdício e emissão em excesso de CO₂ na atmosfera.

1.6.5. O processo construtivo

A atividade de construir, por ser caracteristicamente complexa, caótica, suja e grosseira, causa impactos ao longo de seu processo, causando barulhos, emitindo poeira no ar, desperdiçando matérias-primas e gerando resíduos.

Os projetos são concebidos e detalhados por meio de um processo que se caracteriza por uma comunicação ineficaz e ineficiente o que potencializa a constante presença de retrabalhos. A qualidade do processo construtivo envolve qualidade de recebimento, de armazenagem e de aplicação de materiais, e são variáveis que ocasionam perdas. O Programa HABITARE financiou uma relevante pesquisa que demonstra alguns índices das perdas no Brasil, que variam em média de 9% a 56%, dependendo do material, como demonstra a tabela 2 (JOHN, 2000).

Tabela 2: Perdas de alguns materiais de construção civil em canteiros brasileiros(%)

	Cimento	Aço	Blocos e tijolos	Areia	Concreto us
Min	6	2	3	7	2
Max	638	23	48	311	23
Mediana	56	9	13	44	9

Fonte: JOHN (2000).

1.6.6. Disposição de Resíduos

O desperdício potencializa a geração de resíduos. Estudos demonstram que 40% a 70% do volume dos resíduos urbanos são gerados pelo processo construtivo, conforme observado por alguns pesquisadores como Hendriks (2000) e Pinto (1999).

Percebe-se que um grande volume de entulho (estima-se em torno de 50%) é disposto irregularmente sem qualquer forma de segregação ou preocupação ambiental. A disposição de resíduos, em grande parte irregular e clandestina, causa sérios problemas à gestão ambiental urbana. Entre os problemas cita-se: o esgotamento prematuro de áreas de disposição final de resíduos, a obstrução de elementos de drenagem urbana, a degradação de mananciais, a sujeira nas vias públicas, a proliferação de insetos e roedores e o conseqüente prejuízo aos cofres municipais e à saúde pública do cidadão.

²⁰ As polícias rodoviárias federais nos acessos de Goiânia e Brasília confirmam, pela sua experiência e vivência esta afirmação.

Os resíduos oriundos da construção, comumente chamados de entulho por serem volumosos, uma vez lançados em áreas virgens causam um impacto visual que caracteriza o local como depósito de **lixo**. Como “**lixo atrai lixo**”, a área passa a funcionar como um chamariz para o depósito de outros dejetos, podendo ser orgânicos ou não orgânicos. Essa mistura resulta em poluição do solo pelo chorume, que muitas vezes contém metais tóxicos, polui águas subterrâneas e solo; além de atrair roedores e insetos que causam graves danos a saúde pública disseminando doenças como: febre tifóide, dengue, leishmanioses, peste bubônica, leptospirose, entre outras (SISINNO & SILVEIRA, 2000).

O comportamento relativo à disposição de resíduos oriundos do processo construtivo demonstra uma cultura que ainda não absorveu a importância de exercitar a gestão adequada desses resíduos. Essa cultura se revela nas inúmeras confirmações obtidas a partir de um olhar mais preciso ao circular nos centros urbanos como registrado nas fotografias 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18.



Fotografia 11 e 12: Entulho na calçada - Goiânia

Fonte: Arquivo da Autora



Fotografia 13 e 14: Entulho às margens da linha do metro –DF

Fonte: Arquivo da autora



Fotografia 15 e 16: Entulho em área pública – Goiânia

Fonte: Arquivo da autora



Fotografias 17 e 18: Disposição de *entulho* no meio ambiente

Fonte: Cedidas por Fernando Campos, 2003

1.6.7. O produto em si

Os produtos produzidos pela cadeia principal da CPIC são normalmente pesados, fixos e afetam o clima, os ventos, a água, a energia etc. As especificações não visam minimizar o impacto causado pela utilização de materiais inadequados ao meio ambiente e as soluções de projeto muitas vezes não visam otimização, padronização, tampouco modulação. Esses últimos permitiriam maior flexibilidade ao longo da vida útil dos edifícios.

Na Comunidade Européia os edifícios consomem aproximadamente 40% da energia total e são responsáveis por cerca de 30% das emissões de CO₂ além de gerar aproximadamente 40% de todo o lixo produzido pelo ser humano (CIB, 2000).

De acordo com o WRI, cerca de 30% da água utilizada no Brasil, concentra-se nos centros urbanos. O restante é utilizado na agricultura.

1.6.8. Apresentação gráfica – Resultados globais

Os resultados dos impactos de cada estágio de produção da CPIC, quando agregados em uma única matriz, revelam um desenho interessante, conforme demonstra a tabela 3. Se de um lado os impactos no meio ambiente são, em sua maioria, grandes impactos e de efeito contínuo, por outro lado os impactos econômicos e sociais também são relevantes.

A tabela 3 resume a análise feita anteriormente, identificando nas atividades apontadas os impactos ambientais e não-ambientais. Os impactos ambientais são apresentados como baixo, médio ou grande (amarelo, laranja e vermelho, respectivamente). Os impactos não-ambientais são apresentados na cor verde. Os efeitos classificados de acordo com as características temporais de cada atividade também são apresentados na tabela.

Independentemente da falta de dados precisos, a metodologia utilizada revela que entre os estágios de produção analisados e seus respectivos impactos, a geração e disposição de resíduos oriundos dos processos construtivos, apresenta-se como um dos grandes desafios para a gestão ambiental. A cultura negligente de gestores e geradores dos resíduos, a complexidade do problema e o potencial de contribuição à gestão ambiental colocam os resíduos sólidos como prioridade para este estudo. Além disso, sua gestão depende muito fortemente das empresas construtoras, inseridas na cadeia produtiva, portanto, com o potencial de catalisar e disseminar comportamentos.

Por outro lado, não existe ainda uma cadeia de valor consolidada para os resíduos oriundos do processo construtivo, principalmente restos de tijolos, concreto, argamassa, cerâmica (resíduos classe A, de acordo com a Resolução 307 do CONAMA). Conseqüentemente, não há impactos não-ambientais identificados na atividade de disposição de resíduos na tabela 3.

O que enfatiza a decisão de considerar os impactos causados pela geração e disposição de resíduos sólidos oriundos de processos construtivos como prioritários e o objeto da aplicação do modelo proposto por esta Tese.

Tabela 3: Varredura dos impactos da cadeia produtiva da indústria da construção

VARRENDO IMPACTOS																			
ATIVIDADES	Características do Impactos Causados pelas Atividades														Efeitos				
	Ambientais								Não Ambientais							Temporais			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	I	II	III	IV	V	VI	VII	U	R	CC	CL
Ocupação de Terras																			
Extraç/ Matéria Prima																			
Processamento/Mat. P.																			
Transporte																			
Processo Construtivo																			
Disposição/Resíduos																			

Fonte: Adaptado de Jassen et al. (1984)

A - Impactos Ambientais:

I-Solo e lençol freático (águas subterrâneas)

II-Água (superfície)

III-Ar

IV-Flora/Fauna

V-Paisagem

VI-Barulho

VII-Clima

VIII-Energia

B – Impactos não-ambientais

I-Emprego e Renda

II-Inclusão

III-Acessibilidade – melhoria do sistema viário

IV-Mercado Residencial

V-Fortalecimento de atividades industriais e comércio

VI-Segurança

VII-Saúde

C - Efeitos classificados de acordo com suas características:

Aspectos Temporais: I – Único; II – Repetitivo; III - Contínuo no Curto Prazo; IV - Contínuo no Longo Prazo:



LEGENDA: Baixo Médio Grande Impacto Econômico/Social:Positivo

1.7. SÍNTESE ANALÍTICA

Neste capítulo ficou demonstrado que os impactos causados pela CPIC no meio ambiente justificam a busca de vetores de influência capazes de acelerar mudanças nos paradigmas tecnológicos.

A CPIC envolve diversos processos, responsáveis pela geração de diferentes produtos que por sua vez são integrados a um grande número de agentes em um processo principal de produção. Uma cadeia complexa, cujos resultados são frutos de decisões interdependentes, o que significa que impactos ambientais devem ser minimizados em cada estágio dos vários processos de produção da CPIC.

Entre os estágios e atividades analisados, os impactos causados pela geração e disposição dos resíduos sólidos oriundos de processos construtivos apresentam-se como a prioridade desta tese. Os impactos causados pelos *entulhos* uma vez minimizados muito têm a contribuir com a gestão ambiental urbana. Por outro lado é necessário fortalecer os impactos não-ambientais dos resíduos sólidos oriundos de processos construtivos.

O fato da cadeia principal da CPIC trabalhar como um potente catalisador, capaz de influenciar e determinar comportamentos conduz a uma maior atenção no processo construtivo e na minimização dos impactos causados pelos seus resíduos sólidos. Conseqüentemente passam a ser tratados como objeto principal de estudo a ser aprofundado por esta pesquisa.

Considerando o objetivo central desta tese de realizar exercícios de introdução de mudança de tecnologia e metodologia, faz-se necessário identificar vetores de influência capazes de trabalharem no processo de mudança dos paradigmas tecnológicos.

No entanto, antes de identificar os vetores de mudança este estudo enfoca no capítulo a seguir, possibilidades de minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos da IC, aplicando os princípios da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos à realidade da cadeia produtiva da indústria da construção.

CAPÍTULO 2: GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA IC

2.1. GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS

Conforme assinalado no capítulo anterior, os resíduos sólidos provenientes de processos de construção e demolição (RSCD) são responsáveis por sérios problemas enfrentados pelas cidades. A baixa cobertura de serviços de coleta e a situação precária das áreas destinadas à disposição final tornam urgente a implantação de políticas que diminuam o volume dos resíduos sólidos produzidos pela IC. Ao mesmo tempo, faz-se necessário, a busca de soluções para o problema da disposição, como o fortalecimento do processo de reciclagem e a reutilização de produtos. O mau gerenciamento desses resíduos contribui para o acelerado esgotamento das áreas de disposição final do lixo urbano, os custos adicionais de governos e o desperdício de recursos naturais não renováveis.

A minimização dos impactos causados pelos RSCD requer um sistema de gestão que integre diversos fatores, entre eles, a quantificação destes resíduos, sua forma de geração, acondicionamento, sistemas de coleta e de disposição, utilização e destinação final (CHERMONT, 1996). A integração desses fatores implica a integração de agentes (setor produtivo, setor público, pesquisa e terceiro setor), instrumentos (legais, econômicos e técnicos) e ações (planejamento, operação e normatização técnica).

Os RSCD são gerados nos canteiros de obras,²¹ acondicionados em caçambas, coletados por empresas transportadoras de entulho ou por indivíduos que utilizam carroças ou veículos de pequeno porte, que os destinam para áreas definidas pelo poder público. Normalmente são os aterros sanitários ou áreas que precisam de aterramento. Os custos envolvidos no transporte, as distâncias entre as áreas de recebimento e os centros urbanos, a falta de conscientização dos impactos causados no meio ambiente, a falta e a dificuldade de fiscalização potencializam a clandestinidade. Quando os resíduos são dispostos irregularmente o poder público se encarrega de coletá-los e enviá-los a áreas licenciadas. A disposição clandestina coloca em risco a saúde do cidadão, degrada a paisagem urbana, compromete a drenagem urbana e a estabilidade das encostas.

Faz-se necessário, portanto um sistema que integre e equacione todos esses fatores de maneira a assegurar a redução de gastos públicos desnecessários, a segurança sanitária e o favorecimento da reutilização desses resíduos, principalmente, por meio da reciclagem. A adoção de um Sistema Integrado de Gerenciamento de RSCD envolve, portanto dificuldades e complexidades,

²¹ Reforma, demolição ou construções novas.

envolvendo, particularmente, o processo de produção da cadeia principal da cadeia produtiva da indústria da construção.

Primeiro, a necessidade de elaborar e certificar o cumprimento de legislações específicas, que definam e organizem as responsabilidades relativas à geração, coleta, transporte, acondicionamento e disposição final. Além de potencializar a utilização dos resíduos por meio, principalmente, de tratamentos e (ou) processamentos, permitindo que sejam reabsorvidos por processos produtivos, aliviando os locais de destinação finais, ao mesmo tempo em que economiza o uso de recursos naturais e potencializa a sustentabilidade urbana.

Segundo, as dificuldades inerentes ao processo construtivo, o qual envolve e depende de um grande número de atores. O processo de produção possui características físicas e organizacionais peculiares. Essas características potencializam a geração de resíduos (demonstrado pelo nível de perdas e desperdícios) e pela cultura vigente a qual não se preocupa com a gestão de resíduos sólidos, seu destino, tampouco com a sua reutilização.

Terceiro, as dificuldades e complexidades inerentes à implantação de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que requer a integração de diversos fatores, entre eles: formas de geração e disposição, atores, instrumentos, ações e recursos; diretamente relacionados às questões anteriores. A falta de dados como: tipologia e quantidade de resíduos gerados, caracterização dos resíduos por regiões urbanas, identificação de agentes recicladores, entre outros, é mais um desafio a ser superado pelos responsáveis pela gestão de resíduos oriundos de construções e de demolições.

2.1.1. Legislação específica

A gestão ambiental brasileira não prevê uma política federal para o setor dos resíduos sólidos. Não há uma abordagem geral e estruturada relativa à questão dos resíduos sólidos, apenas normas pontuais diferentemente do tratamento dado às questões ligadas à poluição das águas e do ar. Dentre os instrumentos legais que tentam proteger os espaços urbanos dos impactos causados pelos resíduos sólidos, podem ser citados o Estatuto da Cidade, a Agenda 21 das Cidades, a Agenda 21 dos Recursos Naturais e os códigos de obras.

O Estatuto da Cidade, em sua sexta diretriz, determina a “ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar (entre outras) a poluição e a degradação ambiental” (Lei n. 10257, de 10 de julho de 2001:34), o que significa que a lei visa mediar conflitos entre usos e ocupações incompatíveis na cidade.

Entre as estratégias definidas pela agenda 21 das Cidades Sustentáveis há a preocupação de “promover mudanças nos padrões de produção e de consumo da cidade, reduzindo custos e desperdícios e fomentando o desenvolvimento de tecnologias urbanas sustentáveis” (Agenda 21 das Cidades:15) implicando na redução de desperdícios de matérias-primas, assim como, na gestão adequada de resíduos.

A Agenda 21 de Gestão de Recursos Naturais enfatiza, entre outras ações, a proteção do uso do solo tanto na extração de matérias-primas da construção, como na disposição de tóxicos e poluentes em sua superfície.

A proposta de moção “Subsídios para formulação de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos” que vem sendo discutida pelo CONAMA visa potencializar a reciclagem e o controle de geração de resíduos. A proposta inclui mecanismos que interferem no mercado, como definido no Capítulo IX, que trata da utilização de instrumentos econômicos no gerenciamento de resíduos sólidos.

A questão começou a ser tratada com o enfoque necessário dentro do contexto do setor produtivo, no sentido de levar as empresas construtoras a considerarem o impacto causado pelos resíduos sólidos produzidos durante a obra por meio do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat, 03/12/99). O PBQP-H incluiu em suas diretrizes a “consideração do impacto no meio ambiente dos resíduos sólidos e líquidos produzidos pela obra (entulhos, esgotos, águas servidas). Exige que se defina um destino adequado aos mesmos” como parte do Plano de Qualidade a ser elaborado pelas Construtoras, que estiverem aplicando ao nível A²². No entanto, a falta de uma área específica de disposição faz todo o processo parecer abstrato, pois, qual a razão de separar resíduos no canteiro se não há uma área específica para recebê-los, tampouco, um sistema que propicie seu processamento para futuras utilizações.

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), após discutir o problema dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em uma de suas Câmaras Técnicas Especializadas de Controle Ambiental, emitiu a Resolução 307 em 05 de junho de 2002 (ver anexo 1). A Resolução 307 visa, principalmente, *organizar* o problema referente à disposição dos RSCD. Seu principal instrumento, o PIGSC (Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos), incorpora o Plano Municipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção (PMRSC) e o Projeto de

²² O PBQP-H, Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat, foi lançado em 1990, pelo governo federal, visando apoiar o esforço industrial na promoção da qualidade e produtividade, permitindo a redução de desperdícios e custos na execução de obras e aumentando a competitividade. O programa foi absorvido pela Caixa Econômica como requisito para liberação de financiamentos nos estados que aderirem ao programa. O PBQP-H definiu quatro níveis de qualidade técnica (A, B, C e D) a serem seguidos pelas empresas de acordo com cronogramas acordados localmente.

Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). O primeiro visa definir locais específicos para disposição dos resíduos com potencial para reciclagem e para os resíduos perigosos e sua elaboração e implantação são responsabilidade do Município. O segundo deve ser elaborado pelos geradores de resíduos, estabelece responsabilidades como segregação, quantificação, acondicionamento, coleta, transporte e a destinação, e deve ser aprovado de acordo com o Plano Municipal.

A ineficiência do sistema de fiscalização, a cultura vigente que aceita resíduos em lotes vazios, beira de córregos, ruas desertas, o uso para aterramento, entre outros; a falta de capacitação técnica dos municípios; a falta de recursos aliada à cultura dos municípios de que um sistema integrado de gestão de resíduos gera um alto custo; a falta de dados precisos com relação ao volume gerado; a falta de integração entre os órgãos municipais (responsáveis pelo meio ambiente, limpeza urbana, planejamento, entre outros) e a cultura “do eu falo sozinho” (característica dos órgãos municipais), torna ainda muito lento o processo de atendimento à Resolução 307. Enquanto não se atende à Resolução 307 o solo urbano continua recebendo as cargas do mau gerenciamento dos entulhos.

Há necessidade, portanto de integração, principalmente entre os atores e agentes públicos e do setor produtivo objetivando compartilhar a responsabilidade da gestão dos resíduos sólidos oriundos dos processos construtivos da CPIC, potencializando o compartilhar de recursos e ações.

2.1.2. Complexidades inerentes ao processo construtivo

O processo construtivo define-se como os procedimentos de produção de um dado edifício, desde a tomada de decisão até a sua ocupação. Relaciona-se diretamente ao planejamento, gerenciamento, projetos, construção, e comercialização de um edifício requisitado. É o processo pelo qual, materiais e componentes, terra, energia e combustível, água, máquinas, ferramentas e mão-de-obra são agrupados e organizados para a produção de um determinado produto: edifícios de variadas funções (residencial, comercial, industrial, hospitalar, educacional entre outros), e (ou) obras de infra-estrutura (saneamento, hidroelétrica, abastecimento de água etc).

O produto final do processo construtivo envolve um grande número de diferentes organizações, com papéis definidos em sua execução: proprietários de terra e (ou) imóvel, empreendedores, construtores, planejadores, financiadores, arquitetos, engenheiros, consultores especiais, mão-de-obra, fornecedores e usuários. Apesar de compartilharem o objetivo de produzir um edifício ou obra de infra-estrutura, são organizações independentes, com culturas, procedimentos e objetivos específicos. O sucesso e a qualidade deste processo estão diretamente ligados a esta estrutura, pois são dependentes das relações estabelecidas entre os vários participantes (HILLEBRAND, 1984).

Conforme o Tavistock Institute, o problema básico da indústria britânica, ainda na década de 1970, responsável pelos atrasos e altos custos, resumia-se principalmente na comunicação falha entre os seus participantes: informação ineficiente e incompleta dos documentos técnicos; na falta de planejamento, coordenação e monitoramento e na linguagem técnica independente, entre os diferentes projetos (TAVISTOCK INSTITUTE, 1980). Essas são características de um processo de produção linear, tradicional como esquematizado na figura 7. As fases trabalham desintegradas uma das outras, o que não permite a troca de informação necessária para compatibilizar a informação técnica e as correções necessárias antes de se iniciar a edificação, evitando erros e retrabalhos.

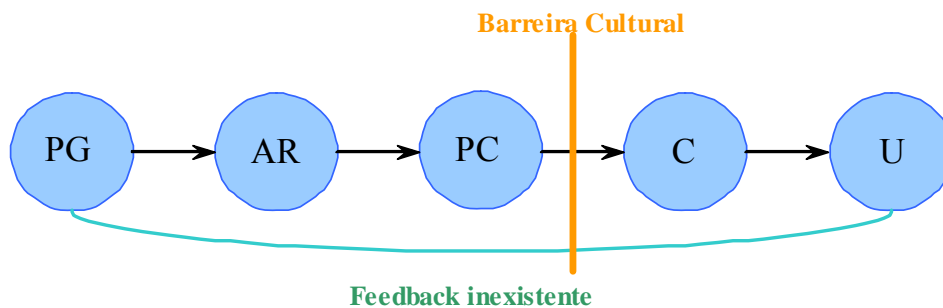


Figura 7: Processo Construtivo Tradicional

PG- Programa de Necessidades; AR-Projeto de Arquitetura; PC-Projetos Complementares; C-Construção; U-Utilização.

Além disso, as características físicas de um processo de produção complexo exigem que o recebimento, o armazenamento e a aplicação dos materiais respeitem planejamentos e procedimentos técnicos. Problemas que se evidenciam no Brasil, principalmente, em processos construtivos de pequeno porte como construção de pequenos edifícios, reformas e autoconstruções, ou ainda em construções executadas por empresas que não possuem certificação do PBQP-H ou sistema de qualidade de acordo com os requisitos da ISO-9001. A falta de qualidade nos processos construtivos exacerba a geração de resíduos.

Alguns estudos desenvolvidos em programas de pós-graduação da USP, UnB, Unicamp e consultorias realizadas a Sindicatos da Construção, tendem a definir o conceito de medir o desperdício por material, e não com base no global da obra, como feito inicialmente por Picchi, em

1989. O SINDUSCON do Estado do Paraná publicou em maio de 1995 três artigos rebatendo a estatística de 30% de Picchi e apresentando a estatística de 3,33% como sendo um índice de médio porte, e ainda um pecado econômico (SINDUSCON/PR,1995). No entanto, o enfoque sobre o global torna-se superficial se o objetivo é entender a indústria a fundo.

A pesquisa que vem sendo consolidada pela USP, desde 1989, tem apresentado resultados que aos poucos confirmam algumas estatísticas. A metodologia utilizada em uma das mais recentes pesquisas envolveu sete universidades (AGOPYAN et. al, 2003) e agregou centenas de canteiros considerando diferentes fases do empreendimento, assim como diferentes indicadores, entre eles, por obra e por serviço pós-estocagem. Os resultados dessas pesquisas estão resumidos na tabela 4. Independente do real índice, o fato é que o processo construtivo gera perdas, as quais podem ser classificadas em seis grupos:

- Perdas inevitáveis decorrentes de fatores climáticos
- Perdas inerentes ao Processo Construtivo
- Perdas agregadas resultantes de materiais aplicados para sanar incorreções de projetos ou incompatibilidade entre os mesmos.
- Perdas de produtividade referentes ao uso indevido do tempo de trabalho.
- Perdas evitáveis decorrentes de desperdício.

Tabela 4: Perdas de materiais em processos construtivos convencionais, conforme pesquisa nacional em 12 estados e pesquisas anteriores.

Materiais	Pinto (1)	Soibelman (2)	FINEP/ITQC (3)
Concreto usinado	1,5%	13%	9%
Aço	26%	19%	11%
Blocos e tijolos	13%	52%	13%
Cimento	33%	83%	56%
Cal	102%	-	36%
Areia	39%	44%	44%

(1) Valores de uma obra (PINTO, 1989)

(2) Média de 5 obras (SOIBELMAN, 1993)

(3) Mediana de diversos canteiros (SOUZA et al., 1998)

Fonte: Pinto (1999)

O Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo em seu Programa de Qualidade e Produtividade (Seminário: Desperdício no Brasil: Causas e Soluções, 1993) identifica várias causas, entre elas: algumas de caráter político, outras de caráter técnico, outras de caráter gerencial e capacitação de mão-de-obra e especialistas.

2.1.3. Complexidades inerentes ao SIGRS

A adoção de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos visa obter respostas para duas questões: primeiro, obter a melhor relação possível entre quantidade de lixo gerada e os custos do seu tratamento (CHERMONT, 1996); segundo, definir a melhor combinação possível entre as várias alternativas de disposição (CHERMONT; LEACH et al; EU; 1996; 1997; 1999).

Os custos do tratamento relacionam-se a custos privados e públicos (coleta, transporte, disposição final etc) e das externalidades geradas²³. As dificuldades em definir o nível ótimo de geração do lixo estão diretamente ligadas à quantificação das externalidades, que são os custos dos impactos no meio ambiente, ao receber entulhos depositados indevidamente. As contaminações dos solos e das águas subterrâneas em áreas de aterros são exemplos de custos das externalidades. As externalidades são *custos* assumidos pelo meio ambiente e a sociedade como um todo. A dificuldade da mensuração das externalidades leva a busca de instrumentos que permitam corrigir o que se define por falha do mercado.

As dificuldades em definir a melhor combinação possível entre as várias alternativas de disposição envolvem: (a) a redução da geração de lixo na fonte; b) uma vez gerado o resíduo buscar maneiras de reutilizá-lo sem comprometer a qualidade do processo ou produto reutilizado; c) o encaminhamento para reciclagem; d) a utilização do resíduo para recuperação de energia (incineração) e e) o encaminhamento para aterros sanitários ou depósitos específicos para resíduos inertes e perigosos (CHERMONT, MOTTA 1996).²⁴

As dificuldades expostas exigem que atores, instrumentos e ações estejam integrados viabilizando o compartilhamento de responsabilidades e recursos. Esta integração requer a estruturação de um sistema complexo, que além de enfrentar as dificuldades inerentes a um número extenso de fatores, enfrenta ainda as barreiras técnicas e de mercado. O quadro 01 e a figura 8 resumem e representam esquematicamente o sistema, suas partes, as interfaces e as barreiras a serem superadas:

²³ Ver nota de rodapé n.3, pg.03.

²⁴ Apesar desta hierarquia ser aprovada sem questionamentos, é importante ressaltar que a decisão com relação à reciclagem e incineração depende de quantidade de resíduos gerada, custos de beneficiamento; o que requer estudos de viabilidade econômica da combinação das formas de disposição.

Quadro 1: Componentes de um sistema integrado de gestão de resíduos

Agentes	Instrumentos	Ações	Barreiras
1) Setor Público: Federal Estadual Municipal			
2) Setor Produtivo Empresas Instituições de Classe Instituições Patronais Associações	Econômicos	Planejamento	Técnicas
	Legais	Implantação	Mercados
3) Pesquisa Universidades Centros de Pesquisa Institutos de Pesquisa	Técnicos	Monitoramento	Culturais
		Operação	Legais
4) Terceiro Setor		Avaliação	Regulamentação

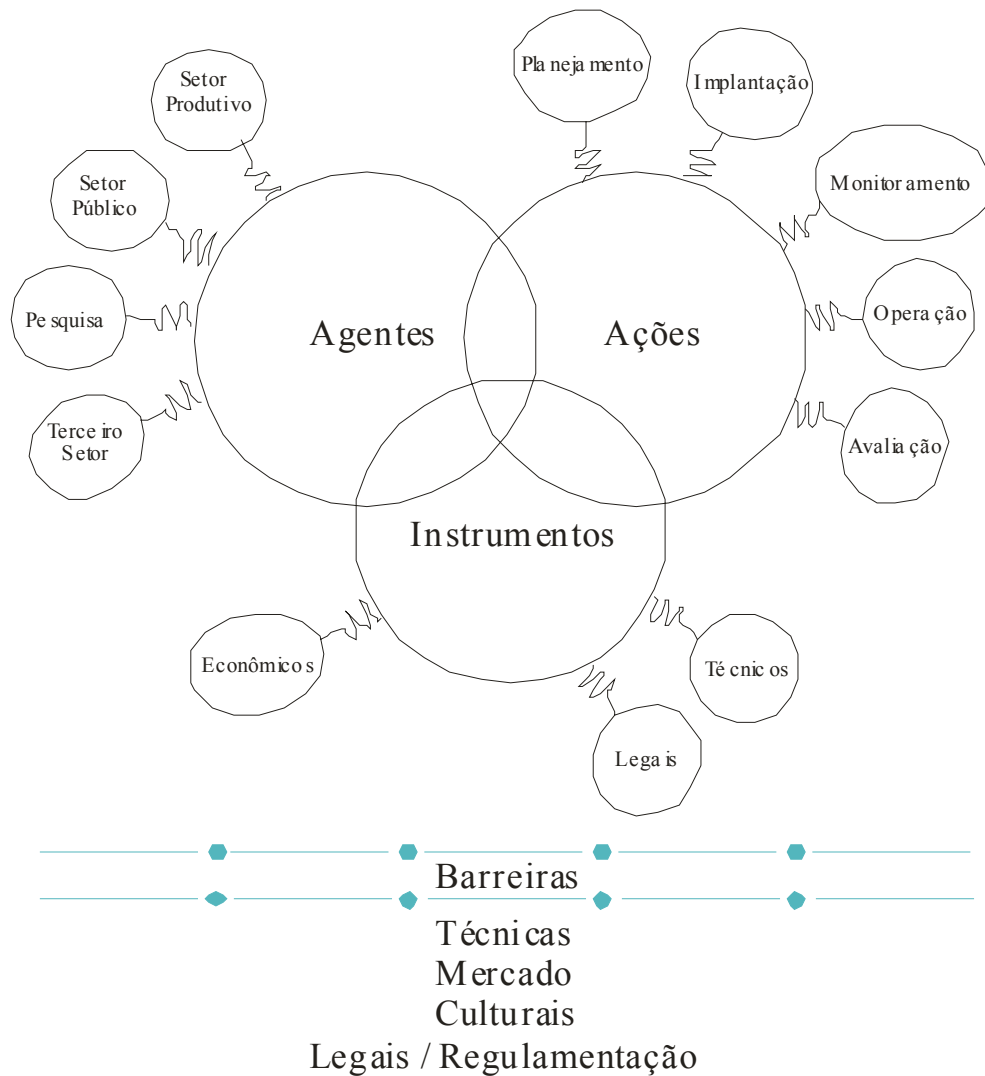


Figura 8: Esquema dos componentes de um sistema de gestão de resíduos sólidos

2.2. FORMAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E A CPIC

O processo construtivo (ou seja, a Cadeia Produtiva Principal da CPIC) constitui-se de cinco fases básicas: fase inicial, desenvolvimento de projetos, construção, utilização (implicando utilização e reformas) e demolição. Todos os participantes envolvidos têm responsabilidades em prevenir, reduzir e gerenciar a produção de resíduos. A redução e gestão da geração dos resíduos sólidos estão diretamente ligadas, aos princípios de projeto, às causas do desperdício no processo construtivo e à qualidade dos processos de construção, manutenção e demolição.

É importante ressaltar a distinção entre prevenção quantitativa e prevenção qualitativa. (HENDRIKS, 2000). A primeira relaciona-se ao edifício a ser projetado e construído visando à mínima geração de resíduo possível, o que requer processos de desenvolvimento de projetos e

processos construtivos de qualidade, envolvendo principalmente, a compatibilização dos projetos de arquitetura com projetos complementares, além do exercício da gestão da qualidade. A segunda implica em que estruturas sejam construídas e materiais sejam aplicados de maneira a permitir a máxima separação dos resíduos durante a construção e demolição, o que requer que o projeto de arquitetura tenha sido concebido e desenvolvido considerando os dois fatores. Isto implica que ao longo de todo o processo de produção de edifícios, decisões devem ser tomadas tendo como fundamento, o objetivo de reduzir resíduos.

O esquema de interdependência entre as decisões se repete, enfocando especificamente a redução e a gestão dos resíduos, de acordo com as soluções adotadas em cada fase do processo de produção de edifícios. Como esquematiza a figura 9 as responsabilidades de reduzir e de gerenciar os resíduos oriundos de processos construtivos, devem ser compartilhadas. Isto implica compartilhar recursos, técnicos e financeiros, e ações necessárias para implantação das soluções viáveis.

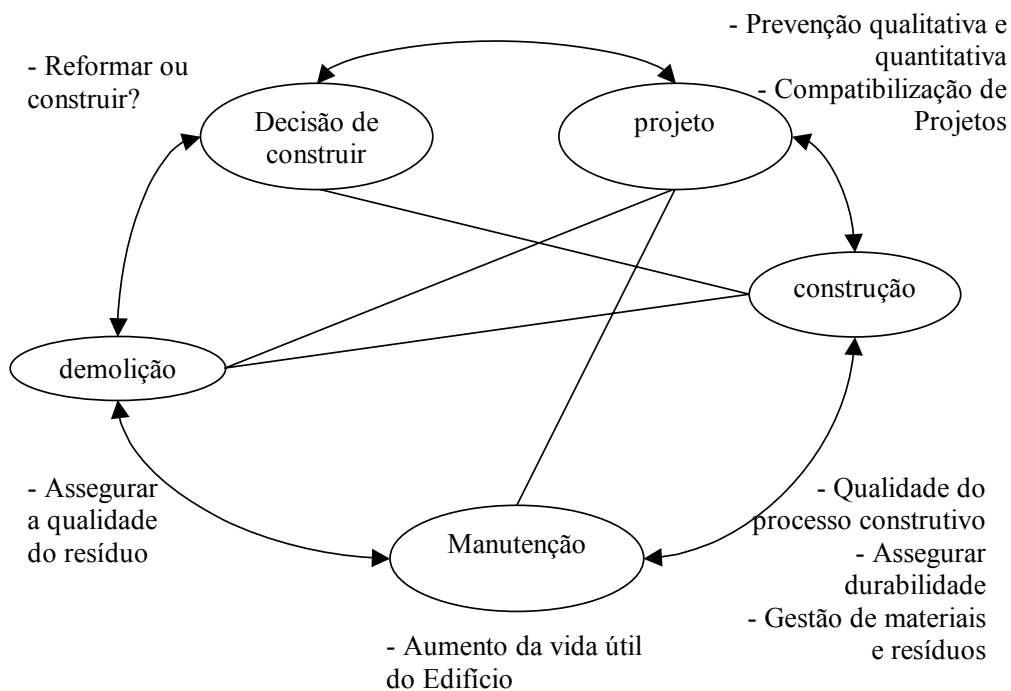


Figura 9: Interdependência de decisões focando em resíduos sólidos

Fonte: Adaptado de Hendriks (2000)

2.2.1. Redução da geração de resíduos

A seguir serão analisadas as formas de disposição de resíduos (redução, reutilização e reciclagem) aplicadas ao contexto do processo construtivo.²⁵

a) Fase Inicial – Decisão de construir

Análises importantes devem ser feitas no momento da tomada de decisão de construir um novo edifício ou usar um existente mantendo sua estrutura e modificando os espaços. O que requer que o edifício tenha sido projetado com o objetivo de produzir um edifício flexível, ou seja, que permite que a estrutura seja mantida e o *lay-out* modificado.

Se a decisão for para a construção de um novo edifício, é necessário considerar: princípios de projeto e de construção que potencializem a redução da geração de resíduos, tanto na construção como nas reformas. Alguns exemplos são: (i) o uso de partidos arquitetônicos flexíveis que absorvam modificações com facilidades; (ii) a aplicação de critérios e princípios de especificação que permitam a reutilização de materiais tanto em construções futuras, como material a ser reciclado, quando oriundos da demolição do edifício; (iii) o apontamento de uma equipe de coordenação, que participe do início ao fim do processo, mantendo a coerência e a integração das decisões evitando erros e desperdícios.

O cliente, assim como, o empreendedor tem também a responsabilidade de certificar-se (sempre que possível) que as especificações considerem a utilização de agregados reciclados na produção de elementos e componentes, ou como substitutos de matérias primas como cascalho e brita em pavimentações.

²⁵Não será considerada a possibilidade do uso dos aterros sanitários como forma de disposição dos resíduos sólidos da IC por três razões: primeiro o potencial para reciclagem inerente aos resíduos oriundos da IC, como demonstrado acima; segundo, pelos altos custos das externalidades geradas pela utilização dos aterros sanitários, que podem levar à contaminação de águas subterrâneas e superficiais e efeitos dos impactos negativos causados pelos odores e aspectos estéticos. (SAYAGO, OLIVEIRA & MOTTA; CHERMONT & MOTA; 1998, 1996). E terceiro que com a emissão da resolução 307 do CONAMA, resíduos sólidos oriundos da IC devem ser encaminhados a áreas específicas de destinação.

b) Fase de Desenvolvimento do Projeto

O arquiteto tem uma grande responsabilidade ao conceber e desenvolver projetos podendo optar por edifícios compactos, com a utilização de pré-fabricados e dimensões padronizadas (que permitem sua reutilização no futuro). Além de dar preferência a materiais reciclados, assim como métodos e materiais estruturais desmontáveis. Conforme salientado por Hendriks (2000), este último está diretamente ligado às condições químicas, físicas e mecânicas da conexão dos materiais.

A participação do arquiteto pode ainda contribuir no estabelecimento de regras a fornecedores como certificados de origem de matérias-primas, recolhimento de embalagens de difícil absorção por processo de reciclagem, produção de componentes com utilização de agregados reciclados e produção de materiais de revestimento que possam ser absorvidos pelo meio ambiente.

c) Fase de Construção – Canteiro de Obra

Os resíduos produzidos durante a fase de construção são resultados, principalmente, das perdas dos vários processos construtivos (AGOPYAN & JOHN, 2000:5). Segundo Pinto (1999), 50% das perdas são convertidas em resíduos. Além do monitoramento e minimização das perdas, faz-se necessário o gerenciamento logístico da entrega, armazenamento e transporte do material no canteiro de obra. Ainda é responsabilidade do construtor definir um processo eficiente de separação e coleta do resíduo produzido. Uma gestão adequada do resíduo gerado durante o processo construtivo mantendo principalmente a qualidade dos resíduos, potencializa sua reciclagem (HENDRIKS, 2000).

A conscientização por parte da mão-de-obra e sua participação são imprescindíveis para o sucesso do processo de coleta seletiva. Há dois princípios norteadores fundamentais relacionados aos paradigmas tecnológicos do processo construtivo sustentável: o conceito de gestão de qualidade deve permear todas as fases do processo; e o processo construtivo é visto como um processo de reciclagem.

O exercício contínuo da gestão da qualidade assegura que sistemas e procedimentos são introduzidos ao longo do processo, particularmente por meio da implantação de sistemas de qualidade, como por exemplo, ISO ou PBQP-H. Conseqüentemente: há menos erros, menos retrabalhos, menos desperdícios, mais qualidade, mais durabilidade, menos manutenção, o que implica em economia de recursos naturais não renováveis.

Um conceito aplicado, recentemente, ao processo de produção de edifícios é o da engenharia simultânea, o qual possui suas raízes no pensamento sistêmico e visa trabalhar concepção e

produção paralelamente, potencializando a qualidade de ambos e assegurando a qualidade do produto final. A possibilidade de integrar agentes, objetivos, metas, processos, parâmetros e comportamentos, ao conceber e executar edifícios torna-se uma ferramenta relevante (MINTO, 2002), principalmente se for considerado o objetivo de introduzir a dimensão de sustentabilidade ao processo como um todo.

d) Fase de manutenção

A redução de resíduos nesta fase está diretamente ligada à qualidade da construção, a qual busca evitar defeitos para reduzir manutenções. Também busca a flexibilidade de projetos, para que modificações necessárias sejam feitas através de desmontagem para reutilização de componentes além do aumento da “*vida útil física*” dos edifícios (AGOPYAN & JOHN, 2000:6). Este último está diretamente ligado à conscientização dos usuários da importância em prover manutenção aos edifícios ao longo de sua utilização. Uma cultura a ser fortalecida no Brasil.

O prolongamento da vida útil dos edifícios depende da conscientização dos proprietários da necessidade de melhorias nos edifícios no lugar de demolições, o que depende de incentivos econômicos. A tecnologia aplicada tanto no projeto como no processo de demolição em si, permitindo a reutilização de materiais e componentes, também é importante para não comprometer a qualidade dos resíduos. Todos os três fatores estão diretamente ligados à prevenção quantitativa e prevenção qualitativa defendidas por Hendriks (2000), e citados anteriormente.

2.2.2. Reutilização dos resíduos

A reutilização de edifícios, assim como de materiais e componentes, depende invariavelmente dos princípios norteadores da concepção do projeto, da qualidade do processo construtivo e de seus produtos e da qualidade do processo de demolição.

A reutilização de edifícios, enquanto espaços construídos, depende de alguns fatores primordiais como: edifícios projetados para serem facilmente adaptados a funções diferenciadas sem modificações extremas (plantas flexíveis, utilização de componentes pré-fabricados e utilização de dimensões padronizadas e moduladas); e edifícios construídos com qualidade técnica para que sua vida útil seja prolongada. A reutilização de materiais, elementos e componentes dependem do projeto e de critérios norteadores na tomada de decisão sobre sistemas construtivos e tecnologias construtivas. Por exemplo, a decisão de se usar escoramento metálico no lugar do escoramento de madeira; ou fôrmas metálicas em vez de madeiras.

2.2.3. Incineração dos resíduos

Outro uso potencial dos resíduos oriundos da IC diz respeito à incineração visando principalmente à redução do volume dos resíduos e a geração de energia. A tecnologia disponível é complexa, exige mão-de-obra qualificada, apresenta problemas na operação e é de alto custo. Durante o processo de incineração, o produto resultante “*ash*” (cinzas) pode ter várias aplicações, dependendo do resíduo utilizado no processo de incineração.

2.3. RECICLAGEM DE RSCD²⁶

É importante ressaltar que o conceito de reciclagem aplicado neste estudo relaciona-se ao ciclo ‘novo-velho-novo’. Este processo implica em uma série de operações: coleta, desmonte, seguida de tratamento, e a conseqüente volta ao fabricante original, que o torna *novo*, no entanto, um material secundário, o qual é transformado em produto secundário semi-acabado (HENDRIKS, 2000:17).

Este conceito fundamenta-se na gerência ambiental, social e econômica de recursos naturais, visando à gerência do ciclo de vida de materiais. Baseia-se em um dos pilares de política ambiental, conhecida como “*integral chain management*”. A gerência de cadeia integrada, o mesmo que, gerência do ciclo de vida dos materiais de construção, inclui cadeia de produção, construção, demolição, reuso ou reciclagem e disposição (HENDRIKS, 2000:103). Implica na redução dos usos de recursos naturais (fontes de energia e matéria-prima) e em mantê-los no ciclo de vida de produção o máximo de tempo possível. Tal conceito enfatiza a importância do projeto no processo construtivo que é visto como um processo de reciclagem.

O conceito do processo construtivo como processo de reciclagem envolve fazer uso de recursos naturais de maneira preventiva. Uma vez que tenham sido transformados em resíduos é feita sua reinserção dentro do processo produtivo, reutilizando-os em novas construções ou nos processos de demolição. A matéria-prima, uma vez utilizada e gerando resíduo, é transformada e reintroduzida no processo de produção como agregado reciclado para produção de novos materiais (HENDRIKS, 2000). O fornecimento e processamento de materiais, elementos e componentes que alimentam a cadeia principal da CPIC passa a envolver a aplicação do conceito de gerenciamento em cadeia integrada.

²⁶ Resíduos Sólidos de Construção e Demolição

O gerenciamento do ciclo de vida de produtos considera aspectos ambientais, sociais e econômicos, com base no princípio de redução do uso de fontes de energia fóssil e uso máximo de fontes de energia; além do balanceamento do processo de renovação e decomposição de materiais naturais; e proteção de ecossistemas. A figura 10 adaptada de Hendriks (2000) esquematiza o processo construtivo como processo de reciclagem.

2.3.1. Geração de RSCD

Os resíduos provenientes do processo construtivo são gerados em canteiros de obras de novas construções (residenciais, comerciais, industriais), reformas, demolições e limpezas de terrenos. Algumas estatísticas apontam que apenas 14% a 20% dos resíduos gerados no processo construtivo são oriundos de construções executadas por construtoras, o restante é gerado em construções de residências, reformas e em autoconstruções. No DF a Ascoles, (Associação dos Coletores de Entulho), aponta para um percentual em torno de 35% do entulho do DF oriundos de autoconstruções. A pesquisa de Fernando Campos²⁷ (em fase de consolidação) estima que 70% dos RSC são oriundos de processo construtivos liderados por construtoras no Distrito Federal.

Pinto (1999) aponta as reformas e ampliações como os canteiros que mais geram entulhos, de acordo com sua pesquisa no interior de São Paulo e em Vitória da Conquista (BH). Estatísticas americanas e japonesas apontam os canteiros de demolição como os maiores responsáveis pela geração de resíduos, como demonstram os gráficos 2 e 3 citados por Pinto (1999).

²⁷ Fernando Campos é economista, aluno de mestrado do curso de Economia da Universidade de Brasília e pesquisador na área de resíduos sólidos urbanos.

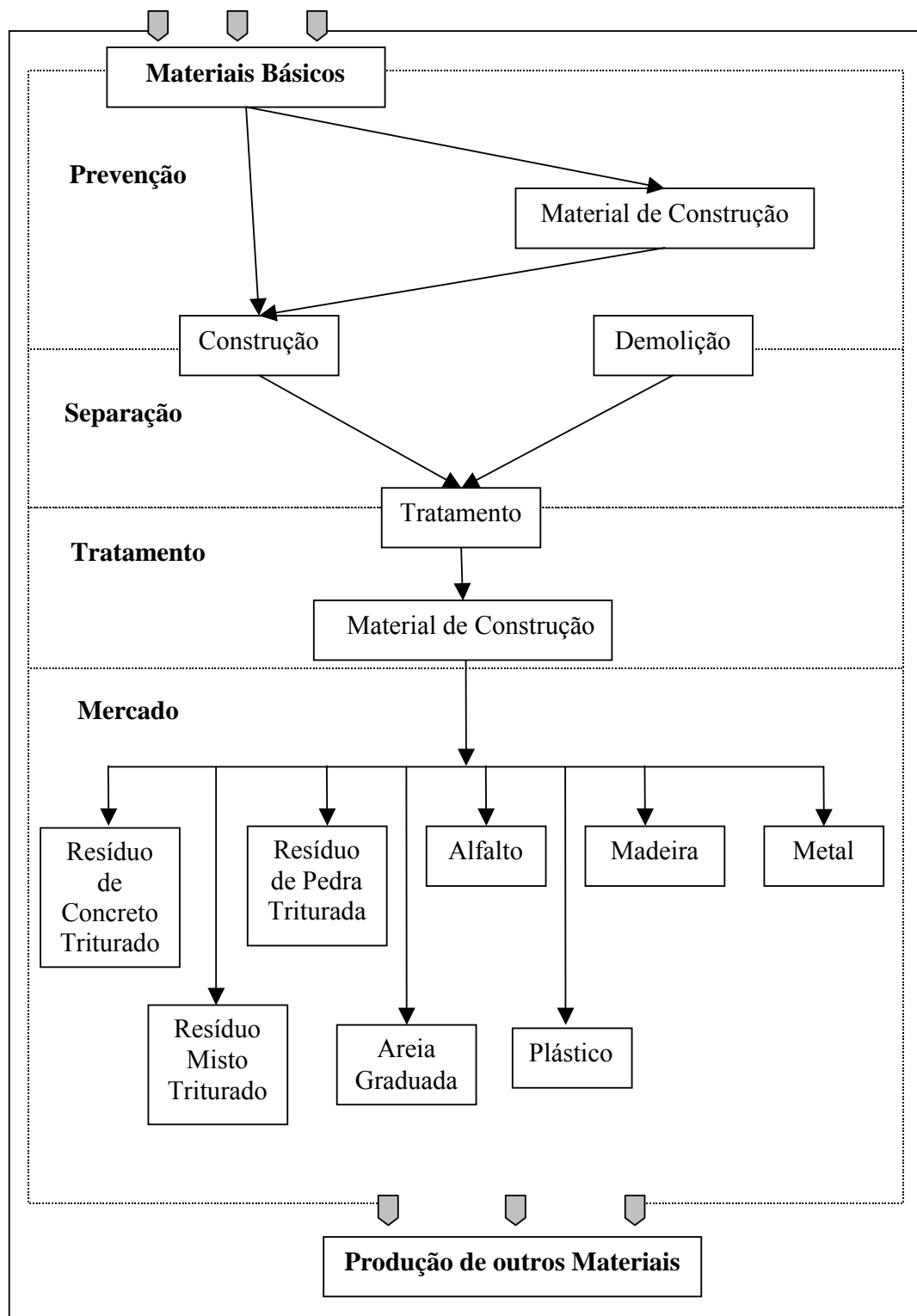


Figura 10: O Processo Construtivo como processo de reciclagem

Fonte: Adaptado de Hendriks, (2000).

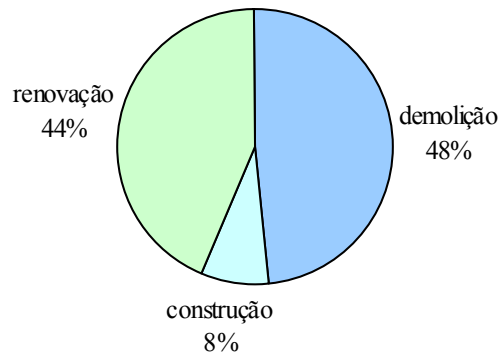


Gráfico 2: Geração de RSCD em processo construtivos norte-americanos (YOST, 1998)

Fonte: Pinto (1999)

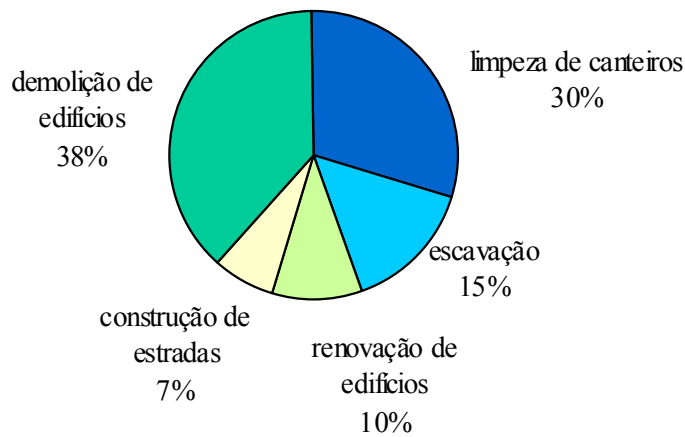


Gráfico 3 : Origem dos RSCD recebidos nos aterros de Hong Kong (HONG KONG,1993)

Fonte: Pinto (1999)

2.3.2. Composição dos RSCD

Os resíduos sólidos provenientes de canteiros de construção e demolição dividem-se em resíduos minerais, papéis, madeira, vidros, metais, gessos, plásticos entre outros.

A resolução 307 do CONAMA de 05/07/2001, em seu artigo terceiro caracteriza os RSCD em quatro classes:

- Classe A – são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação. Exemplos: cacos de cerâmica, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, concreto, argamassa, entre outros.
- Classe B – são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plástico, madeira, papel, papelão, metais, vidro e outros.

- Classe C – são os resíduos em que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação, tais como, os produtos oriundos do gesso.
- Classe D – são os resíduos perigosos, oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Algumas estatísticas apontam porcentagens entre 60% a 80% de RSCD passíveis de serem reciclados (resíduos classe A e resíduos classe B, de acordo com a Resolução 307). Entre elas: a composição dos resíduos RSCD na Holanda, gráfico 4; a composição considerada resultante de caracterizações de diferentes estudos, gráfico 5 (PINTO; FASIO; JOHN, FURNAS, 1999, 1996, 2000, 2003) e a composição dos RSCD recebidos diariamente no aterro de Itatinga, gráfico 6.

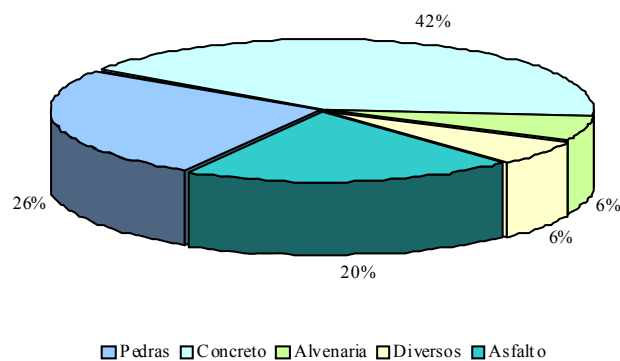
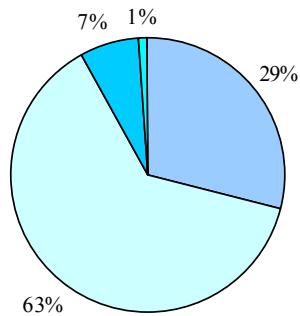


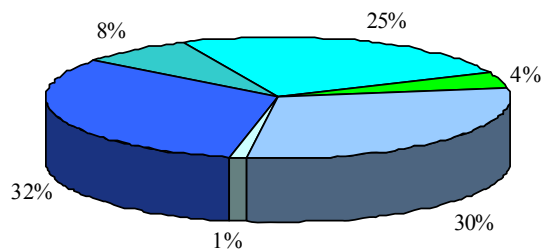
Gráfico 4: Composição dos RSCD - contexto holandês

Fonte: Hendriks (2000)



■ Tijolos e Blocos ■ Argamassa ■ Outros ■ Orgânicos

Gráfico 5: Composição dos RSCD no Brasil
 Fonte: Dados de Pinto; Fasio; FURNAS, 1999, 1996, 2003



■ cerâmicos ■ orgânicos ■ solo ■ concreto ■ argamassa ■ outros

Gráfico 6: Composição média dos entulhos depositados no aterro de Itatinga, São Paulo.

Fonte: Brito Filho Apud. John, (2000).

2.3.4. Aplicação dos agregados reciclados

Os resíduos sólidos provenientes de canteiros de obras, particularmente os resíduos classe A e classe B, de acordo com a classificação da Resolução 307 do CONAMA, são os resíduos com possibilidades de serem absorvidos por processos de reciclagem.

Os resíduos classe B, ou seja, papel, papelão, metal, plástico, entre outros, são possíveis de serem absorvidos por processos de reciclagem por indústrias fora da CPIC. Já os resíduos classe A (resíduos que se apresentam em maior quantidade) podem ser absorvidos pela cadeia principal da CPIC. Estes resíduos, uma vez reciclados, podem ser utilizados na execução de bases e sub-bases de pavimentação, na confecção de blocos para vedação e agregado substituto da areia, dentre outros.

A metodologia para identificação da aplicação dos RSCD, aplicada especialmente aos resíduos classe A, vem respeitando alguns passos fundamentais (HENDRIKS, 2000; JOHN, 2000). Entre eles:

- 1) A caracterização dos resíduos com base em análises químicas, físicas e de microestrutura dos resíduos visando inclusive detectar possíveis riscos ambientais relacionados principalmente a metais tóxicos.
- 2) A caracterização dos resíduos permite identificar a relação entre fatores tecnológicos com a estrutura dos poros; e da relação entre estrutura dos poros e propriedades do material.
- 3) Com base na análise anterior parte-se para identificação das possíveis aplicações dos resíduos de acordo com as necessidades da aplicação especificada. O processo de avaliação das possíveis aplicações requer estudos de desempenho dos resíduos de acordo com a aplicação definida.
- 4) Uma vez definidos a aplicação e o processo de produção do resíduo também se define, a análise do seu ciclo de vida e, portanto a avaliação de seus diferentes impactos ambientais. Esta análise inclui os impactos que podem ser identificados durante o processamento, a aplicação e pós-aplicação, considerando possíveis riscos ao solo, lençóis freáticos, ar e, (dependendo do processo de aplicação), também aos usuários.

É importante ressaltar que a qualidade do agregado reciclado depende da qualidade dos resíduos a serem processados (HENDRIKS, 2000). Assim, quanto mais bem selecionados os resíduos, maiores serão as chances de produzir um agregado de qualidade. Os resíduos classe A, por exemplo, uma vez processados podem produzir agregados com potencial de substituição do cascalho, brita e areia, por isso não devem estar misturados a resíduos orgânicos, gesso e outras substâncias que possam influenciar suas propriedades, afetando seu desempenho como agregado.

2.3.5. Consolidando a reciclagem

Além dos fatores técnicos relacionados à aplicação dos resíduos, a consolidação de um sistema de reciclagem depende ainda de fatores como a densidade populacional, obtenção de agregados naturais e nível de industrialização (IBAM, 2001). Além disto, devem ser consideradas as condições de recebimento e comercialização que dependem do estudo de viabilidade econômica do processo de reciclagem.

O primeiro fator refere-se à capacidade da região ou município de alimentar um processo de reciclagem, de acordo com o volume de resíduos produzidos pela indústria da construção local que deverá alimentar os agentes recicladores com matéria-prima.

O segundo fator diz respeito às dificuldades da região ou do município em produzir agregados naturais como a areia, o cascalho e a brita. Esta dificuldade tende a estimular a busca de alternativas. A dificuldade de acesso a jazidas naturais pode justificar investimentos em tecnologia de reciclagem.

O terceiro fator está diretamente ligado à conscientização da sociedade sobre a importância e as vantagens da reciclagem.

O estudo de viabilidade econômica para consolidação de um sistema de reciclagem deve considerar fatores relacionados a condições de recebimento dos resíduos e aspectos da comercialização, entre eles:

- localização das áreas legalizadas, visto que as distâncias interferem no custo do transporte, que por sua vez influencia no custo do agregado;
- as questões referentes a quantidades a serem recebidas pelas áreas de recebimento (o que depende da localização dessas áreas na malha urbana);
- origens dos resíduos (que requer sistema de controle e fiscalização que deve ser compartilhado com o município);
- a qualidade dos resíduos (que depende do gerador e a implantação de projetos de gestão e resíduos nos canteiros de obras, assim como de técnicas de demolição que assegurem a qualidade do resíduo);
- qualidade do acondicionamento e transporte do resíduo;
- disponibilidade de matéria-prima natural, qualidade e preços;
- qualidade, quantidade e custo de produção dos agregados reciclados.

2.4. EXPERIÊNCIA DE BELO HORIZONTE²⁸

Desde 1993, a prefeitura de Belo Horizonte vem trabalhando no sentido de minimizar os impactos causados pelos resíduos oriundos de canteiros de obras na cidade. Segundo o diagnóstico dos resíduos gerados, esses correspondem a 50% (em massa) dos resíduos coletados diariamente na cidade e depositados nas áreas legalizadas e nas 134 áreas clandestinas detectadas. A partir deste diagnóstico foi elaborado o Programa de Correção de Deposições Clandestinas e Reciclagem de Entulhos. Este programa definiu uma rede de áreas de deposição e uma rede de subprogramas que

²⁸ As informações sobre Belo Horizonte foram coletadas em visita às estações de reciclagem e entrevistas com técnicos da prefeitura de Belo Horizonte envolvidos no processo de reciclagem de resíduos.

tem por finalidade informar a população, fiscalizar a disposição de resíduos e promover a recuperação de áreas degradadas.

A rede de áreas está composta por duas estações de reciclagem de entulhos e unidades de recebimento de pequenos volumes (URPVs). As primeiras, localizadas na regional oeste e na Pampulha recebem os resíduos considerados recicláveis, os quais primeiro são recebidos na portaria; segundo são espalhados para catação dos metais, plásticos e resíduos indesejáveis; terceiro são britados; quarto, uma vez processados são expedidos para obras de pavimentação. As estações de reciclagem também recebem resíduos como metais, papel, vidro e plástico, funcionando como pontos de entrega voluntária.

As unidades de recebimento de pequenos volumes (URPVs) recebem gratuitamente volumes de resíduos sólidos (de construção, material de desaterro, aparas de vegetação e de madeira, e de bens de consumo danificados) até dois metros cúbicos diários por transportador. Os resíduos são organizados de acordo com a classificação e racionalização da coleta. As URPV também têm a finalidade de credenciar carroceiros²⁹, dar encaminhamento a solicitações de remoção de pequenos volumes e receber materiais entregues voluntariamente, segregando-os e enviando-os a processos de reciclagem.

O principal resultado da experiência de Belo Horizonte é a consolidação do processo de reciclagem em torno de 35% dos resíduos sólidos provenientes de canteiros. No entanto, questiona-se se a coleta seletiva realizada na fonte de geração e uma maior interação com a pesquisa e desenvolvimento (P&D) não dariam oportunidades de melhoria da qualidade do agregado reciclado, fortalecendo sua aplicação e a consolidação de sua cadeia de valor.

2.5. EXPERIÊNCIA HOLANDESA

A Holanda recicla 90% dos resíduos produzidos por construções e demolições. Apenas 10% são encaminhados para incineração ou aterros (SYMONDS REPORT, Apud, European Comission, 2000).

O sucesso da experiência holandesa é resultado de uma combinação de fatores ao longo de vinte anos, entre eles: programas de pesquisa, taxas altas de disposição de resíduos recicláveis em aterros, mercado restrito pré-definido, agregados de qualidade equiparando-se a matérias-primas secundárias, diretrizes de avaliação de qualidade do processo e dos resíduos processados e

²⁹ A Prefeitura de Belo Horizonte estabeleceu convênio com a Universidade Federal de Minas Gerais para monitoramento da saúde dos animais usados no transporte de resíduos. |

certificação de qualidade dos agregados reciclados. Além dos instrumentos econômicos e legais. O gráfico 07, adaptado de Johan Put (2001)³⁰ resume os mais importantes fatores e momentos na trajetória holandesa de consolidação do processo de reciclagem de RSCD.

No caso holandês, as autoridades têm concentrado seu papel em estabelecer limites de valores e uma política de apoio. Há uma intensa e consolidada atuação da Universidade de Delft por meio da pesquisa e desenvolvimento, integrados ao setor produtivo o que permite a validação técnica de todo o processo.

A implementação do Plano de Construção e Demolição, que visa influenciar a quantidade e a qualidade dos resíduos da construção e demolição, permite que os objetivos relativos à

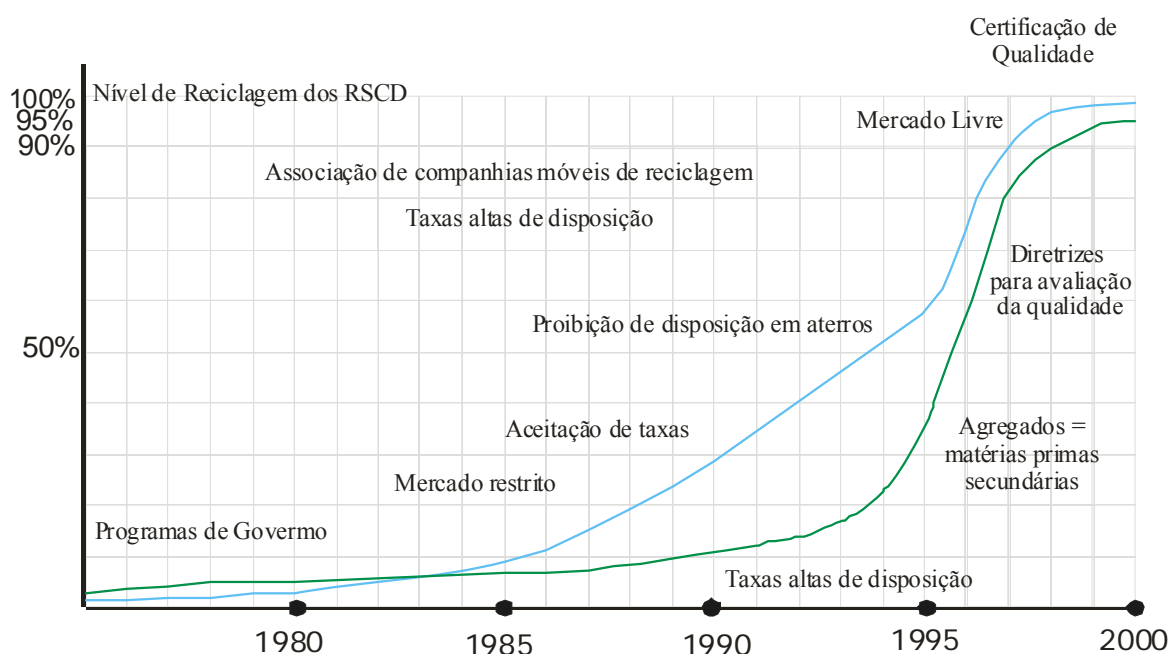


Gráfico 7: Lições Holandesas

Fonte: Adaptado de Put (2001)³¹

produção e utilização de resíduos sejam alcançados através de mecanismos de mercado. A experiência holandesa mostra que o fornecimento e mecanismos de demanda não são suficientes para promover a prevenção da produção de resíduos e a sua reutilização (HENDRIKS, 2000:93). Sendo, portanto, necessária e imprescindível, a intervenção do Estado por meio de legislação, regulação e introdução de instrumentos econômicos que possam corrigir as falhas de mercado.

³⁰ Notas de apresentação em *Power Point* de Prof. Dr. Johan Put no Workshop: Reciclagem de resíduos da construção e as normas técnicas para sua utilização; Sinduscon-SP, São Paulo, 2001.

³¹ Gráfico apresentado por Prof. Dr. Johan Put no Workshop: Reciclagem de resíduos da construção e as normas técnicas para sua utilização; Sinduscon-SP, São Paulo, 2002.

Entre os instrumentos utilizados podem ser citados: Proibição de Disposição (*Dumping Ban*); Regulações Ambientais Municipais (*Provincial Environmental Regulations*) e Decreto de Materiais de Construção (*Building Materials Decree*) (HENDRIKS, 2000).

2.5.1. Proibição de Disposição

A Proibição de Disposição de Resíduos de Construção e Demolição é um importante instrumento para incentivar a busca de reuso, mantendo o resíduo dentro do processo construtivo. Considerando aqui o conceito de processo construtivo como um processo de reciclagem. Este instrumento visa, portanto promover a separação do resíduo da IC em subprodutos e conseqüentemente sua remoção a processadores para prevenir o seu desaparecimento do processo construtivo (HENDRIKS, 2000).

O instrumento só foi efetivado a partir da imposição de tarifas e licenças de disposição por autoridades municipais. De acordo com a experiência Holandesa, desde o momento que a proibição foi efetivada, “as taxas cobradas” por processadores de resíduos da construção não competiram com as baixas taxas formais de disposição. É importante ressaltar que o sucesso deste instrumento está na certificação da origem do resíduo, que assegura sua qualidade e uniformidade, já que ele deve conter menos de 12% de material reutilizável, de acordo com as normas holandesas (HENDRIKS, 2000).

2.5.2. Regulações Ambientais Municipais

No caso Holandês a remoção de resíduos é de responsabilidade dos municípios. As autoridades municipais têm poder e responsabilidade para implementar o Plano Municipal de Políticas Ambientais. Isso significa que as autoridades municipais podem introduzir regulamentações mais exigentes e específicas, desde que não contrariem a “Order in Council” e outras regulamentações federais. Os municípios, assim, introduziram regras para disposição, para apresentação de relatórios e separação do resíduo (HENDRIKS, 2000:95). As regras para apresentação de relatórios visam o monitoramento da situação dos resíduos como um todo, tanto em relação à quantidade como à qualidade. Os coletores e processadores são obrigados a emitir relatórios identificando a quantidade e qualidade dos resíduos recebidos, de quatro em quatro meses. O transporte de resíduos entre municípios é proibido, visando assegurar o uso das plantas processadoras e locais de disposição de cada município.

2.5.3. Decreto de Materiais de Construção ou Decreto de Materiais de Construção para Proteção do Solo e Água

Este instrumento tem como objetivo impor regulamentações sobre os usuários de materiais de construção, oriundos de materiais secundários. Visa, portanto equilibrar os conflitos entre os interesses de reuso máximo de materiais de resíduos e proteção máxima do solo e água. Dependendo da segregação do resíduo, uma vez processado, poderá conter metais tóxicos ou poluentes os quais serão depositados no solo, afetando o lençol freático. É um instrumento de extrema importância para minimização de impactos ambientais principalmente considerando o hábito de utilizar o *entulho* para aterrar e trabalhar relevos. (HENDRIKS, 2000).

2.6. SÍNTESE ANALÍTICA

À medida que o tempo passa a estabilidade ambiental no longo prazo torna-se um desafio cada vez mais complexo, pois ela está diretamente ligada às políticas de gerenciamento dos recursos naturais, voltadas principalmente a regulamentar às intervenções humanas sobre os sistemas urbanos, rurais e naturais.

Ao admitir tais problemas como sendo da sociedade e diretamente ligados às políticas de gerenciamento ambiental, assume-se, primeiro, que os problemas ambientais são de responsabilidade dos principais atores da sociedade: o Estado, a Sociedade e o Mercado. Segundo, que se precisa de instrumentos de gerenciamento dos recursos naturais, implicando em um Estado capaz de regular e regulamentar as questões relacionadas ao meio ambiente, com base em uma estrutura forte, ágil e integrada³². Além disso, para que o Estado possa exercer seu papel, é necessário enfatizar a participação e conscientização dos agentes envolvidos no processo de produção da IC, em relação aos papéis a serem efetivamente exercidos, principalmente os geradores (empresas construtoras e geradores de menor porte) e transportadores locais.

A atuação adequada e eficiente de cada agente é imprescindível para uma gestão integrada. O quadro 02 resume as principais responsabilidades e agentes relevantes à gestão dos resíduos oriundos de processos construtivos. A figura 11 resume um ciclo básico ideal dos RSCD a partir de sua geração nos canteiros de obras, de acordo com os princípios e critérios expostos neste capítulo.

³² No que diz respeito às questões relacionadas ao gerenciamento dos RSCD a experiência Holandesa exemplifica que o mercado, por ele mesmo, não é capaz de potencializar sua adoção com sucesso. Faz-se necessário integrar instrumentos de gestão ambiental, particularmente de controle e comando, além da integração de P&D (pesquisa e desenvolvimento) a todo o processo.

A carência de informação e pesquisa aplicada reforça a necessidade de potencializar a pesquisa com parcerias entre indústrias e universidades, visando dar subsídio às decisões a serem tomadas no processo de adoção e implantação de um SIGRS na IC, envolvendo principalmente:

- Estudo sistemático do ciclo de vida dos produtos.
- Avaliação dos impactos dos instrumentos de regulamentação direta e econômicos adotados, visando sua disseminação.
- Aplicação de tecnologia de processamento e reciclagem de resíduos com avaliação dos produtos e processos, visando definir critérios de qualidade tecnológica e ambiental.
- Aplicação de modelos por meio de pilotos visando identificar diferentes maneiras de introduzir e disseminar a sustentabilidade na CPIC.

As dificuldades em apresentar soluções viáveis e ágeis a um dos maiores desafios da gestão ambiental relacionam-se, portanto a diferentes fatores e aspectos, entre eles a falta de integração dos agentes relevantes do setor público; do setor privado e do setor de pesquisa; a falta de integração dos instrumentos de gestão (legais, econômicos e sociais); as complexidades inerentes ao processo construtivo e ao processo de gestão de resíduos sólidos em geral; e a necessidade de fortalecer a pesquisa relativa ao tema.

Um caminho a ser exercitado é a integração de agentes envolvidos no processo, cada um assumindo sua atuação e todos integrados trabalhando em direção a um objetivo único. Uma tarefa que esta pesquisa se impõe e que foi executada por meio da elaboração e implantação do estudo de caso apresentado no Capítulo 5, visando exercitar na prática os conceitos analisados neste capítulo e alguns dos vetores de mudanças capazes de influenciar comportamentos e viabilização de soluções identificados no próximo capítulo.

Quadro 2: Principais responsabilidades na gestão dos RSCD	
Agente	Responsabilidades
Governo	<p>Introdução de instrumentos de regulamentação direta e econômica visando a regulamentação do gerenciamento da coleta;</p> <p>Transporte e fiscalização de disposição;</p> <p>Buscar desencorajar o uso de aterros, ou estipular padrões e fiscalizar a utilização de entulho para aterramentos;</p> <p>Buscar o fortalecimento das atividades recicladoras;</p> <p>Estabelecer metas para redução de recursos naturais escassos;</p> <p>Incentivar para uso de resíduos oriundos de construção e demolição; induzir a redução de produção de resíduos durante o processo construtivo; coibir a Extração de areia e cascalho;</p> <p>Fortalecer a produção de agregados reciclados.</p> <p>Mapear e estimular áreas legais de disposição de resíduos sólidos.</p>
Geradores	<p>Buscar reduzir as perdas e a geração de resíduos através da adoção de métodos construtivos mais racionais;</p> <p>Introduzir um sistema eficiente de gestão de resíduos sólidos durante o processo construtivo;</p> <p>Conscientizar-se da necessidade de utilizar materiais reciclados; viabilizar as atividades de reciclagem, assegurando a qualidade dos resíduos segregados.</p> <p>Investir em Pesquisa e Desenvolvimento</p>
Clientes, empreendedores, arquitetos, engenheiros e consultores.	<p>Estabelecer critérios de especificação que visem à utilização de materiais reciclados e adoção de princípios de sustentabilidade;</p> <p>Estimular a adoção de sistema gestão de resíduos;</p> <p>Definir critérios de racionalização e padronização na definição dos métodos construtivos visando produzir edifícios flexíveis e de fácil demolição</p>
Transportadores	<p>Buscar exercer a atividade de transportar de maneira consciente e responsável, levando os resíduos às áreas destinadas;</p> <p>Contribuir para os programas de controle e fiscalização do volume e características do resíduo produzido,</p> <p>Conscientizar seus motoristas dos impactos causados por resíduos dispostos irregularmente.</p>
Processadores dos resíduos	Assegurar a qualidade dos agregados reciclados.
Universidades Instituto de Pesquisa	Desenvolvimento de pesquisa – implementação de laboratórios, pesquisa aplicada, assessoria parlamentar, cursos, consultoria, integração de agentes, dentre outros.

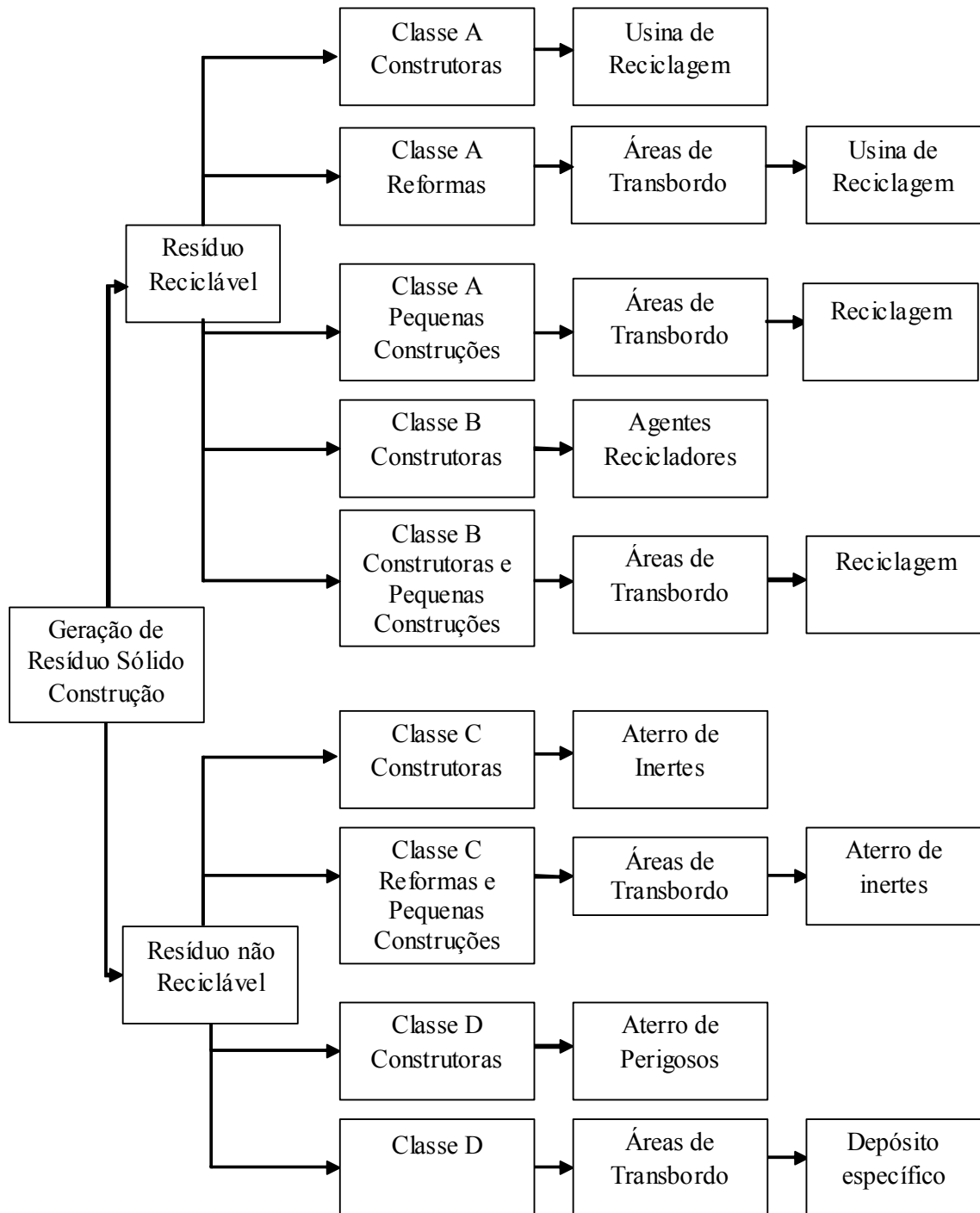


Figura 11: Fluxograma Básico dos RSCD assumindo a existência de um processo de reciclagem³³

³³ Classe A construtoras – resíduos oriundos de médias e grandes empresas.

CAPÍTULO 3: VETORES DE MUDANÇA (SOLUÇÕES)

3.1. IDENTIFICAÇÃO DE VETORES DE INFLUÊNCIA

O estudo dos vetores de mudanças na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção – CPIC, em uma trajetória tecnológica sustentável, está diretamente vinculado às pesquisas do processo de inovação, dos modelos de evolução tecnológica de indústrias e aos instrumentos de gestão ambiental que podem introduzir mudanças comportamentais.

Apesar dos estudos de aplicação de modelos para a análise de mudanças tecnológicas e inovação oferecerem ferramentas relevantes ao estudo de inovação e mudanças na CPIC, nenhum se aplica integralmente ao seu contexto, particularmente no Brasil. Primeiro por se referirem a indústrias manufatureiras ou a indústrias de tecnologia avançada (de pesquisa intensa) e por serem, em sua maioria, estudos estrangeiros. Segundo, pelas características do produto final da construção que define peculiaridades em seu processo (TURIN; IVE & GROAK; 1968; 1986). Além disso, o número de participantes no processo construtivo reforça a relevância da dimensão social em qualquer análise (BOWLEY; IVE; TURIN; 1966, 1986, 1968). Terceiro, por estar inserido em um país que se caracteriza por realidades antagônicas e instituições desintegradas.

O conjunto de estudos específicos sobre a inovação da indústria da construção, forma um arcabouço que se caracteriza por buscar identificar vetores que fortaleçam sistemas de inovação e de aprendizado na indústria. Isto significa a integração de fatores técnicos, econômicos, organizacionais, institucionais e políticos, dependendo do contexto regional ou da cadeia da IC em questão. Os trabalhos mais recentes dedicados a CPIC, principalmente dentro do contexto europeu, tendem a reforçar o papel das políticas públicas e a relevância da integração de agentes coordenadores da indústria (CIB, TG-35, 1999).

O objetivo deste capítulo é identificar fatores de mudanças relevantes ao contexto da CPIC. Este exercício visa subsidiar o planejamento e a implantação da pesquisa empírica composta pelos estudos de casos apresentados nos capítulos 4 e 5.

A primeira parte do capítulo identifica os vetores de influência apontados por estudos específicos, relacionados à introdução de mudanças tecnológicas ou metodológicas na indústria da construção (IC) e fundamentados, particularmente, na teoria de inovação aplicada à IC. A segunda parte identifica os principais instrumentos de gestão ambiental que vem sendo usados como vetores de mudanças comportamentais, seja por meio de controle, comando, conscientização ou incentivo de determinadas ações. A terceira parte propõe uma analogia que visa integrar os principais fatores de

influência estabelecendo uma abordagem de análise que permite apreender a complexidade da estrutura da CPIC e do seu processo de evolução com base no pensamento sistêmico aplicado ao estudo de organizações sociais.

3.2. MUDANÇAS TECNOLÓGICAS (INOVAÇÕES) E A CPIC

Algumas definições de inovação, em estudos específicos do processo de mudança da indústria da construção, revelam uma convergência nas preocupações com melhorias e mudanças incrementais, ou seja, a geração de novas idéias e sua implantação (SEADEN & MANSEAU, CIB, TG35, 2000). As definições citadas por Seaden e Manseau, referentes à IC, identificadas pelo Grupo de Trabalho da CIB (TG35), ilustram a tendência de afastamento do conceito Schumpeteriano de inovação³⁴, aproximando-o mais do conceito de inovação incremental de Freeman (1994)³⁵. Com base principalmente em Porter (1985), no sentido que a ênfase é na firma mais competitiva³⁶, há necessidade de introduzir melhorias e mudanças contínuas. As definições de inovação apresentadas pelo Grupo TG 35 da CIB são altamente relevantes para esta tese:

- Aplicação de tecnologia nova a uma organização a qual significativamente melhora o projeto e a construção de um espaço, seja por redução no custo de instalação, aumento de sua performance e (ou) melhoria do processo de negócios (TOOLE, 1998).
- Exploração bem sucedida de novas idéias. Além de arroladas à tecnologia, novas idéias podem se relacionar a processos, mercados ou gerência (Construcion Research and Innovation Strategy Panel (CRISP, 1997).
- Aplicação de projetos inovadores, métodos ou materiais para melhoria de produtividade (Civil Engineering Research Foundation (CERF, 1993).
- Qualquer coisa nova que de fato seja usada (SLAUGHTER, 1993).
- Primeiro uso de tecnologia dentro de uma firma (TATUM, 1987).

³⁴ Ver nota de rodapé n. 07.

³⁵ Ver nota de rodapé n.08.

³⁶ Porter (1985) reforça que o padrão da evolução tecnológica de uma indústria depende do contexto global da estrutura de evolução da indústria, e é resultado da interação de diferentes fatores. Entre eles: mudança de escala, aprendizado, redução de incertezas e imitações e difusão de tecnologia (PORTER, 1985: 195). Difusão de tecnologia aqui considerada um importante fator na sustentabilidade da liderança tecnológica, portanto, o foco é na estratégia competitiva de firmas, principalmente no contexto de indústrias tecnologicamente avançadas.

Apesar dos conceitos mostrarem tendências específicas, um consenso deve ser ressaltado, ou seja, as mudanças na IC referem-se à busca de novas idéias (tecnologia, processos, produtos, procedimentos gerenciais etc.) visando o fortalecimento no processo de sobrevivência e desenvolvimento de firmas. O artigo da CIB faz referência aos fatores apontados por Brown (1998) os quais permitem às firmas se tornarem inovadoras (com base em empresas de oito países da OCDE). É interessante notar que a ênfase está na companhia como um todo e não nos empreendedores de Schumpeter.³⁷ O que distingue os líderes do todo são suas habilidades em combinar marketing, tecnologia e organização internos. Produtos inovadores não necessariamente constroem bons negócios, o que constrói bons negócios são as empresas inovadoras (CIB, TG35:10).

À medida que o cenário interno e externo de países torna-se mais e mais competitivo, a ênfase recai na capacidade de inovação das firmas, nas melhorias e mudanças contínuas de Porter (1985) e nas melhorias incrementais dos novos *schumpeterianos*. Considerando a realidade de países desenvolvidos, a tendência é usar a abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), principalmente por permitir integrar sistema educacional, legal, instituições, cultura, preferências dos clientes, entre outros.

No entanto, a compreensão dos vetores de influência global no processo de inovação da CPIC requer estudos que identifiquem como as novas idéias são geradas e são integradas ao processo de produção e aos produtos. É importante buscar confirmação em estudos específicos sobre as inovações ocorridas dentro da indústria da construção. São raros os estudos de caso nacionais que tenham como objetivo identificar as forças responsáveis pelo surgimento das inovações e que demonstrem com mais profundidade as relações entre os diferentes atores e os vetores de influência.

Considerando a crise ambiental esta premência passa a depender da capacidade das firmas incorporarem e internalizarem um paradigma tecnológico mais compatível com as necessidades de preservação de ecossistemas e do uso sustentável de matérias primas. Os instrumentos de gestão ambiental passam a ter um importante papel como vetores de mudanças em processos produtivos.

³⁷ No modelo Schumpeteriano inovações são desenvolvidas e implantadas por empreendedores, que são definidos como indivíduos diferenciados, os líderes, que tentam fazer novas maneiras de fazer as coisas, ou novas coisa a serem feitas, de acordo com os padrões de informação disponível a eles. Para Penrose, o empreendedor de Schumpeter é um indivíduo “dramático e colorido”, que diferencia de seu empreendedor no sentido de que o segundo está principalmente preocupado com o crescimento da firma, portanto um inovador do ponto de vista da firma e não da economia como um todo (PENROSE, 1980). De qualquer forma um está muito relacionado com o outro, já que envolvem ambição, visão, julgamento, conhecimento, curiosidade, criatividade e autoridade. Em outras palavras este indivíduo é a força motora, o líder do processo. Liderança no sentido de que ele/ela é quem lidera os meios de produção a novos canais, assim como influenciam outros (SCHUMPETER, 1949).

Os estudos específicos da indústria da construção³⁸ apontam vetores que influenciam inovações e mudanças: Mercado – Demanda; Tecnologia – P&D; Produção – quem usa e aplica, aprende e melhora; Firma – estratégia competitiva; Empreendedor – presença de um líder; Políticas Públicas (incluídos aqui instrumentos de gestão ambiental), SNI – Sistema Nacional de Inovação. Cada um destes modelos pode ser aplicado à realidade da cadeia produtiva da indústria da construção, dependendo do setor em questão e do foco, ou seja, técnico, organizacional, econômico ou social. Esta pesquisa enfoca, em primeiro lugar, alguns destes modelos, exemplificados em estudos específicos referentes a CPIC. Em segundo lugar, enfoca os instrumentos de gestão ambiental identificando vetores de influência para absorção de tecnologias sustentáveis.

3.2.1. Produção

Slaugther (1993) ao examinar as inovações (cujo conceito é mais próximo de inovações incrementais do que schumpeterianas) em painéis tensionados nos USA confirma que a grande maioria das inovações introduzidas foi proveniente dos construtores; e resume: quem usa e aplica, aprende e melhora. As construtoras ao montarem os painéis buscaram melhorias visando redução de custos na implementação e integração com o sistema construtivo. O fato de terem acesso à informação do processo de instalação levaram a inovações as quais permitiram que o *aprender fazendo* e o *aprender usando* introduzissem melhorias incrementais no processo de montagem e nos painéis em si. Slaugther enfatiza ainda que a integração de fabricantes e construtores (aqueles que aplicam suas tecnologias na prática) potencializa a introdução de melhorias.

3.2.2. – Mercado – Demanda

A busca para ganhar mercados tem sido uma força propulsora de novos produtos e processos, tanto na cadeia de insumos, quanto na cadeia de processos. Ao atender necessidades específicas de clientes, têm-se introduzido novos produtos na indústria da construção. Os edifícios inteligentes e os condomínios fechados, lançados em grande número no Brasil, principalmente nos últimos cinco anos, são exemplos de produtos lançados no mercado para atender uma clientela específica que requer maior segurança, edifícios flexíveis, plantas complexas, tecnologia de comunicação e gerenciamento de edificações mais sofisticadas.

³⁸ A maioria dos estudos sobre o processo de inovação da indústria da construção (identificando vetores de influência) refere-se a artigos estrangeiros, e relatam portanto realidades como dos USA, Europa e Japão.

A introdução do gesso acartonado (como alternativa às vedações) é outro exemplo de produto introduzido para atender um mercado que apresentava necessidade de sistemas de vedação mais ágil e leve.

A força dos clientes é demonstrada também no estudo sobre Substituição de Importações do MDIC (2003), como representado no quadro 05.

3.2.3. Tecnologia – P&D³⁹

De acordo com dados da OECD (2000), em relação a investimentos em P&D, como porcentagem do valor agregado da construção civil de inúmeros países Europeus, Austrália, Japão e USA, a indústria da construção não se encaixa na faixa de indústrias inovadoras.

Por outro lado, estudos recentes têm concluído que construções têm sido radicalmente modificadas por tecnologias como computadores, componentes modulares, técnicas de gerenciamento, *robots* e novos materiais (TATUM; SLAUGHTER; MDIC; 1997,1993, 2002).

3.2.4. Empreendedor – Líder

Em pesquisa realizada no final da década de 1980, em firmas construtoras inglesas, responsáveis por introduzir novos métodos de empreender e gerenciar o processo construtivo, a figura mágica do empreendedor de Schumpeter foi identificada em apenas 25% das empresas entrevistadas (BLUMENSCHNEIN, 1989)⁴⁰.

Observando-se os resultados da pesquisa americana em EcoDesign, percebe-se a presença dos chamados *outlaws*, que podem ser identificados com o *entrepreneur* de Schumpeter, pois têm liderado um processo de mudanças no projeto de edificações e têm potencializado o surgimento de trabalhos relevantes, como por exemplo da LEED e Cradle to Cradle⁴¹, entre muitos outros (ZELOV et al, 1997).

³⁹ O papel da P&D no progresso tecnológico de nações e indústrias passa a ser enfatizado a partir da década de 1950, quando a indústria alimentícia alemã, seguida pela indústria química demonstra que a pesquisa tem resultados diretos no lucro. O reconhecimento do papel da pesquisa e desenvolvimento no desenvolvimento e sucesso de introdução de inovações levou muitos países a buscarem o ‘modelo linear’ de investimentos em física, construção de grandes laboratórios e aplicação de inovações. Com a adoção do sistema de avaliação a partir do investimento em P&D, torna-se possível o acúmulo de dados em diferentes países e evidencia-se que o sucesso de inovações, sua taxa de difusão e ganho de produtividade associado, depende de um número variável de influências inclusive P&D (FREEMAN, 1995).

⁴⁰ No entanto, a dificuldade em encontrar o líder schumpeteriano, pode estar no fato de que os inovadores estavam nos USA (e entrevistamos imitadores); segundo por falta de dados históricos mais profundos das companhias estudadas.

⁴¹ Berço a berço (Cradle to Cradle), aplicando na prática princípios do capitalismo natural: biomimetismo e uma economia de serviços e fluxos tem sido exercitado pela McDonough Braungart Design Chemistry. Sua prática oferece uma ferramenta relevante, ao se preocupar com a toxicidade das matérias e trabalhar este desafio desenvolvendo materiais que passam a ser absorvidos por processos produtivos uma vez que não têm mais utilidade. A durabilidade do material não tem tanta relevância. O

3.2.5. Sistemas Nacionais de Inovação

Sistemas Nacionais de Inovação quando aplicados à IC têm sido usados com diferentes abordagens. Uma abordagem relaciona-se ao lugar da construção no âmbito governamental. Países com estruturas governamentais mais centralizadas e que tendem a ter ministérios específicos para a IC (como Japão, França, Inglaterra) vêm se beneficiando de maior colaboração industrial e redirecionamento de pesquisas de produtos para processos (CIB, TG-35, 1999).

Em países com governos mais descentralizados (USA, Canadá e Alemanha), a responsabilidade da construção, de uma maneira geral, é do Estado, como no caso brasileiro. A falta de um foco específico e a deficiente integração dos vários agentes são características das políticas direcionadas à cadeia produtiva da indústria da construção. De acordo com relatório da CIB – Grupo de Trabalho 35 (1999), a maioria dos países passa por uma evolução nas atividades da indústria da construção. A ênfase tem sido no papel do governo como um dos principais clientes da IC, portanto com poder de influência em suas direções e passos.

Estudos realizados visando a melhoria do paradigma técnico-econômico japonês demonstram a importância do papel das organizações com funções de coordenação e a integração entre instituições públicas e privadas. Com base em Freeman, Viotti (1997) descreve as inovações sociais definidas a partir da integração de uma instituição pública japonesa (Ministério de Comércio Exterior e Indústria) e o setor produtivo, entre elas: fluxo horizontal de informação entre firmas; a firma vista como uma organização em contínuo processo de aprendizagem com foco em treinamento; mercado de capitais provendo recursos para investimentos em pesquisa e desenvolvimento; redes de pesquisa coordenadas por governos (visão em longo prazo).

A estratégia japonesa demonstra a rede criada entre instituições e metas, que uma vez consolidadas fortalecem o paradigma técnico-econômico, favorecendo o aceleração do processo de desenvolvimento tecnológico do país. Esta abordagem caracteriza-se como o conjunto de relações e reações que agrupam instituições lucrativas e não-lucrativas, e emerge por meio da atividade consciente de agentes públicos e privados, que passam a compartilhar metas de desenvolvimento e melhorias (Ludvall apud. VIOTTI, 1997: 25). Esta rede, seus instrumentos e mecanismos inserem-se no conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI).

O conceito de SNI, definido por Freeman como “a rede de instituições no setor público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam ou difundem inovações” (Freeman, apud. VIOTTI, 1997: 23) disponibiliza uma ferramenta indispensável na estruturação da análise e estudo de instituições nacionais e suas relações no suporte à capacidade e habilidade de desenvolvimento tecnológico de nações e indústrias.

Aplicando a premissa de que cada nação possui seu Sistema Nacional de Inovação (SNI) aos contextos das diferentes cadeias produtivas, pode-se afirmar que indústrias também possuem um sistema próprio de inovação, com características próprias, já que peculiaridades de indústrias manufatureiras não se aplicam a indústrias de serviços. Além disso, sistemas nacionais de inovação de setores específicos estão inseridos dentro de um SNI de um país como um todo.

Apesar de já haver alguns estudos enfocados em indústrias com baixa intensidade de pesquisa (FREEMAN, 1995), como a indústria da construção, há ainda muito a ser feito. Principalmente, considerando-se a realidade de países com industrialização tardia, e a necessidade de acelerar o ritmo das mudanças tecnológicas, para que uma trajetória sustentável seja consolidada. A aplicação do conceito de SNI nestes países tem sido constantemente debatida, visto que em países com industrialização tardia o aprendizado tecnológico é mais fortalecido do que o desenvolvimento tecnológico. Este debate tem girado em torno de que estes países são mais dominados pelo fenômeno do aprendizado tecnológico do que pela inovação, ou seja, a questão da mudança tecnológica está sempre centrada no fenômeno de inovação para economias desenvolvidas e difusão para aquelas em desenvolvimento (VIOTTI, 1997:43 a 45).

Na perspectiva da abordagem evolucionária (dos novos schumpeterianos) a literatura de aprendizado local, nativo ou próprio, que se fundamenta na ILL (*indigenous learning literature*), enfatiza principalmente a possibilidade da mudança tecnológica baseada no aprendizado ao longo da trajetória tecnológica (VIOTTI, 1997:56). Esta última se torna possível pelas oportunidades criadas pela acumulação de tecnologias introduzidas com os vários processos de transferência tecnológica e com a introdução contínua de mudanças incrementais.

O conceito ILL implica em inovação incremental mais que inovação radical. Está, portanto, distante do conceito schumpeteriano de inovação, já que não causa o mesmo desequilíbrio do sistema, no seu processo de desenvolvimento. Inovações incrementais são essenciais para a sobrevivência de firmas dentro do sistema capitalista, onde os melhores e mais fortes sobrevivem. O processo de mudança tecnológica passa a incorporar várias dimensões do aprender. Viotti afirma que o conceito de aprendizado refere-se exclusivamente “ao processo de mudança tecnológica

alcançada pela difusão e inovação incremental”. Em outras palavras, aprendizado é a absorção de tecnologias já existentes, isto é, a absorção de inovações produzidas em outros lugares e a geração de melhorias nas proximidades das tecnologias adquiridas (VIOTTI, 1997: 69).

O processo de inovação, em países com industrialização tardia, caracteriza-se principalmente pela absorção e melhorias, ou seja, difusão e mudanças incrementais, portanto, com o foco em um aprendizado contínuo. Esta peculiaridade levou Viotti a propor uma ferramenta diferenciada. No lugar de Sistema Nacional de Inovação, a proposta mais adequada segundo ele, é aplicar o conceito de Sistema Nacional de Aprendizado (SNA) para analisar o processo de inovação em países como, por exemplo, o Brasil e a Coréia.

3.3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL

O objetivo de acelerar a absorção de tecnologias que minimizem os impactos causados pela cadeia produtiva da indústria da construção - CPIC no meio ambiente, torna necessária a identificação de instrumentos de política ambiental que vêm sendo usados para a introdução de mudanças compatíveis com a preservação do meio ambiente. Estes instrumentos tendem a ser integrados às políticas públicas e aos poucos passam para a agenda de programas de ciência e tecnologia.

A teoria de inovação econômica tende a considerar três argumentos no que tange à introdução de inovações compatíveis com as necessidades de preservação do meio ambiente: inovações sustentáveis são induzidas por modificações em preços por meio de taxas ou subsídios; pelo estabelecimento de padrões ambientais; ou por regulamentações e códigos que encorajem ou inibam inovação (CORDIS; OECD, 1995, 2000).

Três grupos de instrumentos de política ambiental vêm sendo usados: sistema de informação, regulamentação direta e instrumentos econômicos (FIORINO; CAMPOS & CORREA, 1995; 1998). Esta taxionomia também é apresentada dividindo os instrumentos em coercitivos (comando e controle), persuasivos e incitativos (econômicos), como sumarizado no quadro 03, adaptado de Maria Augusta Bursztyn (notas de aula, 2003).

Os resultados apresentados pelo *Factor Four* (Weizsacker et al., apud. VEIGA, 2002: 165) são incisivos em relação ao papel da reforma tributária ecológica, que é considerada mais eficiente do que a regulamentação ambiental, pois é a alavanca da mudança do comportamento empresarial a caminho da ecoeficiência.

Sardinha (2002) por meio de modelo matemático que analisa a relação ênfase = pressão conclui que se o “governo desenvolve campanha de marketing ambiental, que por meio de ações

integradas, provoque um aumento de 10% na pressão exercida pelos *stockholders*, as possibilidades são grandes de que essa campanha acarrete um aumento da ênfase da alta administração em torno de 4,75%” (SARDINHA, 2002: 201).

Bursztyn enfatiza que “cada instrumento é mais adequado a um determinado problema ambiental. Mas além das oportunidades práticas a escolha dos instrumentos é igualmente determinada pelas tradições nacionais de políticas públicas e principalmente pela conjuntura social sobre a qual os instrumentos podem ter efeitos secundários” (BURSZTYN, 2003, notas de aula). Conseqüentemente a escolha do instrumento a ser aplicado deve seguir alguns critérios, como especificado no quadro 04.

Quadro 3: Instrumentos de Gestão Ambiental

COERCITIVOS (Comando e controle)	PERSUASIVOS	INCITATIVOS (econômicos)
<p>Apoiados em interdições, autorizações, regulamentação das ações e atividades que causam problemas ambientais (ex: licenciamento).</p> <p>Regulamentam processos e produtos.</p> <p>Proíbem ou limitam o lançamento de certos poluentes</p> <p>Controlam certas atividades, por meio de normas e autorizações.</p>	<p>Apoiados principalmente na informação, formação, conhecimento científico e sua difusão (ex: educação ambiental);</p>	<p>Apoiados principalmente em taxas e subvenções (ex: cobrança pelo uso da água)</p> <p>Os instrumentos econômicos podem também ser de incentivo quando usados para incentivar usos ou comportamentos.</p>

Fonte: Maria Augusta Bursztyn, notas de aula, 2003.

Quadro 4: Critérios para aplicação de instrumentos de gestão ambiental

CRITÉRIOS PARA APLICAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE GESTÃO AMBIENTAL
<p>Baixos Custos de Implementação.</p> <p>Integração da política ambiental com as políticas setoriais.</p> <p>Redução máxima dos efeitos regressivos na distribuição de renda – Evitar efeitos sociais indesejáveis.</p> <p>Conformidade com acordos internacionais e com regras de comércio internacional.</p> <p>Aceitação política – Função custo, da facilidade de implementação, transparência,</p>

participação social, etc.

Efeitos econômicos – Evitar efeitos negativos nos preços, na taxa de emprego e na taxa de crescimento.

Fonte: Maria Augusta Bursztyn, notas de aula, 2003.

3.3.1. Sistema de Informação

Informação tem sido usada, principalmente, para prover consumidores e comunidades com dados necessários para prevenir riscos, ou informar características específicas de produtos. Exemplo clássico: informação em químicos manipulados domesticamente. Entre os instrumentos de informação deve-se citar a rotulagem ambiental, que permite ao produtor divulgar características de seus produtos, principalmente aqueles compatíveis com a proteção do meio ambiente, melhorando sua posição no mercado. A questão de rotulagem evoluiu muito nas últimas décadas e sua receptividade junto ao consumidor levou à identificação de um instrumento capaz de induzir empresas a melhorar seu desempenho ambiental (FIORINO, CAMPOS & CORRÊA, 1995, 1998).

Vários programas de caráter governamental, de emissão de selos têm sido implementados em diferentes países, como Japão, Alemanha, Canadá, Inglaterra e outros. Em sua maioria determinam critérios e categorias com base em análise de ciclo de vida do produto, os quais são reavaliados periodicamente de acordo com o avanço tecnológico.

3.3.2. Instrumentos de Regulamentação Direta

Regulação Direta (instrumentos de comando e controle ou coercitivos) refere-se a um amplo grupo de instrumentos que dizem respeito principalmente ao estabelecimento de padrões ambientais, padrões de emissão, padrões de engenharia, padrões de qualidade ambiental (por exemplo, tipo de embalagem, tetos para consumo de energia); obrigatoriedade de recolher embalagens; registro de produtos, proibições etc. Normalmente, envolvem medidas punitivas e (ou) restritivas ao não cumprimento de suas definições e determinações, induzindo mudanças de hábitos e condutas (FIORINO, CAMPOS & CORRÊA, 1995, 1998).

Os regulamentos se dividem entre produto e processo de produção. O primeiro envolve definição de padrões relativos às características físicas como conteúdo de certas substâncias ou material reciclado, tipos de embalagem e dispositivos sobre seu descarte final. O segundo envolve medidas governamentais que estabelecem requisitos para *externalidades de produção* relacionadas aos efeitos ambientais na fase inicial do ciclo de vida e *externalidades de consumo* relacionadas aos efeitos ambientais após a produção: distribuição, comercialização, consumo e disposição final.

3.3.3. Instrumentos Econômicos

Os instrumentos econômicos ou incitativos surgem para fortalecer os instrumentos de regulação direta ou corrigir falhas de mercado “que tendem a tratar ar, água, solo e outros recursos naturais como bens livres” (FIORINO, 1995: 178), o que implica na não internalização de custos ambientais e sociais.

Os instrumentos econômicos visam principalmente reparar as falhas de mercado induzindo os agentes envolvidos “a considerarem os custos ambientais e sociais em suas decisões de produção e consumo”. Sua implementação justifica-se, portanto “pelo estímulo à condução de comportamentos dos agentes via incentivos e o aumento de receitas governamentais” (CHERMONT & MOTTA, 1996:13).

Esta mudança de comportamento é necessária principalmente no que diz respeito à internalização de custos ambientais nas várias tomadas de decisão. Segundo Tolmasquim, “a finalidade da aplicação dos instrumentos econômicos na proteção do meio ambiente é, sobretudo, de que o responsável por uma atividade sinta as suas conseqüências e as internalize no processo de tomada de decisão” (Tolmasquim, Apud. SAYAGO, OLIVEIRA & MOTTA, 1998).

Por meio de regulações é possível fazer com que empresas internalizem custos sociais. Através de instrumentos econômicos pode-se influenciar comportamentos, pois empresas se vêem obrigadas a pagar pelo uso de recursos, assim como pelo impacto que causam ao extraí-los ou usá-los em seus processos produtivos. Os instrumentos econômicos mais comuns dividem-se em cinco categorias: taxas e impostos internos usados com objetivos ambientais (taxas de poluição, permissões de mercado, sistema de depósito e retorno, reduções de barreiras de mercado e eliminação de subsídios governamentais); autorizações comercializáveis, subsídios para produtos específicos (de interesse ambiental); acordos voluntários (entre governo, empresários e indústrias; para restringir quantidade de material de embalagem ou introdução de sistema de reciclagem) (CAMPOS & CORRÊA; FIORINO, 1998, 1995).

3.3.4. Instrumentos Utilizados no Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O sucesso e a eficiência de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos dependem de uma política ambiental que visa fortalecer a minimização de resíduos, ao mesmo tempo em que busca o “favorecimento de circuitos de reutilização e reciclagem”. Tanto a primeira quanto a segunda diretriz refletem as conseqüências das mudanças introduzidas nos países desenvolvidos, no tratamento de problemas ambientais pela adoção de instrumentos de política ambiental.

Três grupos de instrumentos vêm sendo usados: sistema de informação, regulamentação direta e instrumentos econômicos (FIORINO, CAMPOS & CORRÊA, 1995, 1998). A seguir uma breve descrição dos mais importantes, visando fundamentar algumas propostas colocadas neste capítulo.

A eficiência dos IEs na mudança de comportamento de empresas vem ocasionando um aumento de sua utilização no gerenciamento de vários problemas ambientais. Na última década, o gerenciamento de resíduos sólidos vem aplicando estes instrumentos em diferentes países, com o objetivo de incentivar a reciclagem e minimizar o consumo de recursos naturais e uma conseqüente poluição.

Alguns exemplos de instrumentos econômicos aplicados ao gerenciamento de resíduos sólidos são: créditos para reciclagem, cobrança pela disposição em aterro, cobrança sobre a geração de lixo e impostos sobre produtos.

a) Créditos para Reciclagem

A concessão de créditos recicladores tem como objetivo potencializar o surgimento e aumento da atividade de reciclagem. O incentivo econômico visa “transferir aos agentes os benefícios gerados pela reciclagem, que podem ser mensurados através dos custos evitados de disposição final (aterro ou incineração)” (CHERMONT & MOTTA, 1996). Em essência, significa a transferência de recursos que teriam sido gastos no tratamento do *lixo*.

b) Cobrança pela disposição em aterro

Este instrumento visa reduzir a quantidade de Resíduos Sólidos destinados a aterros sanitários (ou incineração), por meio de uma taxa cobrada sobre o volume do lixo depositado no aterro. O que significa, uma cobrança aplicada diretamente sobre o usuário gerador, de acordo com o volume depositado. Sayago et al (1998) aponta dois problemas relativos a este instrumento: “(a) aumento da disposição ilegal de lixo, uma vez que os agentes iriam procurar alternativas que diminuíssem o seu custo; (b) mesmo sendo possível alterar a taxa de lixo do IPTU, tornando-a equivalente à geração de lixo de cada agente, os custos exigidos para o controle do governo seriam altos demais, tornando o instrumento pouco eficiente na prática”.(SAYAGO, OLIVEIRA e MOTTA, 1998, : 77).

c) Cobrança sobre a geração de lixo

Este instrumento visa reduzir a demanda excessiva por serviço de coleta de lixo doméstico, pela introdução de um sistema de preços unitários para o lixo doméstico.

d) Impostos sobre produtos

Estes instrumentos visam “desencorajar a utilização de materiais danosos ao meio ambiente no processo produtivo, ou ainda evitar uma superutilização de materiais” (CHERMONT & MOTTA, 1996:19).

e) Sistemas Depósito-Retorno

São instrumentos que visam incentivar a reciclagem e (ou) reutilização de produtos específicos, “baseados na cobrança de valores de depósitos impostos aos consumidores no ato da venda e reembolsos quando da devolução da embalagem” (CHERMONT & MOTTA, 1996:21). É um instrumento que pode ser aplicado tanto no consumo quanto no processo produtivo. “Na comercialização, o consumidor paga o depósito ao produtor na compra do produto e o recebe de volta ao retornar a embalagem. Na produção, cabe ao fabricante do produto pagar o depósito a uma entidade governamental (uma forma de débito de um tributo) e o reembolso equivalente é retornado ao produtor que realizar o reaproveitamento (uma forma de crédito desse tributo)” (SAYAGO et al., 1998:21).

A aplicabilidade e impacto destes instrumentos, dentro do contexto da IC, têm um grande potencial para acelerar absorção e introdução de tecnologias desejáveis. Um exemplo é a Resolução 307 do CONAMA, aprovada em 05/07/2002, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos da IC e que tem levado a diferentes iniciativas integrando instituições tanto do setor público como do setor privado.

3.4. A INTEGRAÇÃO DE FATORES DE INFLUÊNCIA: ANALOGIA PROPOSTA

A complexidade presente nos processos de produção da CPIC, particularmente no processo construtivo e em seus produtos, exige abordagens analíticas que integrem os elementos que compõem seu sistema e os fatores que influenciam seu comportamento.

O número de agentes atuantes na cadeia produtiva da indústria da construção, em conjunto com o número de fatores internos e externos que a influenciam, tornam-na naturalmente comparável aos sistemas vivos complexos. A cadeia produtiva da indústria da construção pode ser comparada a um *organismo biológico*, o qual sobrevive dentro de um *ecossistema*, ou seja, a CPIC ‘sobrevive’ na economia e na sociedade. A partir do momento que a CPIC é considerada análoga a um *sistema vivo*, deve-se identificar seu *padrão*, sua *estrutura*, seu *processo* e seu *significado*, de acordo com

os critérios de caracterização de sistemas vivos colocados por Capra⁴² (1996, 2000). Uma vez caracterizada a CPIC como um *sistema vivo*, portanto, passível de *mutações*, pode-se planejar e estruturar sua modificação utilizando ferramentas e metodologias da *engenharia genética*, ao mesmo tempo em que se aplicam alguns vetores capazes de gerar mudanças, identificados anteriormente neste capítulo.

3.3.1. O ecossistema

O ecossistema é a unidade funcional base dos estudos ecológicos, a anatomia e a fisiologia da natureza. Ele inclui tanto organismos como meio ambiente, cada um influenciando as propriedades do outro e ambos necessários à manutenção da vida (Odum, 1985). Um todo composto por partes que são interconectadas em rede, o que implica em alianças (parcerias e diversidade) (CAPRA, 2000). Refere-se a estruturas, funções, partes, organizações, propriedades, controle, equilíbrio, fluxo, troca de informação, energia etc. Todo e qualquer ecossistema demanda energia para sua existência e sobrevivência. A composição de um ecossistema e como ele funciona dependem de como a energia é gerada.

Energia é usada por organismos para adquirir todas as substâncias e elementos necessários a suas existências e sobrevivências. Considerando a economia como um *ecossistema* e a cadeia produtiva da indústria da construção como um de seus *organismos*, a *energia* necessária para que esta cadeia *sobreviva* e cumpra sua função, não se reduz a recursos financeiros e capitais. Para que indústrias sobrevivam são necessários informação e conhecimento (troca de aprendizados) o que implica que a *energia*, neste modelo, incorpore comunicação, informação, conhecimento e pesquisa.

A energia em um ecossistema é distribuída entre organismos através de uma cadeia de dispensação, a qual é contínua e incessante. A luz natural transformada pelas plantas, através do processo de fotossíntese, permite sua sobrevivência; que por sua vez são fontes de energia para animais; os quais também são fontes de energia a outros animais e assim a cadeia continua infinitamente.

No *ecossistema* econômico, sem *energia*, a qual se compõe de capital, informação, pesquisa e comunicação, fatores de produção (força de trabalho, meios de produção, terras etc.) não são adquiridos nem combinados, não realizando, portanto a atividade econômica de produzir o ambiente construído. Sem a atividade econômica o lucro não é gerado, impedindo que os processos de acumulação e inovação aconteçam.

⁴² Ver modelos teóricos na introdução desta tese.

Um ecossistema, cujo fluxo de energia está equilibrado, pode permanecer em equilíbrio por um período indefinido. No entanto, a maioria dos ecossistemas é como a economia capitalista e passa por ciclos. Não apenas ciclos normais do organismo ou das comunidades, mas principalmente por mudanças no meio ambiente. Como os períodos de crescimento e períodos de crises econômicas, os ciclos que ocorrem nos ecossistemas naturais podem afetar suas composições, assim como as características de seus organismos e componentes.

Os princípios de sustentabilidade apontam para a preservação dos equilíbrios de ecossistemas e para que os ciclos naturais sejam respeitados. Conseqüentemente, processos de produção devem ser norteados por princípios da ecologia, para cumprir a missão de que gerações futuras acessem os mesmos recursos que as atuais acessam. Os princípios da ecologia aqui considerados englobam redes, ciclos, energia solar, alianças, diversidade e equilíbrio dinâmico (CAPRA, 2002).

Dessa maneira, o ecossistema na analogia proposta, esquematizado na figura 12, deve ser estruturado visando que os processos de produção da CPIC estejam conectados como as redes da natureza (sistemas dentro de sistemas). Os seus ciclos de sobrevivência devem englobar que o organismo se alimente e deposite dejetos de maneira equilibrada, certificando-se que matérias primas circulem continuamente. A energia (composta por capitais, informação, pesquisa e comunicação) deve ser usada em toda sua extensão e potencialidades. As trocas de energia devem ser contínuas através das parcerias estabelecidas. O equilíbrio dinâmico deve ser perseguido, tendo como referência a força das diversidades. Assim como os valores ótimos das diferentes variáveis e dos diferentes elos que compõem o ecossistema (CAPRA, 2002).

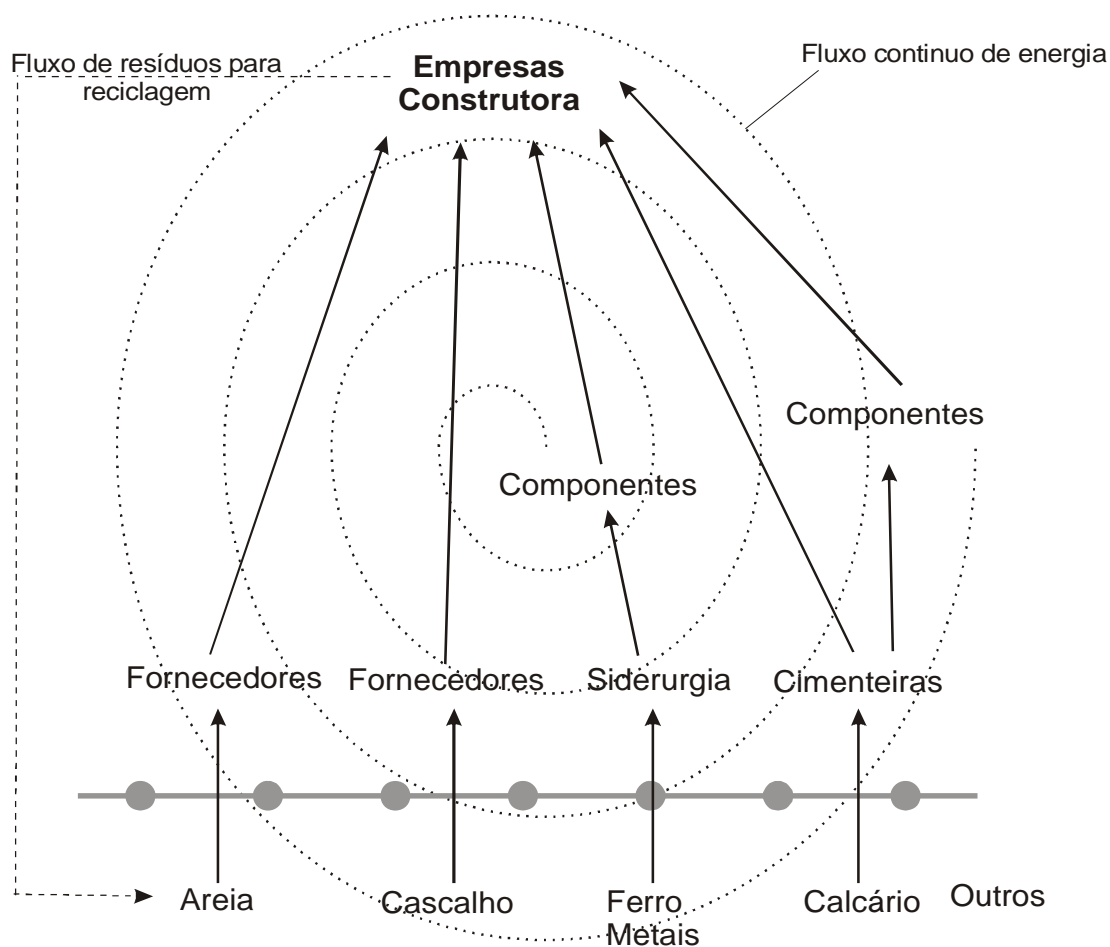


Figura 12: O ecossistema na analogia proposta

À medida que não há respeito pelos equilíbrios naturais dos ecossistemas, conflitos são gerados e mudanças abruptas podem ocorrer no lugar de mudanças naturais intrínsecas do processo de evolução. A face do capitalismo, por exemplo, muda à medida que vive seu ciclo, conseqüentemente organismos capitalistas atuais apresentam características diferenciadas de períodos anteriores. Enquanto na natureza, a evolução ocorre gradualmente, a não ser por desastres, a evolução capitalista origina-se na perturbação de estruturas existentes e parece mais como uma explosão do que uma transformação suave (SCHUMPETER, 1939). De qualquer forma, tanto no capitalismo como no ecossistema natural, um desequilíbrio ou mudança (natural ou induzida) no meio ambiente podem causar emergência de mutações. Mas antes de tratar de mutações, é necessário voltar à caracterização da CPIC como um *sistema vivo*, identificando sua estrutura, padrão e processo.

3.3.2. A CPIC: um organismo vivo

A cadeia produtiva da indústria da construção, de acordo com a analogia proposta, pode ser apresentada como um *sistema vivo*, altamente complexo e interessante, desde que identificadas

características intrínsecas dos sistemas vivos como padrão, estrutura, processo e significado. Este último, de acordo com Capra (2002), é inerente aos sistemas sociais.

Organismos vivos, dependendo de sua complexidade, são compostos por diferentes partes (macroscópica e microscopicamente) com funções específicas. Organismos mais complexos, como os mamíferos, tendem a serem compostos por órgãos, tecidos, glândulas, enzimas, músculos, ligamentos, até a sua menor unidade estrutural, ou seja, a célula. Esta última possui capacidade de existir independentemente, incluindo sua reprodução. Já alguns seres menos complexos (em estrutura) podem ser compostos por apenas uma célula, como por exemplo, as bactérias.

A CPIC, aqui vista como um *organismo*, ou seja, *um sistema vivo*, compõe-se de cinco partes principais – cinco grupos de elos. Estes grupos podem ser vistos como *órgãos*, que de maneira simplificada são considerados como compostos por *tecidos*, as inúmeras subcadeias, que por sua vez são compostas por inúmeras *células*, ou seja, as firmas e instituições atuantes na cadeia produtiva da indústria da construção. A figura 13 esquematiza a cadeia de processos como um conjunto de *células integradas*.

As células animais, por exemplo, são compostas de diferentes partes, entre elas o núcleo. Neste último estão os cromossomos que possuem os genes, que carregam a informação genética dos organismos vivos e são assessorados por vários outros componentes da célula que se responsabilizam por diferentes funções. Analogamente, as células da CPIC, ou seja, as firmas são compostas por uma parte central responsável pela tomada de decisão que é assessorada pelo planejamento, vendas, compras e gerenciamento. Essas inúmeras partes são compostas por indivíduos, que exercem funções similares às partes das células biológicas, inclusive a função de *guardar seu código genético*. O *gene do organismo*, o qual denominou-se de CPIC, está nos indivíduos que atuam nas firmas, nas diferentes células (firmas da cadeia auxiliar, principal e de suprimentos). O conjunto das informações de todas as células forma o *código genético* da indústria.

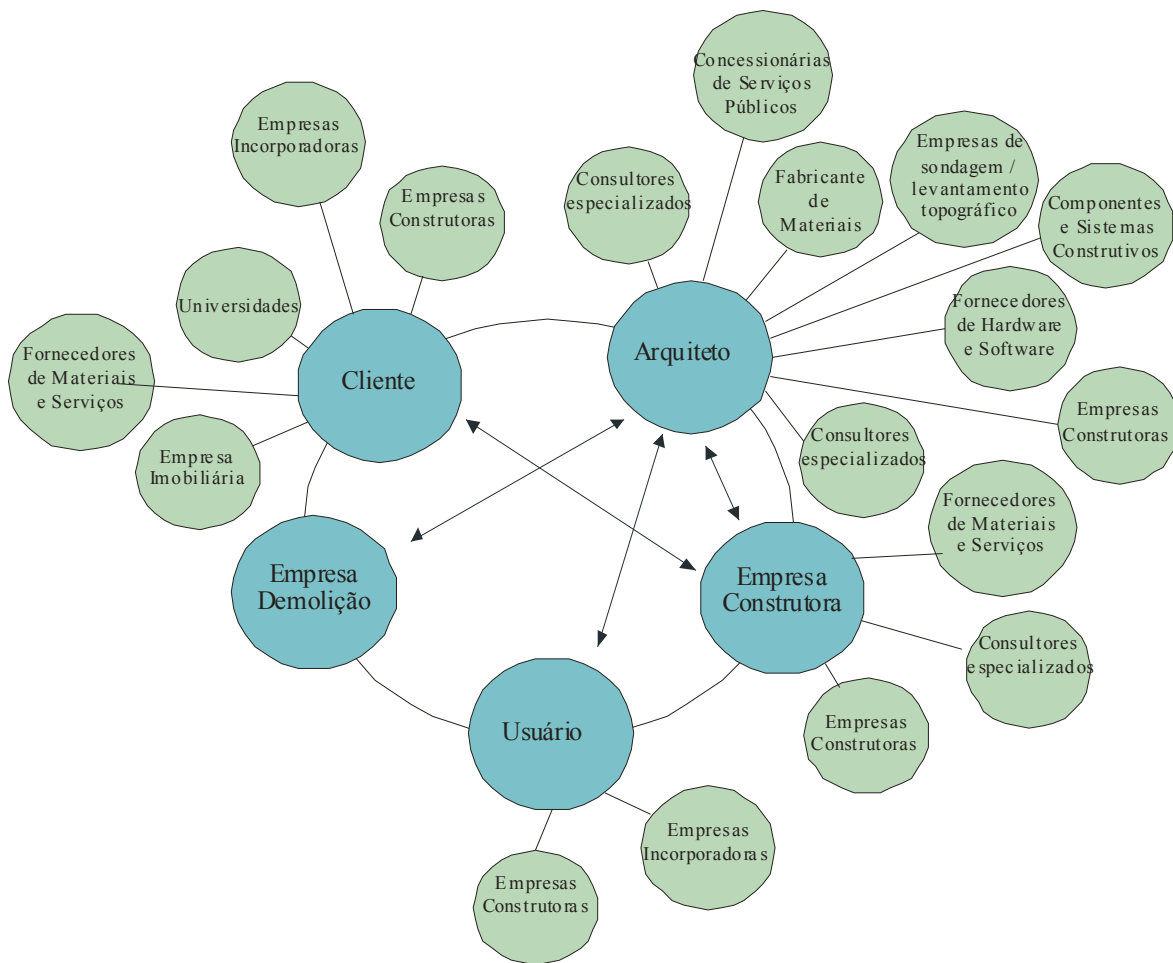


Figura 13: A cadeia de processo como células integradas

Este *código genético* constitui-se de valores, conhecimento técnico, estratégias, crenças, cultura e toda e qualquer dimensão que possa interferir na maneira de agir da *célula*, que por ventura influencie as características da indústria. Em outras palavras, o código genético da indústria define seu paradigma tecnológico. Este último pode ser modificado por meio de alteração dos *gens* carregado pelas *células*, particularmente dos indivíduos que o carregam. Conseqüentemente, ao alterar a consciência ecológica dos indivíduos, altera-se a consciência ecológica das empresas, alterando também a consciência ecológica da indústria. Principalmente, se esta última estiver estruturada em rede.

Uma rede implica relações, dependência, intenções, seqüências, resultados e metas. A meta maior de um organismo vivo é sobreviver, por meio do trabalho de suas inúmeras células. A meta maior

da CPIC é sobreviver e crescer, por meio do trabalho de suas várias *células* atendendo às necessidades da sociedade. Para que a CPIC funcione como uma rede, de acordo com o conceito de sistema vivo de Capra, esta deve estar estruturada adequadamente para atender o requisito de partes interconectadas de acordo com um significado comum e um processo estabelecido. A figura 14 apresenta esquematicamente a CPIC como um ser vivo.

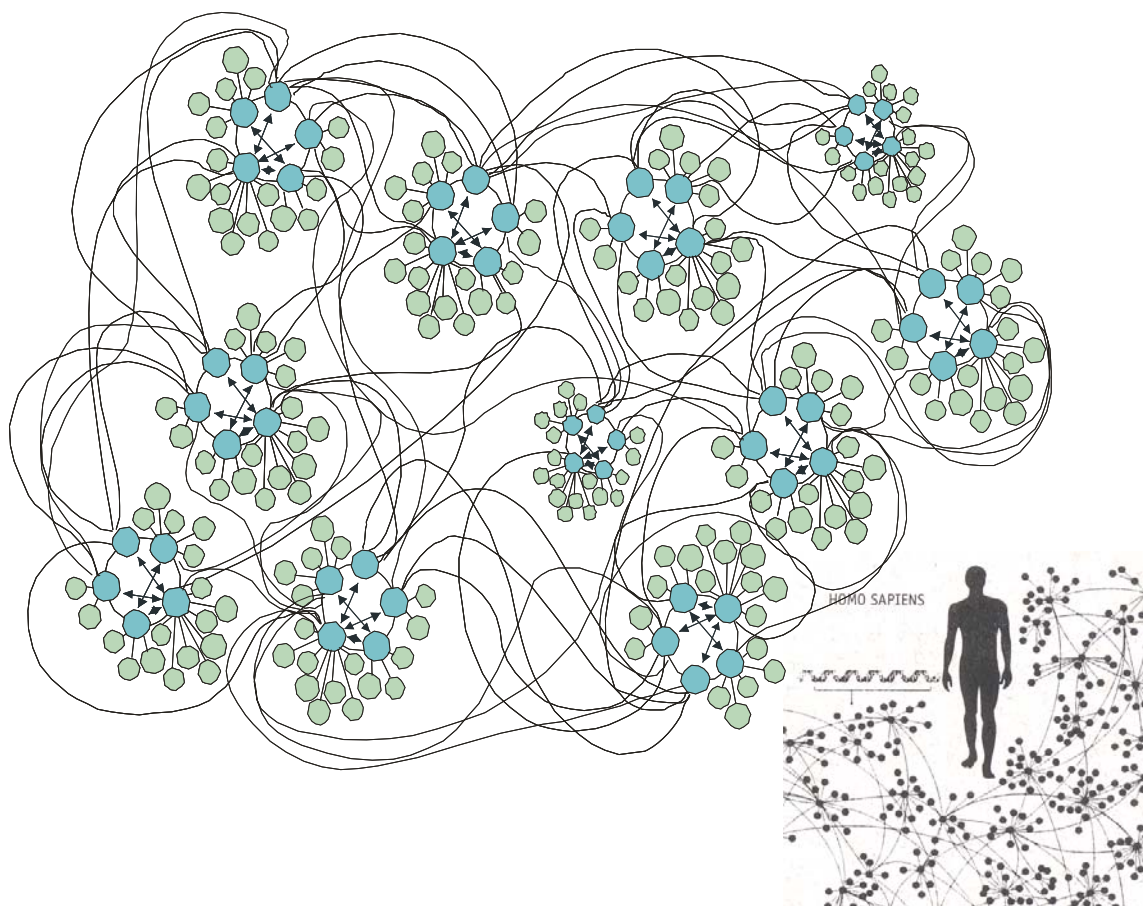


Figura 14: A cadeia produtiva da indústria da construção como um organismo vivo.

Fonte: Elaborado com base em Capra, 2000.

Antes de estabelecer o desenho da rede a ser construída e que deverá trabalhar de acordo com as metas a serem estabelecidas, é necessário abordar conceitos ligados à engenharia genética e mutação, que permitem acrescentar no desenho da rede os vetores de influência internos e externos.

3.3.3. Introdução de mudanças na CPIC

A teoria de Capra (2000) aponta para a importância dos indivíduos, caracterizados na analogia proposta como a parte das células que carrega o código genético da cadeia produtiva da indústria

da construção. As perguntas passam a ser: como mudá-lo? Como acelerar a mudança deste código genético?

A engenharia genética normalmente é definida como o conjunto de técnicas que permite a identificação, a manipulação e a multiplicação dos genes dos organismos das criaturas vivas. Portanto, é por meio desta engenharia que a mutação gênica tem sido exercida particularmente na obtenção de alimentos transgênicos. Esta ciência manipula as informações contidas nas células podendo modificá-las. O que implica que os genes podem ser recombinados, modificados, trocados ou ainda adicionados a novos genes, dando origem a novas formas de vida ou a novos comportamentos.

Pensar em mutação por meio de uma engenharia genética na CPIC faz sentido. O processo de evolução da indústria não caminha no ritmo nem na direção desejada, ou seja, o de uma rápida mudança em seu paradigma para que uma trajetória tecnológica sustentável seja de fato consolidada. *Exige, portanto, uma mutação em seus genes!*

De acordo com a analogia proposta o objetivo é introduzir uma informação nova no *código genético* destas *células*. Que adotariam um comportamento diferente em relação aos seus processos produtivos e as cargas produzidas no meio ambiente. Como visto anteriormente, o processo construtivo trabalha como catalisador dentro da CPIC, sendo suas células altamente relevantes para qualquer experiência que pede por integração de atores.

Para que uma experiência de mutação em células da indústria possa ser iniciada nos moldes da metáfora proposta alguns requisitos devem ser cumpridos tendo como referência conceitos e princípios tanto da engenharia genética como da teoria sintetizada por Capra (2000).

A metodologia usada pela engenharia genética cumpre alguns passos básicos para a montagem de uma experiência em laboratório⁴³ identificados abaixo:

- planejamento – que tem como objetivo definir as metas a serem atingidas, assim como o projeto da mutação a ser realizado;
- identificação de recursos necessários – visa identificar os recursos físicos e institucionais necessários para realização da experiência;
- separação de um grupo de células – o agrupamento de células específicas, de acordo com objetivo de pesquisa, visando formar uma rede, para que passem a

⁴³ O pesquisador geneticista Rodolfo Rumpf do Cenargem/Embrapa-DF que coordenou a experiência de clonagem da vaca Vitória (Fazenda Sucupira/DF) deu assessoria identificando os passos básicos a serem cumpridos no processo de introdução de mutações em organismos vivos.

trabalhar em conjunto trocando informações e estímulos. A criação de um sistema com o objetivo de trabalhar a caminho de uma mutação em uma das células (já que não se trabalha com uma única célula mas com um número mínimo de células);

- preparação de um meio apropriado e condições de cultura - cada objetivo tem um meio específico, diferenciado a ser preparado. Para que células possam ser agrupadas, é necessário que o meio onde estão inseridas apresentem condições de atmosfera, sustentabilidade, umidade, temperatura, ph do meio, grau de concentração, entre outros, controláveis;
- Introdução do gene;
- monitoramento e avaliação.

O desenho da estrutura de acordo com a analogia proposta assume que a mutação a ser feita nas células da CPIC deverá fundamentar-se nos passos de montagem de uma experiência de engenharia genética, como especificado acima. Cada uma dessas etapas terá seu desenho norteado por princípios e critérios fundamentados nos diferentes conceitos e teorias colocados pelos modelos teóricos que fundamentam esta tese. Inclui portanto princípios e conceitos do sistema nacional de aprendizado elaborado por Viotti (2000) e do pensamento sistêmico sintetizado por Capra (1996, 2000).

3.4. O DESENHO DA APLICAÇÃO DA ANALOGIA

De acordo com o pensamento sistêmico exposto anteriormente, o primeiro passo a ser cumprido pela analogia proposta é a caracterização da cadeia produtiva da indústria da construção como um sistema vivo. Para que isto seja feito é necessário aplicar os conceitos de rede, estrutura, processo e significado ao organismo CPIC.

Primeiro, os agentes da indústria envolvidos deverão compor um *tecido* de ações, capaz de funcionar como uma rede. Este primeiro requisito implica que as células a serem envolvidas deverão estar preparadas e abertas a trabalharem em conjunto. A faixa da indústria a ser testada tem necessariamente de compor um padrão de rede, integrando células coordenadoras do sistema interno da indústria e células dos sistemas externos, as quais trocam influências nas várias interações e relações entre si, permitindo exercitar na prática o funcionamento de uma rede nos moldes biológicos exposto anteriormente. Os conceitos colocados pelas teorias de sistemas de inovação e de aprendizado nos apontam para integração de células do setor público, privado e pesquisa.

Segundo, a estrutura da rede deverá definir um padrão de rede dissipativa, o que implica em uma interação constante com o meio, permitindo mudanças ao longo do caminho como, por exemplo, a integração de novos atores, novas metas e comunicação permanente com sistemas externos a indústria. Esta interação permite o exercício contínuo de troca de influências e estímulos, o que exige a identificação dos vetores de influência, particularmente dos instrumentos legais e econômicos.

Terceiro, o processo será desenvolvido ao longo de um período estabelecido e será avaliado continuamente, visando à avaliação de resultados e estabelecimento de metas. Além disso, a coordenação de todo o processo deverá ser exercida por células com função de coordenação na indústria (setor público, setor privado e/ou setor de pesquisa). Outro fator ligado ao processo é a realização de uma experiência piloto, exercitada a partir de projetos específicos e pré-definidos e em um espaço de tempo definido.

Quarto, a rede a ser construída deverá ter clareza quanto ao significado norteador de todo o piloto a ser implantado. Considerando o objetivo central de acelerar o paradigma tecnológico sustentável da CPIC, isto deverá ser feito fundamentando-se em dois princípios básicos: no compartilhamento e integração de responsabilidades, instrumentos e ações; e no fortalecimento do sistema de aprendizado da CPIC, direcionado ao aprendizado dos princípios da sustentabilidade aplicados à construção do ambiente construído. O que implica em conscientizar os agentes atuantes na CPIC do seu impacto no meio ambiente e do papel e responsabilidade de cada um em todo o processo de mudança.

3.4.1. Planejamento do piloto

Como visto anteriormente a *engenharia genética* introduz uma informação no *código genético* da *célula* visando obter um comportamento específico, diferente do que normalmente é característico àquela célula. A partir da concretização da *mutação*, o *organismo* passa a se comportar de acordo com os objetivos estabelecidos.

Considerando a complexidade da cadeia produtiva da indústria da construção e o fato de se estar testando uma metodologia, exige-se a limitação do campo experimental. O limite do campo experimental depende da definição da mutação a ser realizada, que inclui o gene mutante e a escolha das células que o receberão e aquelas necessárias à experiência como um todo. Além da identificação dos vetores internos e externos que deverão estar presentes na experiência.

a) Definição dos objetivos do piloto

A definição da mutação a ser realizada depende do impacto priorizado. Neste caso, é o impacto identificado no capítulo 1, ou seja, a geração de resíduos sólidos oriundos do processo construtivo.

A partir da priorização de um dos impactos, pode-se definir a mudança a ser introduzida no processo construtivo, ou seja, a mudança do *código genético*, que implica na introdução do gene mutante. A identificação da mudança leva à identificação dos atores da CPIC (as *células*) que são do interesse da experiência. Especificamente permite identificar qual a célula deverá estar recebendo o *gene mutante*, a qual deverá ser escolhida entre as células capazes de gerar mudanças na CPIC, de acordo com os objetivos estabelecidos.

O objetivo é minimizar os impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos de processos construtivos. O gene mutante terá, portanto a função de trabalhar nas células atuantes na cadeia de processos, responsáveis pela geração de resíduos levando à conscientização da importância de uma gestão adequada dos resíduos gerados nos seus processos construtivos. Os princípios norteadores desta gestão seguem os princípios da gestão integrada de resíduos sólidos aplicados ao contexto da indústria da construção.

b) Construção da rede dos agentes relevantes

A construção da rede dos agentes deve considerar a disponibilidade, assim como a preparação dos agentes (ou seu potencial de preparação) para participar de projeto piloto com o objetivo de contribuir para a minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos da IC. Isto significa que as instituições e as empresas a serem integradas, deverão perseguir o objetivo comum de encontrar caminhos sustentáveis para a CPIC e estar conscientes da importância do trabalho conjunto, compartilhando responsabilidades, recursos e ações.

Os agentes coordenadores da CPIC, pertencentes ao setor produtivo, setor público, setor de pesquisa e terceiro Setor, deverão ser integrados em um processo de trabalho que permita que os agentes atuantes no processo construtivo absorvam novas metodologias de gestão de seus resíduos sólidos (ou seja, recebam um novo gene), como esquematizado na figura 15.

c) Preparação do meio apropriado para o projeto piloto

De acordo com os vetores de influência identificados anteriormente, mudanças tecnológicas e de comportamento ocorrem por atuação de: líderes; busca e abertura de novos mercados; desenvolvimento de tecnologia; mudanças nos processo de produção; fortalecimento do sistema de

inovação; fortalecimento do sistema de aprendizado; introdução de instrumentos de controle e comando; instrumentos persuasivos e instrumentos incitativos. Uma combinação entre os diferentes vetores de influência pode complementar as deficiências do outro. Um meio apropriado para a realização de mudanças (mutações) no contexto da CPIC requer, portanto:

- a combinação de instrumentos legais, econômicos e de persuasão;
- o exercício do compartilhamento de responsabilidades, ações, recursos e instrumentos entre as células integradas na experiência;
- a integração e balanceamento de valores institucionais das células participantes;
- a integração de recursos institucionais, físicos e financeiros das células participantes;
- o desenvolvimento e disponibilização de metodologias e tecnologias que propiciem o fortalecimento do sistema de aprendizado da CPIC de acordo com o objetivo maior desta tese, que deverá ser desenvolvido por células ligadas à pesquisa e (ou) Terceiro Setor;
- o estabelecimento de padrões de comportamento desejados pelas células que estarão recebendo o gene mutante;
- a combinação de cada um destes fatores, de acordo com o objetivo maior estabelecido.

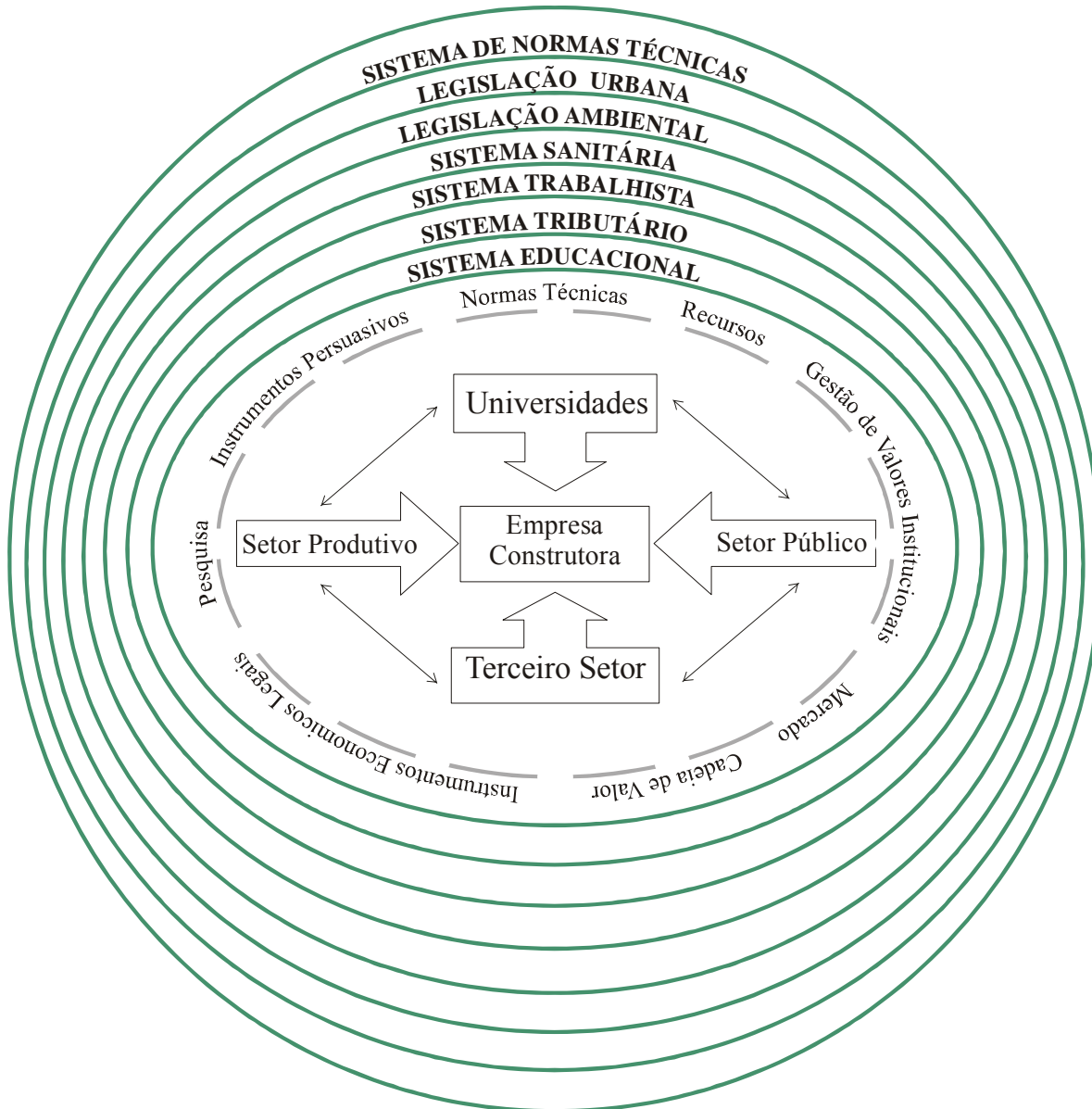


Figura 15: Os participantes da rede e seu meio ambiente

3.5. SÍNTESE ANALÍTICA

O objetivo de introduzir e acelerar a mudança do paradigma tecnológico da IC requer a construção de uma rede. Esta rede deve estar estruturada, de forma a permitir que conhecimentos, informação, metodologia e tecnologia, sejam gerados e aplicados em conjunto com instrumentos (legais e econômicos), que potencializarão a mudança de valores e estratégias, permitindo a consolidação de uma trajetória tecnológica preocupada em manter o equilíbrio do meio ambiente.

O fortalecimento do Sistema de Aprendizado da CPIC, focado na sustentabilidade da construção, é indispensável na consolidação do aprender contínuo de uma maneira sustentável de se produzir o ambiente construído. O desenho da analogia apresentada trabalha como uma ferramenta que visa nortear e dirigir os passos a serem dados, ao longo do processo da pesquisa empírica a ser

realizada. O monitoramento e a avaliação contínuos dos resultados permitem introduzir modificações necessárias para obtenção de resultados concretos.

Este arcabouço análogo oferece uma abordagem de análise que organiza as etapas a serem cumpridas ao longo da pesquisa na prática. Possibilita a identificação das informações e norteia as decisões a serem obtidas e integradas visando testar seu potencial de contribuição à minimização dos impactos causados pela geração e disposição dos resíduos sólidos oriundos do processo construtivo, em um período de tempo pré-definido, de acordo com os princípios estabelecidos.

No processo de aplicação desta abordagem analítica, foram definidos na prática dois momentos para a realização da pesquisa empírica. O primeiro momento refere-se aos estudos de casos que compõe um diagnóstico do contexto da IC e realiza uma preparação para o segundo momento.

O segundo momento da pesquisa empírica constitui-se da elaboração de um projeto piloto, aplicado em parceria com diferentes instituições e que visa a minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras. Este exercício permite vivenciar na prática os vetores de influência capazes de produzir mudanças.

PARTE II: ESTUDOS DE CASOS

Capítulo 4: Primeiro Momento

Capítulo 5: Segundo Momento

Capítulo 6: Resultados e Análise

CAPÍTULO 4: PRIMEIRO MOMENTO

4.1. APRESENTAÇÃO

O primeiro momento dos estudos de casos efetuados no âmbito desta tese tem como objetivo principal diagnosticar, checar e propor vetores capazes de gerar mudanças. Estes vetores são detectados a partir de estudos específicos da cadeia produtiva da indústria da construção e dos vetores identificados no capítulo anterior. Este exercício dá subsídio ao desenvolvimento e implantação do segundo momento dos estudos de casos e está dividido em quatro etapas.

A primeira etapa aplica o conceito de Sistema Nacional de Aprendizado ao contexto da CPIC, com ênfase nos dados do centro-oeste de acordo com o modelo teórico fundamentado em Viotti (1997). Dados nacionais, no entanto, são usados para complementação do exercício proposto

A segunda etapa é resultado de questionários e entrevistas aplicadas a empresas construtoras do centro-oeste, com o objetivo de identificar os vetores de influência na implementação de inovações que minimizem impactos de seus processos construtivos, de acordo com a percepção e as experiências das empresas. Foram aferidos os níveis de conscientização dos impactos causados pelo processo construtivo, conhecimento da legislação vigente e os vetores mais relevantes no processo de tomada de decisão das empresas construtoras ao assumirem a introdução de uma nova metodologia ou tecnologia.

A terceira etapa apresenta três estudos de caso de inovações que estão sendo introduzidas na indústria da construção identificando os principais vetores de influência no processo de desenvolvimento e concepção da idéia e de sua implantação. Foram identificadas empresas ou profissionais que estão desenvolvendo ou introduzindo produtos em consonância com o paradigma tecnológico sustentável⁴⁴ e foram feitas entrevistas com o objetivo de identificar as principais influências recebidas pelas empresas inovadoras.

A quarta etapa exercita propostas de instrumentos de gestão ambiental, referentes, especificamente, à gestão de resíduos sólidos aplicados ao contexto da CPIC.

⁴⁴ Dosi (1988) afirma que paradigma tecnológico define contextualmente as necessidades a serem preenchidas, os princípios científicos utilizados para a tarefa e o material tecnológico a ser usado (DOSI, 1988, 224). Depende, portanto do conhecimento e informações acumulados ao longo dos vários processos de produção, representados por um conjunto de exemplares e um conjunto de buscas incessantes de novos caminhos, o que Dosi chama de “*a set of hueristic*”. Em suas palavras: “Where do we go from here? Where should we search? On what sort of knowledge should we draw?” (DOSI, 1988, 224). Portanto um paradigma tecnológico sustentável incorpora um processo de aprendizado que utiliza conhecimentos, informações, experiências consolidadas a partir de uma busca constante de equilíbrio entre os processos industriais e as necessidades de sobrevivência do meio ambiente.

4.2. ESTUDO 1: O SNA APLICADO A CPIC

O primeiro estudo de caso tem como objetivo aplicar à cadeia produtiva da indústria da construção a ferramenta fornecida por Viotti (1997), utilizando dados disponíveis e relativos ao Brasil⁴⁵ e outros estados, priorizando, no entanto, o cenário no centro-oeste, particularmente o DF⁴⁶. Os dados foram coletados à medida que a pesquisa foi sendo desenvolvida e os contatos com o setor produtivo e o setor público foram sendo estabelecidos.

A carência de dados específicos da IC dificulta o exercício e obriga a assumir algumas posições que deverão ser aprofundadas posteriormente, inclusive como parte do desdobramento desta Tese (ver sugestões nas Considerações Finais).

4.2.1. Os indicadores de educação e treinamento

O indicador do nível da educação neste exercício deverá enfocar: alfabetização e nível de escolaridade da mão de obra; nível da formação técnica dos profissionais atuantes na indústria de processo; qualidade dos cursos de graduação de engenharia e arquitetura e treinamento de profissionais em outros estados.

Segundo o Ministério do Trabalho (RAIS, 2001, apud CBIC) apenas 38% de trabalhadores da indústria da construção havia cursado apenas o 4º ano do estudo básico, sendo a 4ª série incompleta (16,87%) ou a 4ª série completa (20,91%). No final da década de 1980, este percentual chegou ao valor de 64,18%. O número de analfabetos também apresentou redução pela metade na última década, saindo de um percentual de 5,3% em 1988 para 2,44% em 2001.

Outro indicador de melhoria relativa ao campo da educação no setor da construção é o aumento do número de trabalhadores com níveis de escolaridade mais elevados. Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (RAIS, 2001), em todo o Brasil, 18,99% da mão-de-obra empregada na indústria de processos cursou a 8ª série completa e 12,22% tinham o Ensino Médio. Estes percentuais em 2000 eram de 18,54%, 16,89% e 11,36%, respectivamente.

⁴⁵ Os dados a serem usados no contexto brasileiro são fornecidos principalmente por um trabalho realizado para o MDIC (2002), sobre Substituição de Importações de Materiais da IC, cuja equipe contou com a participação da autora desta tese.

⁴⁶ Os dados relacionados ao DF serão baseados no documento Perfil das Indústrias da Construção Civil do Distrito Federal (2003), elaborado pelo IEL, por solicitação do Sinduscon-DF, especificamente da COMAT (Comissão de Materiais). A solicitação para elaboração deste documento foi resultado da aprovação pelo Grupo de Produção (coordenado pela autora desta tese) do seminário da Cadeia Produtiva da IC, realizado em 2001 em Brasília, da idéia proposta, pela autora desta tese de realizarmos um diagnóstico da IC no DF.

A autora desta tese ao apresentar questionários de avaliação da etapa de sensibilização nos canteiros de obra⁴⁷ aos participantes do Programa de Gestão de Materiais obteve apenas 40% dos questionários respondidos. É relevante notar que os questionários envolviam ler, interpretar e responder. Na avaliação, não se obteve resultados positivos em função da dificuldade encontrada pela mão-de-obra em responder os questionários.

O SENAI, dentro do Projeto Estratégico Regional, avaliou cadeias produtivas de diferentes regiões e estados brasileiros, identificando gargalos e oportunidades. O levantamento, em relação a Mato Grosso, aponta 42% do pessoal possuindo ensino básico incompleto. As empresas reconhecem como principais fatores tecnológicos: os recursos humanos 40% e em segundo lugar máquinas e equipamentos 35% (SENAI- MT, 2002).

No Distrito Federal o gráfico 8 aponta para uma realidade similar (IEL, 2003), menos de 10% possui curso superior. No entanto, o grau de escolaridade dos dirigentes e empresários da construção civil do DF revela nível de escolaridade bastante elevado.

O treinamento fora do país ou da região também é considerado um indicador importante na avaliação do patamar de educação e treinamento. O diagnóstico do DF realizado pelo IEL (2003) aponta para uma realidade onde 48,16% das empresas realizam treinamentos dentro da própria empresa. Nenhuma empresa entrevistada faz treinamento fora do DF.

A qualidade da educação oferecida na graduação do Brasil apresenta resultados que apontam para a necessidade de melhorias. Ao processar os dados do MEC no Exame Nacional de Cursos (Provão-ENC), realizado pelo Instituto Nacional de Estudo e Pesquisa Educacionais Anísio Teixeira (INEP) entre 1999 e 2003, visando obter as médias dos cursos de arquitetura, engenharia civil e engenharia elétrica, observa-se que essas médias estão no nível C, como demonstram os gráficos 09, 10 e 11.

⁴⁷ A etapa de Sensibilização constitui-se de seminário vivencial nas obras participantes do piloto do PGM (Programa de Gestão de Materiais), visando sensibilizar os trabalhadores da importância do trabalho e da responsabilidade de cada um. No final foram aplicados questionários de avaliação dos resultados e impactos do Seminário.

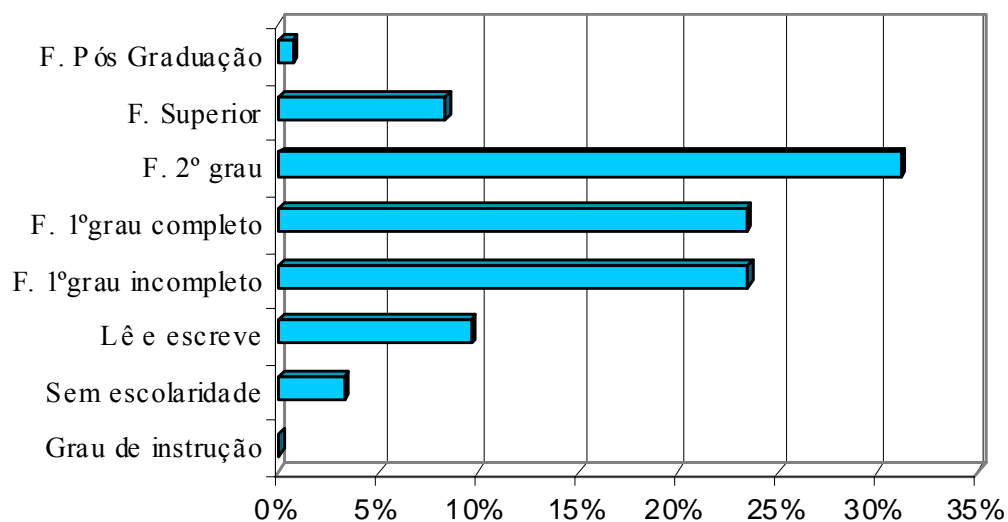


Gráfico 8: Nível de escolaridade – Indústria da Construção – DF

Fonte: IEL, 2003

Curso: Arquitetura e Urbanismo

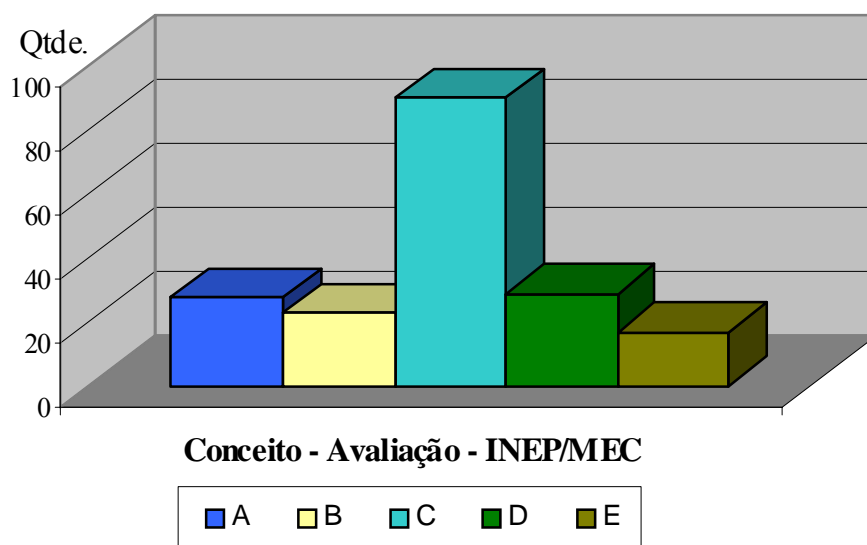


Gráfico 9: Avaliação dos cursos de graduação de Arquitetura e Urbanismo – 1999/2003

Fonte: Dados do INEP/MEC, 1999 a 2003.

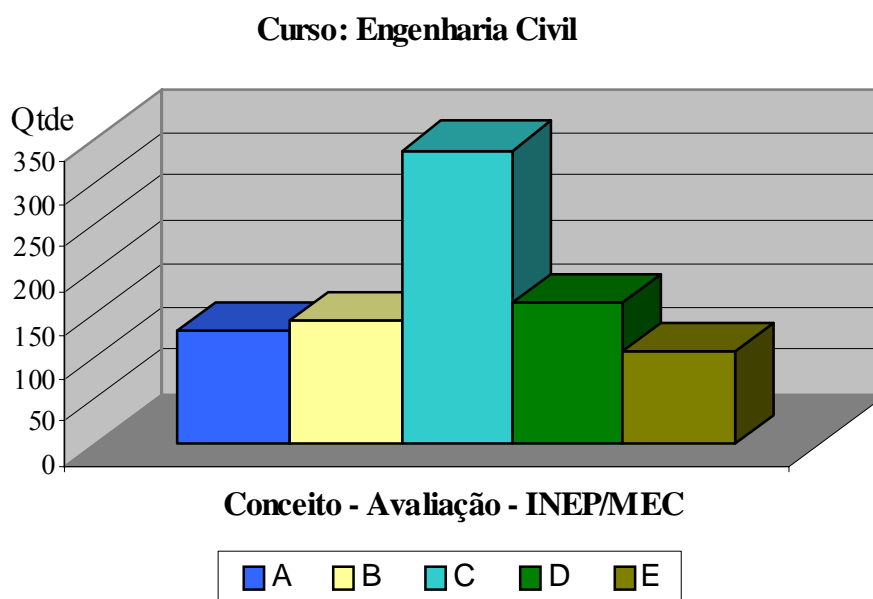


Gráfico 10: Avaliação dos cursos de graduação de Engenharia Civil - 1999/2003

Fonte: Dados do INEP/MEC de 1999 a 2003.

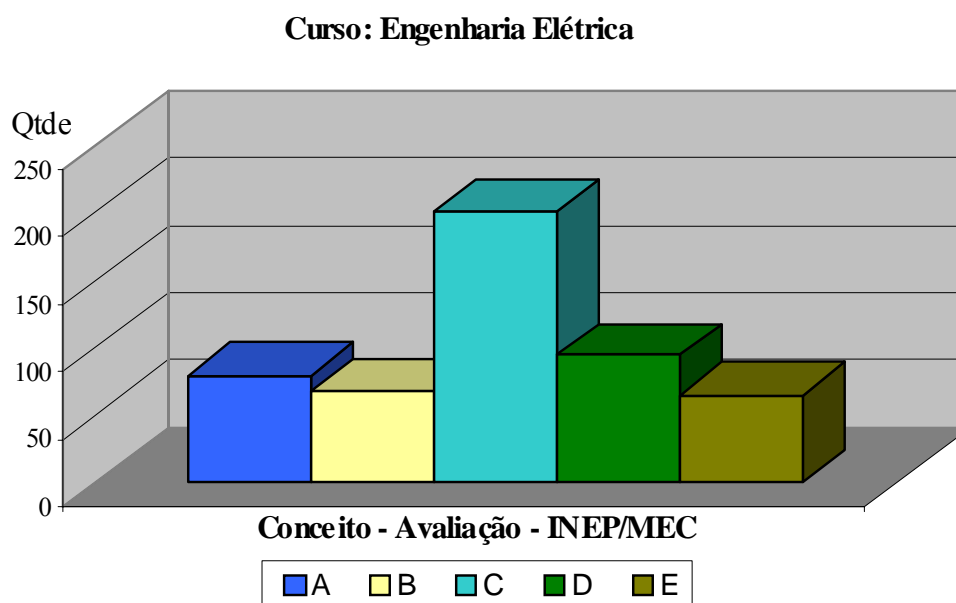


Gráfico 11: Avaliação dos cursos de graduação de Engenharia Elétrica – 1999/2003

Fonte: Dados do INEP/MEC de 1999 a 2003.

4.2.2. - Aquisição de tecnologia

No estudo comparativo entre Brasil e Coréia realizado por Viotti (2000), o Brasil adquire tecnologia, principalmente, por investimento direto de capital estrangeiro. Enquanto a Coréia

depende, principalmente, da importação de bens de capital. De acordo com a metodologia proposta por Viotti, o investimento em bens de capital propicia o fortalecimento do sistema de aprendizado das indústrias coreanas potencializando a sua capacidade de introduzir melhorias incrementais e inovações em seus processos produtivos.

A aplicação deste indicador (aquisição de tecnologia) no contexto da CPIC é possível, particularmente em relação à cadeia de suprimentos, pela disponibilidade de dados. No Brasil a indústria de materiais da construção caracteriza-se por ser uma indústria nacional.

O estudo realizado para o MDIC visando identificar os materiais importados pela indústria da construção, passíveis de substituição, identificou entre os 22 capítulos na Nomenclatura Comum do Mercosul, que se referem a CPIC, apenas nove capítulos relevantes à análise de substituição de importação⁴⁸, como demonstra o gráfico 12. Entre os nove, apenas dois capítulos foram selecionados: Ferramentas (capítulo 82) e Máquinas e Materiais elétricos (capítulo 85) como demonstra a tabela 5 e o gráfico 12.

Tabela 5: Materiais da IC segundo NCM analisadas pelo MDIC

Mercadorias Analisadas - 2001			%
Capítulo	Comércio Corrente		
	US\$ FOB		
25	15.903.809,00		0,53
32	40.562.180,00		1,35
39	12.710.441,00		0,42
70	25.259.475,00		0,84
74	41.509.713,00		1,38
82	203.686.897,00		6,76
83	27.591.040,00		0,92
85	2.645.725.337,00		87,81
Total	3.012.948.892,00		100,00

Fonte: MDIC, 2003

⁴⁸ Estudo realizado para o MDIC sobre Substituição de importação, 2003, do qual a autora fez parte da equipe..

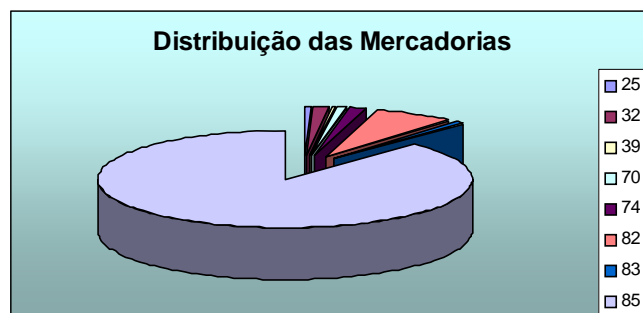


Gráfico 12: Capítulos da NCM relacionados à IC
Fonte: MDIC, 2003

Foram realizadas entrevistas com os fornecedores citados nos capítulos Ferramentas e Máquinas e Materiais Elétricos, tendo como referência as cinco forças competitivas consideradas por Porter (1985)⁴⁹. Nas entrevistas realizadas, foram identificadas as forças dos clientes e dos fornecedores (como sumarizado no quadro 05). Observou-se que as patentes são de firmas estrangeiras e a força competitiva que prevalece é a qualidade da tecnologia estrangeira. De um lado há fornecedores estrangeiros, oriundos de um paradigma tecnológico estabelecido em um contexto industrial e fortalecido em seu processo de acumulação de conhecimento e experiência, com produtos de qualidade. Do outro lado, há clientes brasileiros com metas para superar produtividade e aumentar competitividade, que de acordo com seus depoimentos são mais eficientemente alcançadas com os produtos estrangeiros.

Quadro 5: Resumo das forças competitivas segundo Porter (1985)

Capítulo	INFLUÊNCIA - 5 FORÇAS COMPETITIVAS				
	Cliente	Fornecedor	Rivalidade	Substituição	Novos Compet.
25	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
74	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
82	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
83	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
85	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Total:	6	7	0	0	1

Fonte: MDIC, 2003.

⁴⁹ Foram consideradas as cinco forças competitivas consideradas por Porter : barreiras de entrada, determinantes do poder do fornecedor, determinantes da ameaça de substituição, determinantes do poder de compra, determinantes da rivalidade (PORTER, 1985).

2.2.3. Indicadores nacionais de recursos comprometidos com o aprendizado tecnológico

Há grande dificuldade em obter dados relativos aos indicadores nacionais de recursos comprometidos com educação e treinamentos direcionados à CPIC, assim como sobre os resultados do esforço tecnológico nacional.

Um fator relevante é o número de pedidos de patentes registrados junto ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial). Entre 1998 e 2000, foram identificados quatro pedidos de patentes relativos ao uso de agregados produzidos a partir de resíduos sólidos da IC. Três pedidos referentes à produção de tijolos e argamassas, com o uso de agregados reciclados a partir de resíduos classe A e um pedido referente à produção de tijolos com o uso de plásticos, mediante processo de injeção ou moldagem. Todos esses pedidos são provenientes de pesquisas realizadas na região sul e sudeste.

Outro fator a ser enfatizado é o desequilíbrio na divisão dos recursos para pesquisa no cenário brasileiro. O gráfico 13 demonstra a concentração destes recursos no sudeste, a qual é significativamente maior que em outras regiões brasileiras. Para se explicar esta situação há de se reconhecer que os sistemas de aprendizado e de inovação do sul e do sudeste são mais fortalecidos que no restante do país. Isto implica em uma maior integração entre agentes e instituições, assim como maior capacidade e habilidade de acumular conhecimentos e informação. Uma comparação entre os sistemas de aprendizado regionais permitiria a obtenção de um diagnóstico geral entre as regiões no país.

4.2.4. Resultados nacionais de disseminação de tecnologias

Novamente depara-se com a dificuldade em obter dados que permitam conclusões definitivas. No entanto, cabe aqui uma análise em relação à falta de integração entre uma política industrial nacional e políticas industriais setoriais.

O Fórum da Competitividade⁵⁰ é uma iniciativa de integração institucional e dos agentes relevantes ao desenvolvimento da cadeia produtiva da indústria da construção e tem tentado consolidar ações relevantes para o desenvolvimento de cadeias produtivas, como a indústria da construção, o complexo eletrônico, a siderurgia, o turismo e outras.

⁵⁰ Programa integrante do Avança Brasil/PPA 2000/03, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e gerenciado pela SDP, Secretaria de Desenvolvimento da Produção (MDIC, 2002).

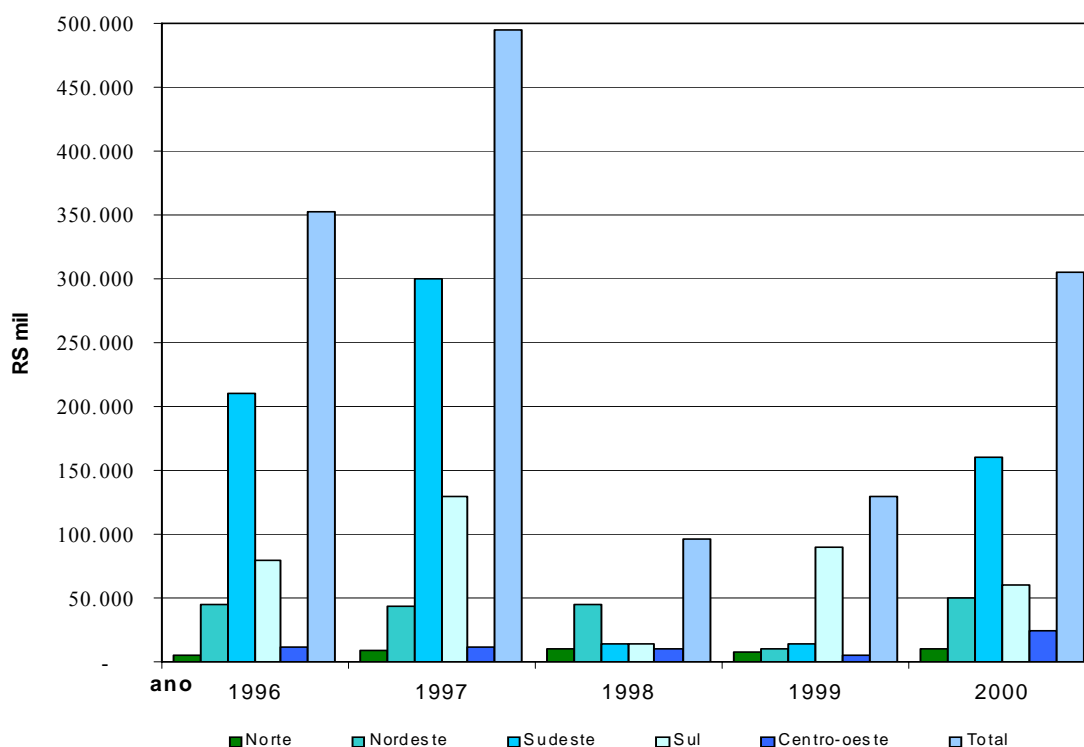


Gráfico 13: Distribuição de recursos FINEP – 1996/2000

Fonte: FINEP (2000)

O Fórum de Competitividade tem como objetivos principais: o fortalecimento do mercado interno, o desenvolvimento produtivo regional, a capacitação tecnológica, o aumento de exportações e a competição com importações e com serviços internacionais (MDIC, 2002).

Além disso, sua estrutura de trabalho integra instituições públicas (Ministérios das Cidades, do Desenvolvimento, do Meio Ambiente, de Ciência e Tecnologia, SENAI, SEBRAE); instituições ligadas ao setor privado (SINDUSCONS, Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Federações, Associações e outros); empresários, trabalhadores e instituições acadêmicas, visando identificar gargalos, oportunidades e desafios, obter consenso e propor ações (Fórum de Competitividade, 2002). Cada uma dessas instituições tem programas e projetos que visam o desenvolvimento de um elo específico da cadeia produtiva, tanto relacionado a suas deficiências tecnológicas, como organizacionais.

Os objetivos do programa estabelecidos pelo Fórum de Competitividade refletem um encaminhamento para o fortalecimento do Sistema de Aprendizado da Indústria da Construção (SAIC), de acordo com a abordagem de Viotti (1997). Ao mesmo tempo em que a estrutura de trabalho do Fórum, que integra agentes, conseqüentemente integra instrumentos e recursos,

potencializando a aplicação de recursos (humanos, físicos e financeiros) e ações, fortalece o sistema nacional de inovação (FREEMAN, 1994).

As metas instrumentais estabelecidas e as políticas prioritárias definidas refletem a busca desta integração. As primeiras metas visam: aumentar a produtividade em 3% ao ano, nos próximos quatro anos; elevar para 90% até 2002, o percentual médio de conformidade com as normas técnicas dos materiais de construção; e ofertar 1,5 milhão de novas habitações no prazo de quatro anos (MDIC, 2002 b). As metas seguintes englobam melhoria da qualidade e produtividade; aperfeiçoamento da política de habitação social; revisão dos sistemas e programas de financiamento da habitação; modernização da legislação de estímulo à construção habitacional; recuperação e ampliação da infra-estrutura e redução dos custos e aprimoramento das relações de trabalho (MDIC, 2002).

4.3. ESTUDO 2: VETORES DE INFLUÊNCIA - EMPRESAS

Esta etapa da pesquisa foi desenvolvida visando identificar vetores capazes de gerar mudanças, apontados pelas próprias construtoras, ao mesmo tempo em que, tentou avaliar o nível de conhecimento das empresas referentes à legislação ambiental e de seus processos internos de busca de novas tecnologias e metodologias.

A pesquisa junto às construtoras só foi possível com o apoio do Sinduscon-DF e Sinduscon-GO, que enviaram o questionário às construtoras. As empresas apresentaram resistência em responder os questionários. A justificativa para não responder os questionários, foi o fato de que foram direcionados aos diretores da empresa, os quais tem o tempo muito reduzido para qualquer atividade fora dos compromissos agendados. O segundo argumento usado foi o fato do questionário tratar de inovações que minimizem o impacto causado no meio ambiente pela indústria da construção, o qual não é percebido por grande parte da indústria. Apenas 10 questionários (entre 720) foram retornados e foram realizadas 11 entrevistas.

Apesar de uma amostragem pequena dentro do contexto da CPIC do centro-oeste, os resultados encontrados trabalham como norteadores de pesquisas futuras, ao mesmo tempo em que permitem identificar alguns fatores de influência de interesse desta tese, particularmente a necessidade de fortalecer o sistema de aprendizado da indústria da construção potencializando a absorção ativa de tecnologia.

4.3.1. Resultados

a) Certificação das empresas

Todas as 21 empresas, de Goiânia e Brasília, que participaram da pesquisa são certificadas, tendo ISO 9001 ou PBQP-H, e são de médio e grande porte. Isto implica que, de uma forma ou de outra, processos construtivos de maior qualidade têm sido buscados.

b) Padrão dos empreendimentos

O padrão dos empreendimentos refere-se à qualidade do produto oferecido ao cliente, ou seja, guarda uma relação próxima com a faixa de renda a que se destina. O nível dos empreendimentos confirma a participação de empresas certificadas, pois nenhuma das empresas está envolvida com obras de pequeno porte, como demonstra o gráfico 14.

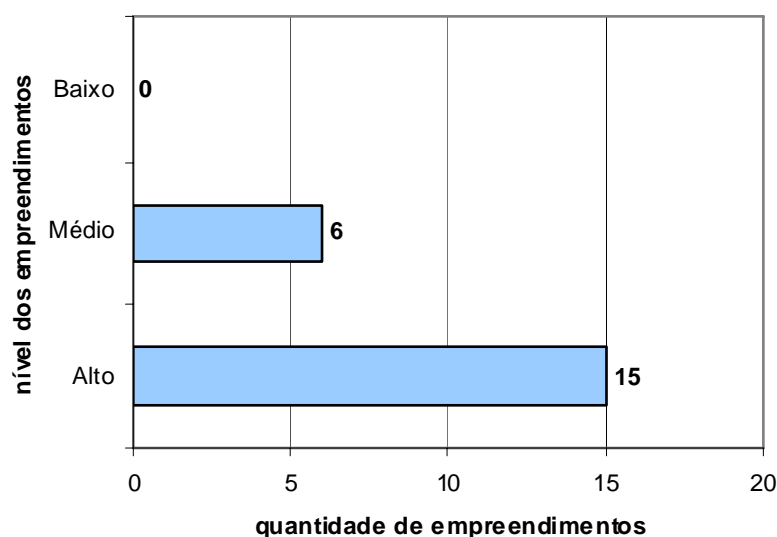


Gráfico 14: Nível do empreendimento das empresas pesquisadas

c) Legislação ambiental do conhecimento da empresa

De acordo com os resultados obtidos, as empresas não fizeram referências a legislações ambientais específicas. As referências foram feitas de forma generalizada. Apenas 15% das empresas citaram a resolução 307 do CONAMA e 30% não reconhece nenhuma legislação

ambiental, como demonstra o gráfico 15. Pode-se argumentar, que não faz parte da cultura das empresas envolvidas em construção, conhecer documentos como, por exemplo: Agenda 21 das Cidades, Agenda 21 dos Recursos Naturais e Estatuto da Cidade.

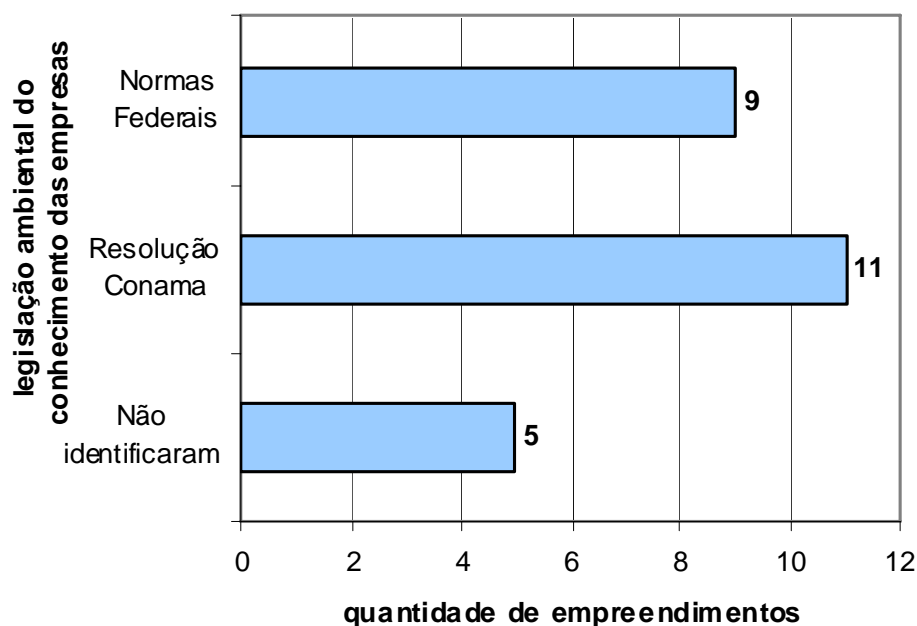


Gráfico 15: Legislação ambiental do conhecimento das empresas

d) Impactos ambientais causados pelo processo de produção da empresa

O conjunto de impactos identificado pelas empresas construtoras demonstra que há consciência que o processo construtivo causa danos a montante e a jusante, além daqueles ocorridos durante a construção, como demonstra o gráfico 16.

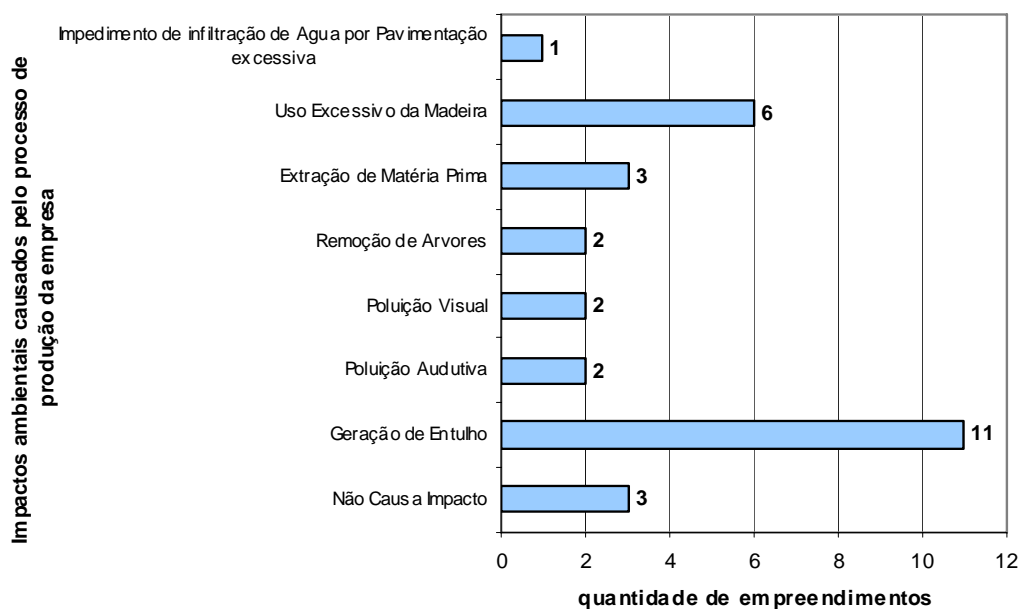


Gráfico 16: Impactos ambientais identificados pelas empresas

e) Tecnologia introduzida (ou a ser introduzida) pela empresa para minimização dos impactos identificados (Gráfico 17).

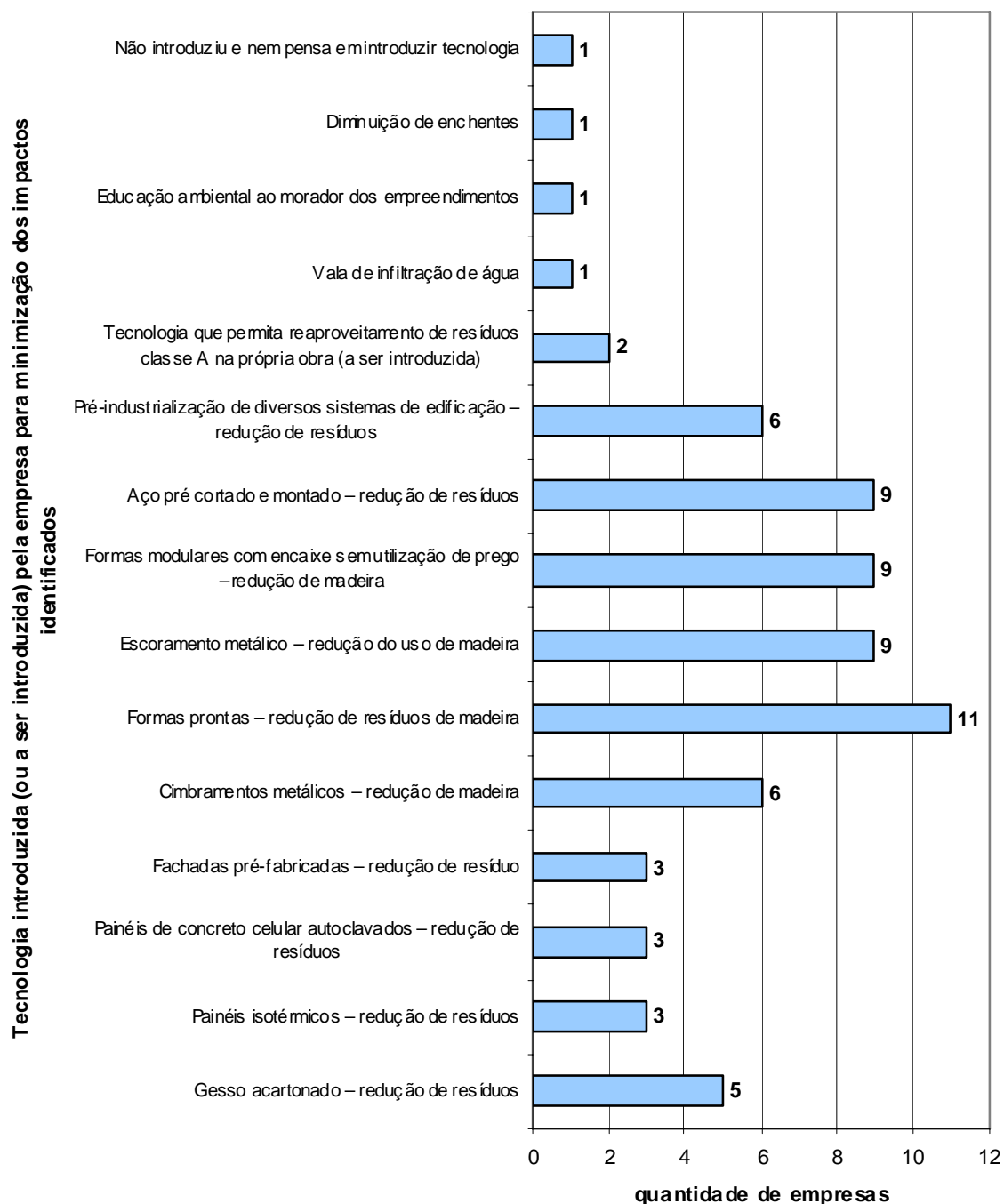


Gráfico 17: Tecnologia implantada pelas empresas que minimiza os impactos identificados

f) Influência recebida de firmas estrangeiras (gráfico 18).

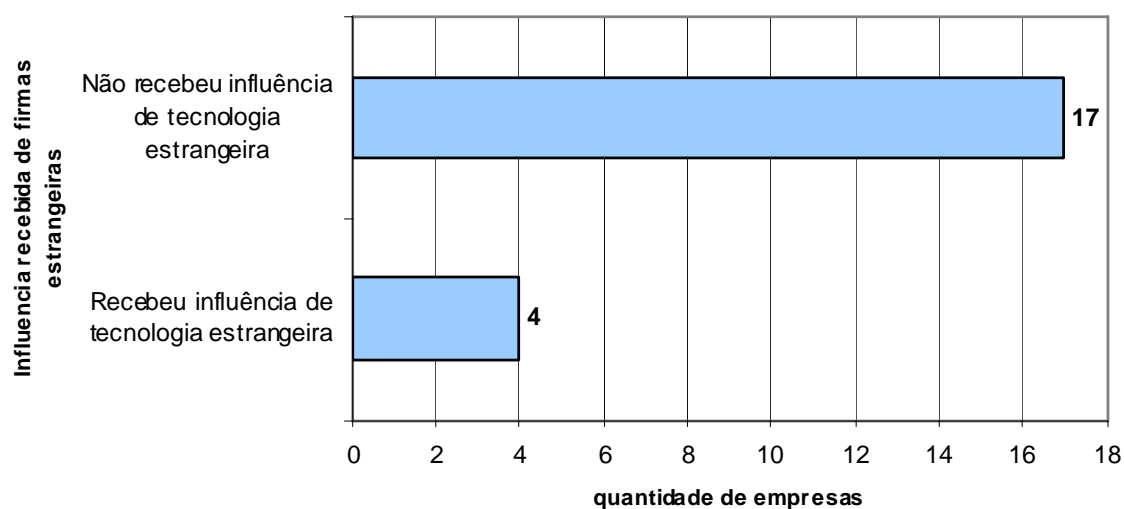


Gráfico 18: Influência estrangeira

g) Qual o departamento da empresa é mais provável de sugerir a introdução ou absorção de uma nova tecnologia que minimize o impacto do processo de produção da empresa (gráfico 19).

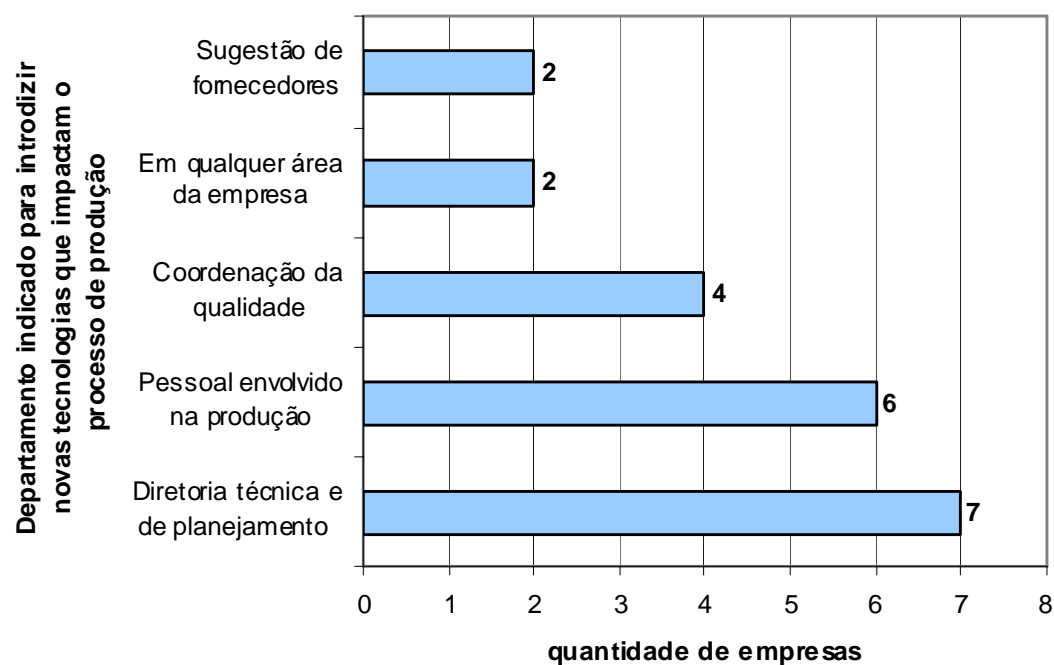


Gráfico 19: Área da empresa provável de sugerir inovação

h) Principais razões para a empresa adotar uma nova tecnologia (gráfico 20).

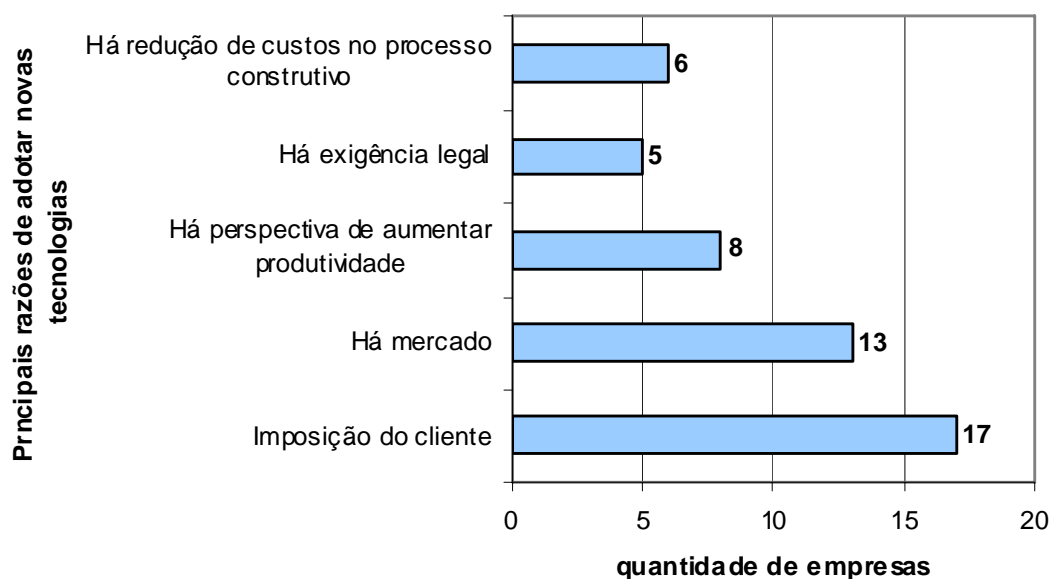


Gráfico 20: Razões para inovar

i) Qual o valor investido pela empresa em pesquisa e desenvolvimento nos últimos três anos (gráfico 21).

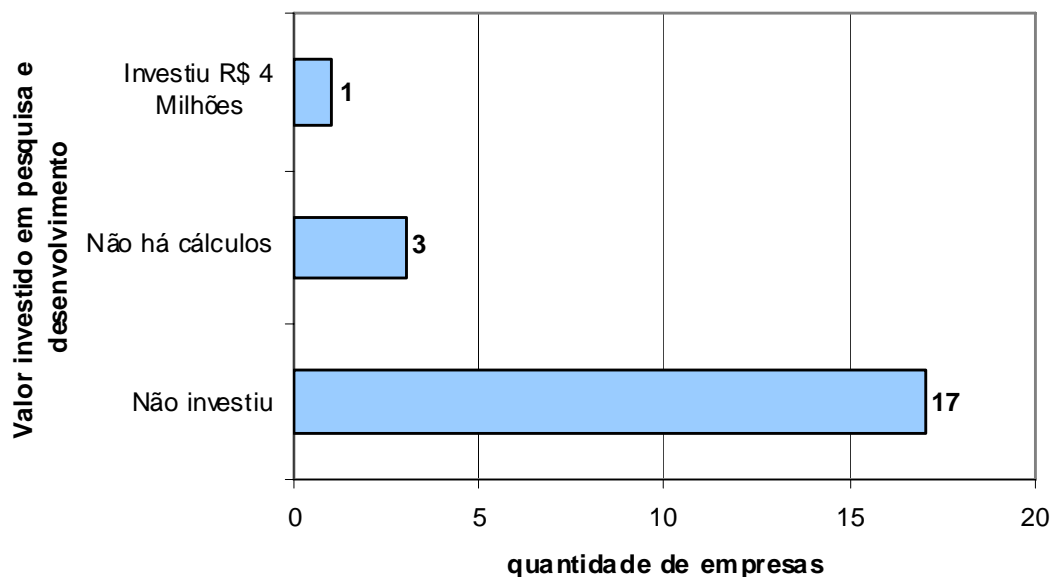


Gráfico 21: Valor investido em inovação nos últimos três anos

j) As soluções adotadas visando redução de desperdício (gráfico 22).

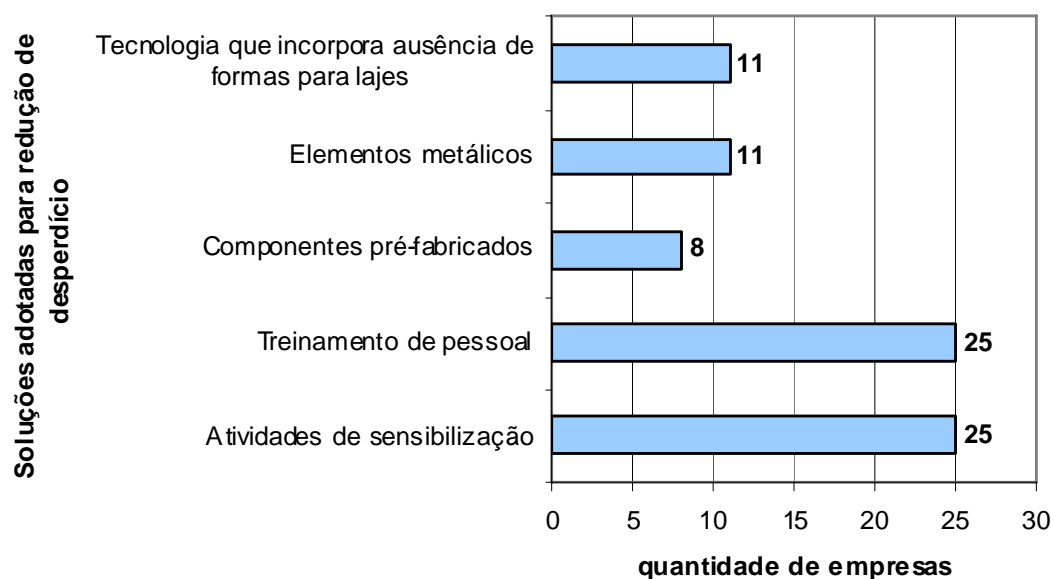


Gráfico 22: Soluções adotadas para evitar desperdício

k) A empresa se preocupa com a origem da matéria-prima básica (como areia e cascalho por exemplo) (gráfico 23).

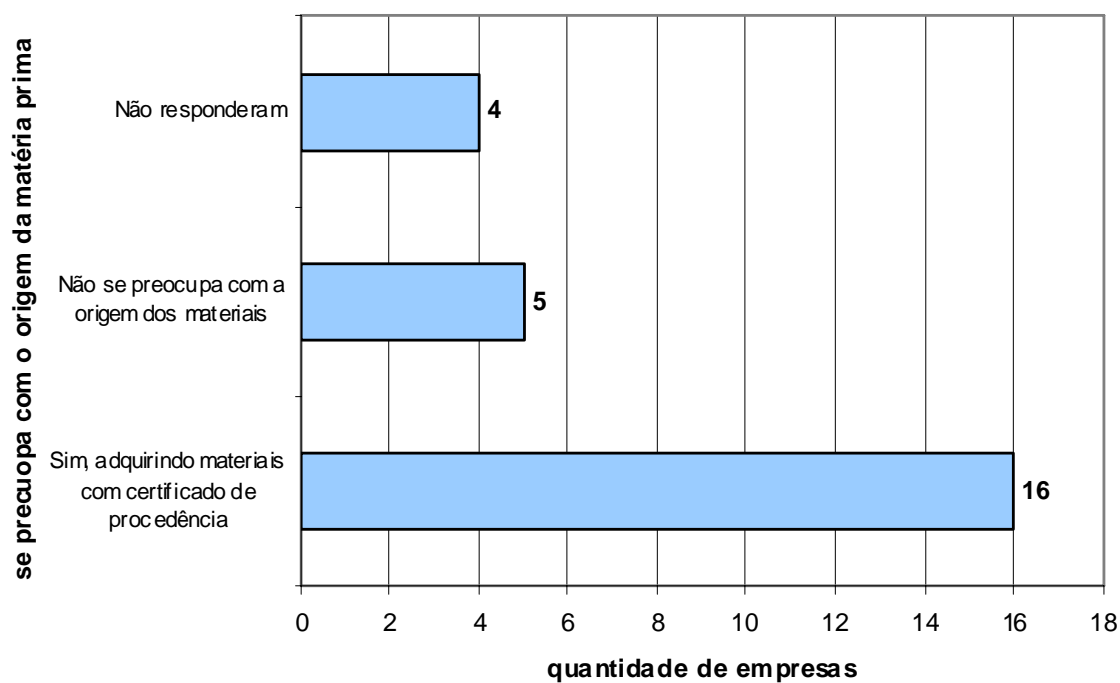


Gráfico 23: Preocupação com a origem da matéria prima

4.4. ESTUDO 3: VETORES DE INFLUÊNCIA - INOVAÇÕES

Os estudos de caso apresentados a seguir foram selecionados de acordo com três critérios. O primeiro critério estabelece que as inovações ou produtos deveriam ser introduzidos no mercado da CPIC. Eles visam assegurar que o processo de pesquisa e seu desenvolvimento fossem concluídos, mesmo que sofressem alterações no futuro. O produto não absorvido pelo mercado indica que ainda está em desenvolvimento e que não completou o ciclo de pesquisa e implantação.

O segundo critério estabelece que as inovações deveriam ser produtos da cadeia principal da CPIC, ou seja, edificações. O que se justifica pelo fato do produto da cadeia principal, particularmente edificações, trabalhar como um catalisador de soluções, possibilitando agrupar e identificar diferentes tecnologias.

O terceiro critério estabelece que as inovações deveriam ser produtos fundamentados em princípios da arquitetura e urbanismo sustentável. Trabalha como um filtro no processo de seleção da inovação, no que tange ao seu grau de sustentabilidade. Este critério compõe-se de princípios norteadores da sustentabilidade⁵¹, incluindo:

- o uso eficiente de energia e água;
- a definição de espaços iluminados e ventilados da maneira mais natural possível;
- o uso de dimensões e *lay-outs* que permitem que mudanças ocorram naturalmente;
- a especificação de materiais que integrem a estrutura do edifício até o momento de sua demolição, os quais certamente voltarão ao processo produtivo como agregado reciclado;

⁵¹ Ao aplicarmos o conceito de Le Corbusier que “uma casa é uma máquina de viver” ao ambiente construído, este último passa a ser visto como uma máquina que permite que a sociedade sobreviva, pois constitui a infraestrutura física da vida cotidiana. O desafio passa a ser projetarmos e construirmos “máquinas vivas” que tendem a dar mais do que tiram ao longo de um período. Passam a se comportar como árvores, ou seja, são capazes de produzir mais energia que precisam, e devolvem para a comunidade o que não usam. Isto implica edifícios que fazem uso inteligente de energia e da água. E são construídos com materiais extraídos, produzidos e aplicados de maneira inteligente e produtiva. (McDONOUGH, GWILLIAN, BATESON, FULLER, CALTHORPE, FISK, apud. ZELOV et al 1997). Inteligente aqui ligado ao sentido da vida, à ecologia, sendo, portanto capaz de minimizar impactos destrutivos no meio ambiente, pois se integra aos sistemas vivos. Capaz de acomodar –se e mudar suas propriedades de acordo com as necessidades do momento. Diferente da tecnologia “moderna”, especializada, segregadora, que tem produzido edifícios desconectados das comunidades, e do meio ambiente. Edifícios que trabalham como peças de um ecossistema. (McDONOUGH, GWILLIAN, BATESON, FULLER, CALTHORPE, FISK, apud. ZELOV et al 1997). A idéia de ecossistema implica em interdependência, de escalas que dependem da próxima e depois da próxima escala, o que nos oferece um instrumento norteador para a tomada de decisão. A tomada de decisão em qualquer momento do projeto está ciente de seu papel no todo, tanto do edifício como no todo do seu processo de produção e do seu produto; e no todo do ecossistema no qual se insere, tanto o regional, como do país, como do planeta.

- a especificação de materiais internos fabricados sem o uso de materiais tóxicos, que possam ser usados até o dia de serem trocados. Certamente os fornecedores o trocarão absorvendo-os em seus processos produtivos;
- a busca do compartilhar de objetivos e necessidades em toda e cada fase de produção do edifício que está sendo concebido;
- a integração dos sistemas de energia, água e esgoto;
- um processo construtivo de qualidade que minimiza perdas, assegura durabilidade dos sistemas construtivos e materiais aplicados e faz a gestão adequada dos resíduos gerados.

Foram selecionados três estudos de caso. Dois no centro-oeste: Casa Autônoma (CA) e Casa Conceito (CC) e um em São Paulo. Os agentes envolvidos na experiência paulista pediram sigilo de suas identidades, nas análises. As entrevistas foram estruturadas com o objetivo de apreender o processo de pesquisa e o desenvolvimento dos produtos; e de identificar os vetores de influência em todo o processo.

A apresentação dos resultados obtidos nas entrevistas está estruturada em cinco itens:

- a) Caracterização do responsável (profissional, ou empresas) pelo desenvolvimento e implantação da inovação;
- b) Descrição do produto ou tecnologia desenvolvida e aplicada;
- c) Breve histórico do desenvolvimento e implantação do produto ou tecnologia;
- d) Identificação dos vetores de influência;
- e) Identificação das principais dificuldades enfrentadas.

4.4.1. Casa Autônoma

a) Caracterização do responsável

A gestão e coordenação técnica da Casa Autônoma foram realizadas pelo seu mentor e líder, o arquiteto e pesquisador autônomo Mário Viggiano.

b) Descrição do produto

A Casa Autônoma constituiu-se de projeto e construção de uma residência em Brasília que “reúne tecnologias e conceitos ligados à arquitetura bioclimática, conservação de energia e automação predial. A edificação foi concebida a partir de uma abordagem holística, auto-suficiência e

reciclagem” (Folder, Casa Autônoma, 2003). A Casa Autônoma (CA) recebeu o Prêmio Procel 2002-2003, Primeiro Lugar na Categoria de Edificações.

A residência construída tem em torno de 300m² “com todos os recursos disponíveis que envolvem a idéia de autonomia”. Dentre os recursos estão:

- Geração de energia elétrica a partir da transformação da energia solar e eólica;
- Automação dos sistemas de controle;
- Controle da temperatura e da umidade através da climatização passiva e mecânica, sem usos de ar condicionado;
- Reciclagem de dejetos;
- Aproveitamento de águas da chuva;
- Gerenciamento das funções através de um software de automação predial;
- Sistema de alarme e controle de acesso;
- Irrigação automatizada;
- Controle de iluminação.

Outro princípio adotado na pesquisa e desenvolvimento do produto foi o compartilhar de recursos particularmente com empresas fornecedoras de materiais e tecnologias, como filtragem de água e monitoramento de gasto de energia. Em troca do marketing, divulgação dos produtos e uso do conceito da CA, foram estabelecidas parcerias com empresas fornecedoras, que interessadas em promoverem seus produtos participaram da construção da CA como patrocinadores.

Desde o momento e concepção do projeto foi vetada a participação da universidade e setor público, pois as “respostas precisavam ser imediatas” e o envolver desses agentes implica em uma certa burocracia a qual é fator de atraso.

c) Breve histórico

A idéia da CA surgiu em 1999 com a necessidade do arquiteto e sua esposa de construírem sua casa própria. O processo de pesquisa nas áreas de arquitetura bioclimática, edifícios inteligentes e arquitetura integrada a outras variantes já havia se iniciado e fundamentaram o sonho e o ideal de produzirem a residência para sua família.

A concretização do projeto envolveu cinco etapas:

- Etapa 1: Pesquisa, projeto e plano de marketing
- Etapa 2: Captação de recursos, apoios e patrocínios
- Etapa 3: Construção

- Etapa 4: Monitoramento
- Etapa 5: Publicação

Ao longo de todo o processo houve compartilhamento de idéias e ideais, não havendo conflitos entre os principais agentes (no caso, o casal).

d) Vetores de Influência

Há dois grupos de vetores de influência: aqueles que influenciaram a fundamentação da pesquisa em si e aqueles que dizem respeito às razões de buscar um novo produto ou tecnologia.

O primeiro grupo refere-se às pesquisas inglesas e americanas, ou seja, à Casa Autônoma de Robert e Brenda Valley (1970) e 'The New Autonomous House' de Buckminster Fuller (desenvolvida entre os anos de 1960 e 1970). No entanto, o que difere a casa Autônoma do Cerrado com a CA inglesa, é que a primeira busca a automação para os conceitos sustentáveis, além de não ser um puro resgate da permacultura e visar o tratamento do esgoto.

O segundo grupo refere-se às razões que se concentram na imposição do cliente e na possibilidade de obter um mercado. O fato das expectativas terem ido, inicialmente, além do esperado, fortalece a segunda razão. Hoje a Casa Autônoma é um dos resultados, além do Instituto de Pesquisa: Laboratório Casa Autônoma Arquitetura Sustentável e da Fábrica que realizará dois produtos desenvolvidos ao longo do processo de construção os quais estão em processo de registro de patentes junto ao INPI. A realização desses produtos deverá se iniciar ainda em 2004.

e) Principais Dificuldades

As dificuldades encontradas, inicialmente, foram em relação às parcerias e posteriormente em relação à aprovação do projeto junto aos órgãos responsáveis no GDF, particularmente CAESB e CEB.

Algumas empresas, relevantes ao projeto e que poderiam ser parceiras, recusaram-se a participar como patrocinadoras, e fornecer seus produtos em troca do marketing e uso do conceito proposto. Por exemplo, não foi possível conseguir nenhuma empresa fornecedora de revestimentos, particularmente pisos que concordassem em participar do projeto.

4.4.2. Casa Conceito

a) Caracterização do responsável

A gestão do desenvolvimento e construção do Projeto Casa Conceito está sob responsabilidade da arquiteta Alessandra Caiado que em parceria com a Tropical Imóveis vem trabalhando na concretização de mais um ideal.

Alessandra Caiado é uma arquiteta e pesquisadora autônoma na área de ecodesign. A Tropical Imóveis é uma empresa Incorporadora e Empreendedora, certificada pela ISO 9001, atuante no mercado há 27 anos e com 20 a 30 empreendimentos em andamento, que se dividem entre os padrões baixo, médio e alto.

b) Descrição do produto

A Casa Conceito reúne um conjunto de técnicas construtivas, tecnologias e materiais, de acordo com princípios da sustentabilidade, fundamentado na minimização de impactos no meio ambiente. Tem como objetivo funcionar como “um laboratório para profissionais e estudantes, um *show room* para empresas conscientes, um modelo possível de uma casa saudável e sustentável para o público em geral” (Alessandra Caiado em entrevista, 2003). O objetivo central é construir protótipos concebidos de acordo com princípios de sustentabilidade pré-estabelecidos e em parceria com fornecedores de materiais e tecnologias.

O desenvolvimento do projeto está sendo coordenado pela gestora do projeto, a arquiteta Alessandra Caiado e conta com a participação de profissionais de diferentes áreas, constituindo uma equipe multidisciplinar, entre elas: arquitetura, estrutura, fundação, hidro-sanitário, luminotécnico, elétrico, paisagismo e gestão de resíduos sólidos. Vários pesquisadores foram integrados ao grupo, incluindo pesquisadores autônomos, da Universidade de Brasília, Universidade Federal de Goiás e da Universidade Católica de Goiás.

As principais características da Casa Conceito são:

- Utilização da iluminação natural e energia solar.
- Reciclagem, aproveitamento das águas da chuva, tratamento de esgoto local e alimentação do lençol freático.
- Ventilação natural e produção de energia.
- Respeito à topografia local, paisagismo produtivo (horta, herbário, pomar), permeabilidade.
- Utilização de fontes renováveis de energia e tecnologias limpas;

- Respeito à saúde do homem e ao meio ambiente: preferência a materiais atóxicos;
- Análise de ciclo de vida: Escolha de materiais que causem o mínimo de impacto social e ambiental em sua produção, utilização e descarte;
- Prover infra-estrutura para separação seletiva e compostagem dos resíduos orgânicos;
- Exercitar a gestão de resíduos na obra: redução do desperdício de materiais e gestão dos resíduos gerados.

Ainda de acordo com o Projeto da Casa Conceito são objetivos do projeto:

- Destacar e divulgar técnicas construtivas, tecnologias, produtos e materiais de construção que reduzam ou evitem impactos negativos no meio ambiente e promovam o desenvolvimento sustentável.
- Incentivar a fabricação de produtos, cujo ciclo de vida – produção, uso e descarte – considerem a redução de impactos e a regeneração do meio natural, a escassez desses recursos e a reciclabilidade dos mesmos, assim como a saúde dos moradores e seus usuários.
- Criar uma casa modelo, que será conhecida por compradores e visitantes dos sítios nos respectivos condomínios incentivando o uso das técnicas, tecnologias e produtos sustentáveis em suas construções.
- Desenvolver o primeiro catálogo no Brasil de materiais, tecnologias e produtos sustentáveis, o que deverá ser o primeiro passo para definir critérios de pontuação para um selo verde em projetos e construções sustentáveis.
- Construir a Casa Conceito em parceria com empresas fornecedoras que poderão divulgar seus produtos e usar os conceitos do projeto.

c) Breve histórico

O projeto da Casa Conceito é resultado do encontro de duas vertentes de pesquisa. Uma que se concentrava em produzir um protótipo, visando a utilização de tecnologia de utilização das águas da chuva e tratamento do esgoto, liderada na Tropical Imóveis pela arquiteta Maria Luci da Costa. A segunda vertente liderada pela arquiteta Alessandra Caiado que vinha desenvolvendo pesquisa na área de ecodesign, fruto de sua especialização na Califórnia. Esta pesquisa recebeu apoio da bolsa de estudos adquirida através do Programa Natureza e Sociedade, oferecida pelo Instituto Internacional de Estudos no Brasil (IIEB), State University of New York (SUNY) e Fundo Mundial pela Natureza (WWF). No projeto enviado à bolsa, a divulgação dos estudos realizados

seria por meio de palestras e do projeto denominado Casa Correta (CC), que se fundamenta na integração da Arquitetura e Ecologia.

A palestra ‘Design e Sustentabilidade’ e o projeto da Casa Conceito (entre outros) foram apresentados no Primeiro Fórum sobre Utilização Racional dos Recursos Naturais promovido pela Sociedade dos Amigos do Aldeia do Vale, em Goiânia. Neste encontro nasceu a parceria entre a Tropical Imóveis e a arquiteta Alessandra Caiado.

O projeto passou, então, a ser desenvolvido na Tropical Imóveis e coordenado pela arquiteta Alessandra. Não houve conflitos na Tropical tampouco resistência em relação ao seu desenvolvimento e implantação.

d) Vetores de Influência

Dois grupos de vetores também podem ser identificados neste processo: as influências e o estímulo recebidos pela pesquisa e as razões para se investir na concepção e materialização de um novo produto.

As influências relativas à pesquisa concentram-se nos contatos com a pesquisa americana do Eco-Design Institute, na pesquisa de William McDonough (Cradle to Cradle) e na pesquisa do Pacific Energy Center (EUA).

As razões para uma incorporadora e empreendedora buscar desenvolver produtos sustentáveis são particularmente (em ordem de importância): um mercado a ser conquistado uma perspectiva de aumentar produtividade e líderes comandando todo o processo. Os principais líderes do processo são o presidente e diretor da Tropical Imóveis e a arquiteta Alessandra Caiado.

e) Principais Dificuldades

Segundo a pesquisadora responsável, a principal dificuldade foi identificar materiais sustentáveis (de acordo com os princípios e características estabelecidas) disponíveis no mercado brasileiro. Em alguns materiais identificados como de interesse, os próprios fornecedores não tinham conhecimento do grau de sustentabilidade do material oferecido sendo necessária uma avaliação em conjunto entre o fornecedor e a pesquisadora. Outra dificuldade encontrada foi a disponibilidade de parcerias e patrocínios por parte dos fornecedores de acordo com os critérios estabelecidos.

4.4.3. Caso Paulista

a) Caracterização do responsável

A empresa responsável pela introdução do novo produto a ser descrito neste estudo de caso, é uma companhia paulista de empreendimentos imobiliários urbanos. Não é certificada e está no mercado desde 1912, atuando em empreendimentos de alto e médio padrões, além de ter sido responsável pela concepção e construção de importantes bairros da cidade de São Paulo. O profissional entrevistado ocupa o cargo de diretor executivo.

b) Descrição do produto

O produto introduzido pela empresa é um empreendimento imobiliário que atenderá à classe média, com lotes em torno de 360m² e tem como objetivo central revitalizar uma área urbana utilizando-se de princípios norteadores presentes nos conceitos defendidos pelo Novo Urbanismo. Entre eles: a valorização da vizinhança, das áreas verdes e do pedestre; plantas urbanísticas de acordo com princípios orgânicos; áreas verdes comuns; infra-estrutura capaz de absorver sistema de coleta seletiva; drenagem natural por meio de construção de lagoas de infiltração; respeito ao relevo existente; proteção de nascentes e ecossistemas; tratamento de esgoto e fortalecimento da associação dos moradores.

c) Histórico

A empresa teve uma atividade intensa no mercado paulista até a década de 1980, quando dificuldades do setor financeiro forçaram a redução de suas atividades. Durante vinte anos muito pouco foi feito. Até que no início dos anos 2000, com nova presidência e um economista no comando, deu-se início a alguns questionamentos relativos ao atendimento, ou não, daquilo que o mercado exige, ou se mudariam de produto.

Por influência de conceitos ingleses, fundamentados no trabalho de Berry Parker passa-se a trabalhar na estruturação de uma nova empresa. Foram gastos 18 meses nesta reestruturação. A idéia de mudar de produto, e conseqüentemente de mercado, foi do novo presidente e da diretoria executiva, que com base nos arquivos da empresa adotaram os princípios das cidades jardins com raízes inglesas (já aplicados no passado) e os princípios do Novo Urbanismo foram também incluídos.

Como parte dos acionistas - principalmente os brasileiros oriundos de uma cultura extrativista - não concordavam na mudança de conceito, fez-se necessário definir uma estratégia de conscientização, que se constituiu de seminários visando esclarecê-los da importância da mudança e da maneira de

fazê-la. Foi montada uma equipe multidisciplinar constituída de urbanistas, engenheiros civis, economistas, biólogo, engenheiro agrônomo, engenheiros de minas, especialistas em drenagem, engenheiro florestal, geólogo e arquitetos. Esta equipe passou a trabalhar em conjunto na concepção, detalhamento, planejamento e acompanhamento da construção.

d) Vetores de influência

Os principais vetores de influência detectados foram: a presença de um líder questionador, com visão financista e, ao mesmo tempo, com o olhar de um novo paradigma o qual surgiu em função da necessidade de conquistar novos mercados que passaram a se evidenciar com problemas urbanos, tais como: áreas degradadas e carência de produtos de qualidade para a classe média. Em 2001 a empresa já estava envolvida em 33 empreendimentos.

e) Principais dificuldades

As principais dificuldades, além da resistência apresentada pelos acionistas, foram os entraves colocados pela legislação urbana. O uso do solo tende a privilegiar o caro e há grande dificuldade em envolver concessionárias em discussões e projetos diferenciados, particularmente projetos que tem como objetivo a economia de água e energia.

4.5. SUMÁRIO DOS PRINCIPAIS VETORES E DIFICULDADES

Os quadros abaixo resumizam os principais vetores capazes de gerarem ou influenciarem mudanças (quadro 06) e as principais dificuldades no processo de mudança da cadeia produtiva da indústria da construção (quadro 07).

Quadro 6: Principais vetores de influência de mudanças

Existência de um mercado
Imposição de clientes
Pesquisa e Desenvolvimento resultando em novos produtos
Presença de um líder
Influência e fundamentação estrangeira
Possibilidade de aumento de produtividade
Força das parcerias
Forças do Sistema de Inovação, que permite integração de importantes fatores
Forças do Sistema de Aprendizado, que permite o fortalecimento da capacidade de aprender e inovar
Capacidade de influência dos Instrumentos de Gestão Ambiental
A importância da pesquisa integrada

Quadro 7: Principais dificuldades para a geração de mudanças

Dificuldades colocadas por empresas concessionárias públicas (fornecedores de água e energia)
Falta de produtos sustentáveis no mercado
Desconhecimento por parte de fornecedores do grau de sustentabilidade de seus produtos
Falta de investimento em pesquisa e desenvolvimento
Entraves desnecessários impostos pela Legislação Urbana
Falta de uma política de fortalecimento dos Sistemas de Inovação e de Aprendizado
Desconhecimento (por parte do setor produtivo) de legislação ambiental pertinente

CAPÍTULO 5: SEGUNDO MOMENTO

5.1. APRESENTAÇÃO

O segundo momento da pesquisa proposta visou elaborar e implantar os projetos pilotos. Estes projetos pilotos resultam da aplicação prática da analogia proposta que exercitou a integração dos vetores identificados como geradores de mudanças, com a meta maior de contribuir para a minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos de construções e demolições – RSCD. A experiência visou também exercitar um modelo de aceleração de absorção de metodologias e tecnologias com o objetivo de consolidar um paradigma tecnológico sustentável⁵² na cadeia produtiva da indústria da construção. Uma vez implantados, os projetos pilotos passaram a trabalhar como os estudos de casos a serem analisados por esta pesquisa, de acordo com os princípios e critérios estabelecidos.

O capítulo trata do processo de desenvolvimento e de implantação dos projetos pilotos, apresentando a primeira tentativa, que resultou no Programa Entulho Limpo (PEL) e a segunda tentativa, que resultou no Programa de Gestão de Materiais (PGM).

De acordo com a analogia proposta, o exercício deveria introduzir um *gene mutante* em uma rede estruturada, de acordo com um processo planejado e um significado comum aos integrantes da rede.

O primeiro passo, portanto, foi a identificação das células coordenadoras (setor produtivo, setor público e terceiro setor) que uma vez integradas passaram a trabalhar de acordo com um objetivo comum. Este objetivo foi resultado dos interesses congruentes das instituições integradas em conceber e implantar um piloto visando contribuir para a gestão dos RSCD. O segundo passo foi aproximar as células, aprovar e desenvolver um plano que foi trabalhado em conjunto. O terceiro passo foi implantar o plano acordado. A partir dos princípios estabelecidos no desenho da analogia e tendo como subsídios os vetores identificados no capítulo anterior, passou-se ao exercício na prática.

5.2. IMPLANTAÇÃO DA TENTATIVA I

A construção da rede com o objetivo de integrar as células que deveriam participar da experiência obedeceu a uma estratégia inicial. Em primeiro lugar foi feita uma consulta ao Ministério do Meio

⁵² Ver nota de rodapé 11, capítulo 4.

Ambiente - MMA com relação aos trabalhos e projetos que estariam sendo desenvolvidos pelo Ministério visando minimizar os impactos causados pelos resíduos sólidos urbanos, particularmente os resíduos oriundos de canteiros de obras. Este contato permitiu identificar agentes relevantes trabalhando no tema como: FIBRA-DF, SINDUSCON-SP, ONGs, associações (como por exemplo a Associação Brasileira de Cimento Portland -ABCP), pesquisadores especialistas no tema e técnicos do ministério.

O contato com o MMA permitiu identificar o trabalho que vinha sendo realizado no CONAMA, por uma de suas câmaras técnicas com o objetivo de elaborar uma resolução para dispor sobre os resíduos sólidos da indústria da construção. Um grupo de mais de quarenta pessoas de diversas instituições (privadas, públicas e de pesquisa) se reuniam quinzenalmente para discutir e elaborar a Resolução 307, a qual foi aprovada em junho de 2002.

A participação neste grupo de trabalho do CONAMA, a partir de março de 2001, proporcionou e oportunizou a aproximação a outras células, tanto do setor produtivo e setor público, quanto do terceiro setor. No grupo de trabalho exposto acima foi feita a primeira aproximação entre a UnB e a Caenge Ambiental-DF que vinha desenvolvendo metodologias de implantação de coleta seletiva em canteiros de obras. Esta aproximação proporcionou o compartilhar de informações e experiências.

Em setembro de 2001 foi possível dar o segundo passo na direção de integrar mais uma célula, desta vez do setor produtivo. O trabalho desenvolvido por essa pesquisa, representando o SINDUSCON-DF, foi apresentado no seminário sobre Resíduos Sólidos da IC realizado no SINDUSCON-SP na cidade de São Paulo. Surgiu, portanto a oportunidade de promover uma maior aproximação entre SINDUSCON-DF e UnB. Esta aproximação possibilitaria o exercício da pesquisa aplicada, principalmente na área de meio ambiente e na indústria da construção.

O interesse de uma maior integração entre as duas instituições se fortaleceu com a possibilidade de uma resolução aprovada pelo CONAMA, a qual estaria exigindo do setor da indústria da construção, particularmente dos geradores de resíduos, uma gestão mais adequada aos mesmos.

Em novembro de 2001 os resultados parciais desta pesquisa relativa aos impactos dos resíduos sólidos oriundos da indústria da construção e sua gestão adequada foram apresentados no seminário da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção no DF. A participação no seminário permitiu a consolidação da primeira integração entre as células coordenadoras capazes de realizar na prática um trabalho em conjunto.

O seminário coordenado pela COMAT/CBIC Comissão de Materiais da Câmara Brasileira da Construção propiciou o encontro da ONG Eco Atitude Ações Ambientais, Sinduscon-DF e UnB. Entre os vários projetos abraçados pela COMAT/Sinduscon-DF aprovou-se, o projeto de gestão de resíduos sólidos a ser elaborado, desenvolvido e implantado em conjunto pelas três instituições: UnB, Eco Atitude Ações Ambientais e Sinduscon-DF. Cada instituição indicou um representante para participar do grupo coordenador, que mais tarde seria denominado Grupo Gestor.

O laboratório para a experiência proposta estava estruturado. O Grupo Gestor passou a trabalhar em um programa que deveria contribuir para a solução dos resíduos sólidos oriundos da indústria da construção no DF, respondendo a Resolução 307 do CONAMA, no que tange às responsabilidades dos geradores privados. A UnB defendeu a posição de que o piloto contribuiria não só com respostas exigidas pela Resolução 307 ao setor produtivo, mas também contribuiria com o setor público.

A analogia proposta cumpriu a primeira etapa. A indústria da construção estava caracterizada como um *organismo vivo*, ou seja, *um sistema*, já que foi possível estruturar uma rede, definir um processo e internalizar um significado.

5.2.1. Tipo de rede

A rede criada constituiu-se, em primeiro lugar, de três células coordenadoras, representadas pela Universidade de Brasília, o Setor Produtivo e o Terceiro Setor. Inicialmente foi criada uma rede institucional, que mais tarde poderia também se tornar produtiva, no sentido de gerar conhecimento, (dependendo dos resultados que seriam alcançados). A rede foi criada para compartilhar responsabilidades, conhecimentos, informações, contatos, recursos, valores e estratégias⁵³, como esquematizado na figura 16.

⁵³ A teoria organizacional ao apresentar os quatro elementos que compõe Sistemas Abertos Complexos (SAC) revela-se em consonância com as características dos sistemas vivos sociais de Capra. Com base em Anderson (1999) Silvia e Rebelo apresentam quatro elementos dos SAC: “a) agentes com esquemas (agentes agrupados que se comportam orientados por um esquema, que é uma estrutura cognitiva); b) redes auto organizadas sustentadas pela importação de energia; c) co-evolução para a era do caos (os agentes co-evoluem uns com os outros); d) recombinação e evolução do sistema (o sistema adaptativo complexo evolui ao longo do tempo por meio de entradas, saídas e transformação dos agentes)” (SILVA E REBELO, 2003, PG. 787).

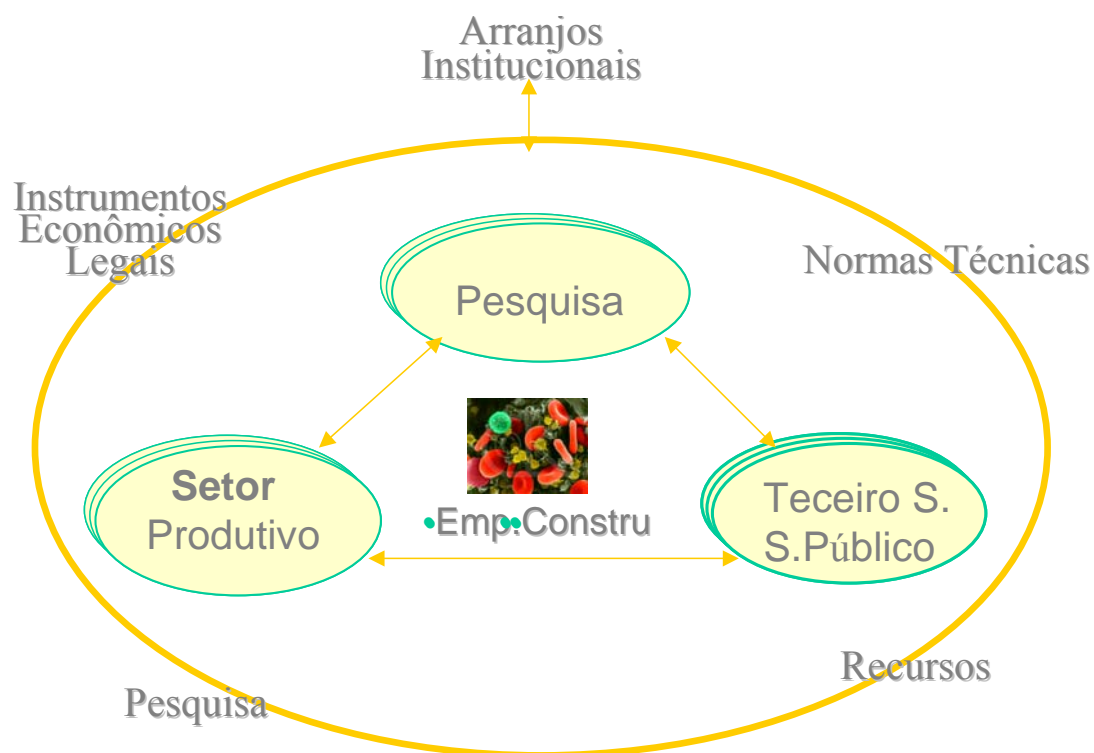


Figura 16: Esquema da rede e principais vetores de influência

5.2.2. Estrutura

A rede foi estruturada para ser coordenada pelas três instituições: UnB, SINDUSCON-DF e Eco Atitude Ações Ambientais. Conforme já assinalado, foi criado um Grupo Gestor o qual passou a se reunir semanalmente. As decisões eram tomadas em comum acordo com os representantes das instituições participantes e levadas, por meio de relatórios, às outras instituições, para seu conhecimento. A rede criada também teve um caráter dissipativo, ou seja, esteve constantemente aberta à entrada de novas células necessárias ao projeto, assim como, a mudanças de cursos necessários e pertinentes.

5.2.3. Processo

A rede passou a trabalhar em um projeto piloto, que uma vez implantado deveria ser avaliado e disseminado. O processo foi definido para acontecer ao longo de seis meses, incluindo elaboração e implantação do projeto piloto, com cada instituição assumindo responsabilidades.

5.2.4. Significado

A rede criada passou a compartilhar a missão de contribuir para a gestão dos resíduos sólidos oriundos da IC, através da introdução da gestão de resíduos sólidos em canteiros de obra e da disponibilização de metodologia que permitiria às empresas construtoras responderem às exigências da Resolução 307 do CONAMA. O exercício da gestão de resíduos sólidos fortalece o Sistema de Aprendizado da IC e permite mudar a maneira de tratar o entulho, mudar padrões e prepara-la para a absorção de um paradigma tecnológico sustentável.

5.2.5. Preparação do meio apropriado

O segundo passo dado, após a estruturação da rede, foi preparar o meio apropriado para a atuação da rede estruturada. A analogia identificou elementos necessários a um ambiente ideal para a realização da ‘engenharia genética’, ou seja, planejamento, legislação, integração de instrumentos (de gestão e econômicos), compartilhamento de responsabilidades, recursos, pesquisa e de objetivos. Com as células coordenadoras integradas em rede, compartilhando responsabilidades e com um objetivo comum, a próxima etapa exigia a certificação de que o meio apropriado para a realização da experiência proposta fosse estabelecido e mantido. Para que as células pudessem ser integradas e passassem a trabalhar, de acordo com os objetivos e princípios estabelecidos, foram identificados os fatores relevantes que deveriam estar presentes compondo o meio ambiente específico para a realização da experiência na prática.

a) Legislação

Com a aprovação da Resolução 307 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente - Ministério do Meio Ambiente, em 05/07/2002 que “Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil” e com a aprovação da Resolução CONAMA 313, que dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais e obriga às indústrias a fornecer ao Estado informações “sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país”; fortaleceu-se o posicionamento e compromisso do setor produtivo com o piloto proposto. Isso facilitou o comprometimento das empresas em contribuir com o exercício de atender à Resolução 307 de acordo com a metodologia proposta

b) Compatibilização de valores institucionais

Cada instituição passou a colocar seus objetivos específicos de acordo com seus valores e metas institucionais. Passou-se a trabalhar na compatibilização desses valores e interesses, pois a falta de equilíbrio entre eles, compromete o ritmo e os resultados da experiência como um todo. Se cada célula passasse a agir de acordo com seus próprios interesses, ou a não compartilhar dos interesses e valores das outras células, dificultaria a obtenção de resultados positivos.

O SINDUSCON-DF defendia os interesses de seus associados (empresas construtoras), demonstrando compromisso em contribuir com a gestão de RSCD, ao mesmo tempo em que disponibilizava a instituição no desenvolvimento e na aplicação da metodologia aplicada nos canteiros de obras.

A ONG Eco Atitude Ações Ambientais visava aplicar e fortalecer suas metodologias de coleta seletiva em canteiros de obras e ampliar seu horizonte de trabalho em relação à Educação Ambiental da mão-de-obra e dos agentes do processo construtivo.

A UnB, visava a oportunidade de aplicar o estudo na prática, desenvolver pesquisa relacionada à reciclagem de RSCD, exercitar metodologias de integração do setor público, além do fortalecer a relação com o setor produtivo e o terceiro setor.

c) Compartilhamento de recursos e responsabilidades

Cada instituição do Grupo Gestor passou a identificar os recursos que poderiam ser disponibilizados por meio de sua influência ou pela própria instituição. Os recursos técnicos, institucionais, humanos e políticos, passaram a ser compartilhados, de acordo com o desenvolvimento dos trabalhos e à medida que necessidades específicas iam surgindo.

A UnB introduziu em seus editais de licitação de projeções na Asa Norte, a obrigatoriedade de responder à Resolução 307 do CONAMA (ver anexo 3), o que fortaleceu a justificativa de busca de recursos para apoiar as empresas construtoras no atendimento do edital, ao mesmo tempo em que fortaleceu a busca de convênios, alternativas e apoios para pesquisa.

A Eco Atitude Ações Ambientais conseguiu junto ao MMA a liberação de verba para implantação do programa a ser desenvolvido em dez canteiros de obras do Distrito Federal.

O SINDUSCON-DF conseguiu apoio do SEBRAE-DF na implantação do exercício da metodologia de atendimento à Resolução 307 do CONAMA.

d) Pesquisa

Para que haja mudanças em padrões, é necessário o desenvolvimento de metodologias e tecnologias que possam ser disseminadas junto às empresas responsáveis pelos testes na prática. A pesquisa feita por centros e universidades na busca de modelos que acelerem a introdução de tecnologia sustentável na IC, contribui para a fundamentação consistente do trabalho. Assim como, as metodologias desenvolvidas pelo terceiro setor, particularmente aquelas que se referem à conscientização das responsabilidades sociais e ambientais das empresas e à educação ambiental e seu poder de influência, capaz de consolidar a alfabetização ecológica (CAPRA, 2000) e influenciar mudança de padrões estabelecidos em processos produtivos.

O aprofundamento desta pesquisa sobre gestão integrada de resíduos sólidos detectou a necessidade de ampliação da rede, fortalecendo as interações com grupos de pesquisa, principalmente regionais, assim como as interações com instituições do setor produtivo, como por exemplo, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção-CBIC. Surgiu também a necessidade de consolidar dentro do campus da Universidade de Brasília, um laboratório de reciclagem especializado em resíduos sólidos da indústria da construção.

5.3. PROGRAMA ENTULHO LIMPO

As instituições participantes do Projeto em Brasília passaram a trabalhar a partir de dezembro de 2001. A rede inicialmente formada constituiu-se das seguintes instituições: Eco Atitude Ações Ambientais, SNDUSCON-DF e Universidade de Brasília, como esquematizado na figura 17. O trabalho em conjunto deste grupo resultou no Programa Entulho Limpo (PEL). O pedido de registro de patente da marca Entulho Limpo, em nome das três instituições, está em processo de aprovação junto ao INPI.

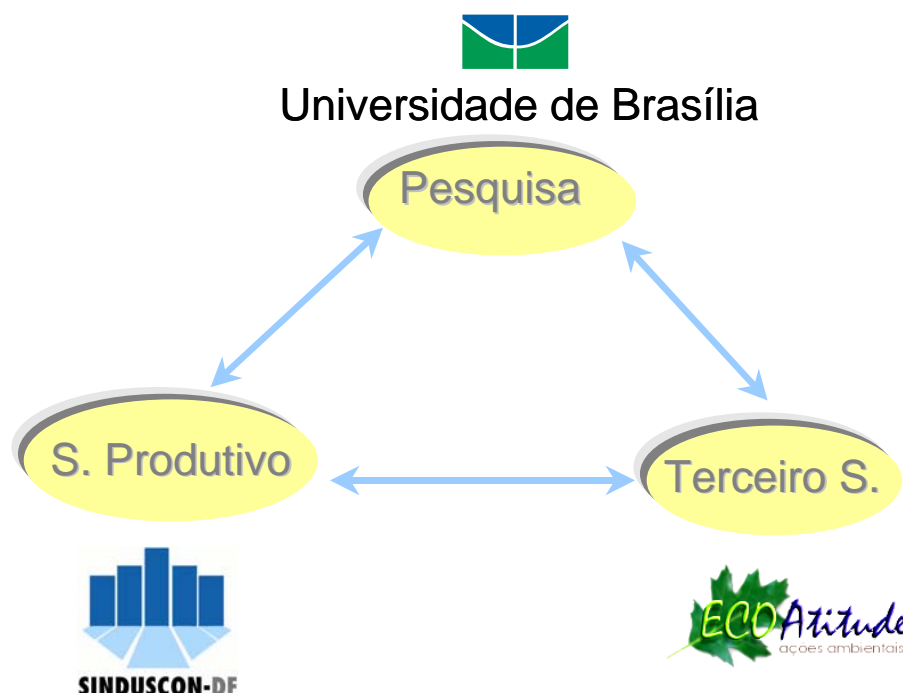


Figura 17: Rede criada para coordenação da implantação do PEL –DF

O Programa Entulho Limpo foi concluído em maio de 2002 e apresentado à sociedade de Brasília em julho de 2002, visando buscar apoio de diferentes órgãos, como SEBRAE e SENAI. Principalmente buscou para integrar à rede (então já estruturada) os órgãos do governo do Distrito Federal, relevantes ao programa. O Programa Entulho Limpo, que “...visou estimular a reciclagem de resíduos gerados nos canteiros de obra.” (Cartilha, Programa Entulho Limpo, 2002:02), foi concebido para ser implantado em duas etapas: a primeira tinha como objetivo conscientizar o setor produtivo e exercitar a implantação de procedimentos de segregação do resíduo; a segunda, tinha como objetivo a articulação junto aos governos locais e setor produtivo, visando detalhamento e implantação do programa.

A primeira etapa foi atendida por intermédio da implantação, em oito canteiros de obra, da metodologia de coleta seletiva e da educação ambiental da mão-de-obra, coordenada, elaborada e implantada pela ONG Eco Atitude Ações Ambientais, com o apoio do MMA. Em relação à segunda realizou-se um convênio com a NOVACAP, com o objetivo de processar e aplicar os agregados reciclados como substituto do cascalho. A aplicação dos agregados reciclados em pavimentação ainda não foi realizada. Os resultados do PEL estão listados no próximo capítulo.

5.4. EVOLUÇÃO DO PROJETO

A dificuldade em configurar a rede dentro dos padrões e critérios da analogia proposta no Distrito Federal impulsionou a oportunidade de aplicação da experiência em Goiânia. Estas dificuldades referem-se principalmente a dois fatores. O primeiro relaciona-se ao governo local e as barreiras encontradas para sua integração ao projeto proposto. O segundo refere-se a conflitos entre agentes da rede já estruturada, que passaram a existir desde o momento em que se necessitou ampliar a rede e introduzir novos conceitos ao projeto, particularmente no que diz respeito à gestão de resíduos.

Paralelamente ao trabalho que estava sendo desenvolvido em Brasília foram realizadas visitas periódicas à cidade de Goiânia, especialmente aos órgãos da Prefeitura local, responsáveis pela limpeza do município. Começava a preparação de uma nova rede, que também foi montada em Goiânia. O programa que vinha sendo desenvolvido no DF foi implantado naquele município, com o apoio do Prefeito Pedro Wilson. O PEL foi adotado e lançado em Goiânia em setembro de 2002.

O trabalho em conjunto com o SINDUSCON-DF resultou, em 2002, em um convite para uma participação regular e oficial da UnB nos trabalhos coordenados pela Comissão dos Materiais (COMAT), o que permitiu construir um relacionamento de confiança e parceria com aquele sindicato. A aproximação de células coordenadoras do setor público, do setor produtivo e do terceiro setor em Brasília e Goiânia, possibilitou o estabelecimento de metas de um trabalho em conjunto cada vez mais amplas.

O PEL foi apresentado no 74º ENIC (Encontro Nacional da Construção, organizado e realizado pela Câmara Brasileira da Construção-CBIC), em novembro de 2002 em Belo Horizonte, na comissão de Materiais e Qualidade e Produtividade da CQP/COMAT/CBIC. O programa, então proposto, foi recebido com entusiasmo pela indústria ali representada e foi aprovada a proposta de que o PEL deveria ser disseminado nacionalmente.

O interesse da COMAT/CQP/CBIC em disseminar a metodologia, vinha ao encontro do interesse da pesquisa e dos interesses do SINDUSCON-DF. A oportunidade de integrar a CBIC ao modelo potencializava o fortalecimento da rede, ao mesmo tempo em que ampliava os objetivos do programa como um todo. O PEL passou a ser trabalhado de acordo com os princípios norteadores de gestão integrada de resíduos sólidos. Conseqüentemente deveria ir além da gestão dos resíduos nos canteiros de obras, o que exigia um enfoque na redução de resíduos e na gerência integrada de materiais.

A redução de resíduos passou a ser meta de um piloto que deveria exercitar essa diminuição a partir da concepção do plano, incluindo elaboração e compatibilização de projetos de arquitetura e complementares. A gerência integrada de materiais passou a ser meta do piloto que deveria exercitar metodologia de disseminação da análise de ciclo de vida de produtos, com a participação das células atuantes na cadeia de suprimentos.

A partir deste momento passou-se a trabalhar no Programa de Redução de Desperdício e Gestão de Materiais com a participação, em Brasília, da UnB, SINDUSCON-DF e COMAT/CBIC. Mais tarde percebeu-se que a denominação Programa de Gestão de Materiais⁵⁴-PGM seria mais adequada, pois incluía análise de ciclo de materiais, redução de desperdício e gestão de resíduos. Com o apoio do SEBRAE do DF passou-se a implantar o PGM Piloto 1: DF e Goiânia.

Em Goiânia foram integradas as seguintes células: SINDUSCON-GO, Prefeitura de Goiânia, Universidade Federal de Goiás, Faculdade Anhangüera, a ONG Biopreserve e Furnas Centrais Elétricas S.A.

A metodologia exercitada no Programa de Gestão de Materiais foi desenvolvida e coordenada pela Universidade de Brasília, por intermédio da pesquisa proposta por esta tese, com o apoio técnico do SINDUSCON-DF. Sua implantação e monitoramento têm sido realizados em parceria com o SINDUSCON-DF, SINDUSCON-GO, COMAT/CBIC e Prefeitura de Goiânia. A coordenação do projeto dentro da Prefeitura de Goiânia ficou sob a responsabilidade da Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG). A geração e disposição dos resíduos sólidos provenientes de canteiros de obras em Goiânia⁵⁵ estão descritas no anexo II. Esta descrição visa caracterizar a forma como esses resíduos vem sendo tratados pelos participantes do processo de gestão de resíduos naquele município (um exemplo que se repete no restante do país, na maioria dos municípios), identificando o volume dos resíduos oriundos de canteiros de obras (de acordo com dados existentes), os locais de disposição, a coleta de RSCD, os instrumentos utilizados e os agentes relevantes ao processo na cidade.

54 A sugestão do nome Programa Gestão de Materiais foi resultado da capacidade de síntese da Engenheira Isabela Ribeiro em reunião de trabalho sobre o programa.

55 Os dados relacionados à cidade de Goiânia fazem parte do relatório da primeira etapa de um trabalho que é resultado do exercício do modelo desenvolvido nesta tese de criar uma rede, estrutura-la e coordenar seu processo de ação, visando a mutação das células coordenadoras para que um paradigma tecnológico sustentável seja consolidado. Os dados foram coletados sob a coordenação da autora desta tese, pelos órgãos da prefeitura participantes do projeto, e fazem parte hoje de um diagnóstico que dará subsídios para elaboração e implantação do Plano integrado de gestão de resíduos sólidos da indústria da construção (PIGRSC) de Goiânia, respondendo a Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002. Não foi possível criar em Brasília, uma rede nos moldes de Goiânia. Apesar de todas as tentativas o Governo do Distrito Federal não achou relevante participar do projeto disponibilizando dados e integrando técnicos ao processo.

5.5. IMPLANTAÇÃO DA TENTATIVA II

A partir de novembro de 2002 passou-se a trabalhar na elaboração e planejamento de implantação do Programa de Gestão de Materiais. O processo de elaboração e implantação do programa proposto trabalhou com dois focos ao mesmo tempo: o setor produtivo e o setor público.

Os princípios norteadores da elaboração e desenvolvimento do projeto fundamentam-se nos modelos teóricos que defendem abordagens sistêmicas e o fortalecimento dos vetores de influência, capazes de proporcionar mudanças nos padrões estabelecidos. Particularmente, o fortalecimento de instrumentos de gestão ambiental e sistemas de aprendizado e de inovação da indústria da construção, com vistas à mudança do seu paradigma tecnológico.

O Programa de Gestão de Materiais tem como objetivo central contribuir com a gestão dos materiais utilizados no processo construtivo, visando à minimização de impactos ambientais desde a extração de matérias-primas ao descarte de resíduos. Foi concebido para ser implantado por meio de projetos pilotos. Está composto de três subprogramas: Programa de Redução de Desperdício; Programa de Análise do Ciclo de Vida dos Materiais; Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.

O Programa de Redução de Desperdício (PRD) tem como objetivo elaborar, desenvolver, e implantar metodologia de redução da geração de RSCD, envolvendo: compatibilização de projetos (arquitetura, complementares e consultorias), redução de desperdício e planejamento simultâneo da produção. Seu piloto iniciar-se-á a partir de agosto de 2004.

O Programa de Análise do Ciclo de Vida dos Materiais tem como objetivo elaborar, desenvolver e implantar, metodologia de análise de ciclo de vida de produtos na cadeia de suprimentos, a partir do envolvimento de indústrias do centro-oeste, e agentes relevantes ao processo. O início de seu piloto está programado para o início de 2005.

O Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em canteiros de Obras tem como objetivo responder à Resolução 307 do CONAMA, no que se refere às responsabilidades dos gestores e geradores de resíduos sólidos de construção e demolição (RSCD) e se iniciou em maio de 2003. Em relação ao setor público tem como objetivo elaborar, desenvolver e implantar metodologia que permita definir diretrizes e princípios norteadores para elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção (PIGRSC), de responsabilidade dos municípios, de acordo com o disposto na Resolução 307 do CONAMA, envolvendo todos os agentes relevantes ao tema.

5.6. PROGRAMA DE GESTÃO DE MATERIAIS: PILOTO 1

O processo descrito a seguir refere-se particularmente à cidade de Goiânia, onde foi implantado o projeto piloto, como concebido e planejado, em todas as suas etapas. No Distrito Federal só foi possível implantar até a segunda etapa, visto que não se consolidou a rede nos moldes do projeto e da experiência propostos.

As metas do Programa de Gestão de Materiais PGM Piloto 1 são:

- Contribuir para a gestão dos resíduos sólidos da IC (indústria da construção).
- Contribuir para o fortalecimento do Sistema Nacional de Aprendizagem da IC visando fortalecer a absorção ativa de metodologia e tecnologia que minimize o impacto causado pelos resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras. Este fortalecimento potencializa a mudança do seu paradigma tecnológico.
- Exercitar a implantação do processo de reutilização dos resíduos da construção com a participação dos agentes pertinentes ao processo construtivo, como: CBIC, Sinduscon(s), Prefeituras, Universidades, Terceiro Setor, Sebrae(s), Senai(s), empresas construtoras, empresas coletoras etc. de acordo com metodologia desenvolvida pela parceria entre CBIC, Sinduscon-DF e Universidade de Brasília a partir da experiência inicial do Programa Entulho Limpo.
- Exercitar a implantação de procedimentos de segregação de resíduos em canteiros de obras na cidade de Brasília, dando subsídios às empresas construtoras para atendimento à Resolução 307 do CONAMA.
- Estimular o desenvolvimento de pesquisa para produção de novos materiais a serem absorvidos pela indústria da construção, utilizando agregados reciclados.
- Articular junto ao governo local visando fortalecer e disseminar o projeto que pode contribuir com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da IC, de responsabilidade dos Municípios e Distrito Federal de acordo com as disposições da Resolução 307 do CONAMA.

O Projeto Piloto foi elaborado e implantado de acordo com o modelo proposto. Busca a participação dos principais agentes responsáveis pela gestão ambiental urbana, pelo processo construtivo, pela coleta e transporte de resíduos, pela pesquisa em gerenciamento de resíduos sólidos da IC, visando otimizar a aplicação de recursos (humanos, financeiros e de pesquisa). Foi sendo ajustado ao longo de sua implantação permitindo correção de falhas e introdução de ajustes.

O projeto apóia-se na produção de conhecimentos, engajamento técnico e pessoal dos participantes, com o compartilhamento das atribuições segundo experiências e especialidades de acordo com as metas estabelecidas pela coordenação. O modelo de desenvolvimento e implantação do projeto exercita a busca de soluções por meio da integração de instrumentos, recursos e agentes que exercem o papel de coordenação na gestão urbana. Entre eles: universidades, setor produtivo, setor público (municipal e estadual) e terceiro setor, visando o compartilhar de responsabilidades, como esquematizado na figura 18.

A seguir são apresentadas as etapas cumpridas na implantação do Piloto 1: Goiânia identificando os objetivos e quadros de responsabilidades dos agentes envolvidos e principais produtos de cada etapa. As etapas foram cumpridas de acordo com o fluxograma apresentado na figura 19. As responsabilidades e principais produtos estão listados nos quadros de 08 a 13.

Os dados fornecidos e colhidos pela Companhia Municipal de Urbanização de Goiânia (COMURG), sob a coordenação da UnB, referentes aos resíduos sólidos oriundos da indústria da construção no município de Goiânia são apresentados no anexo II.

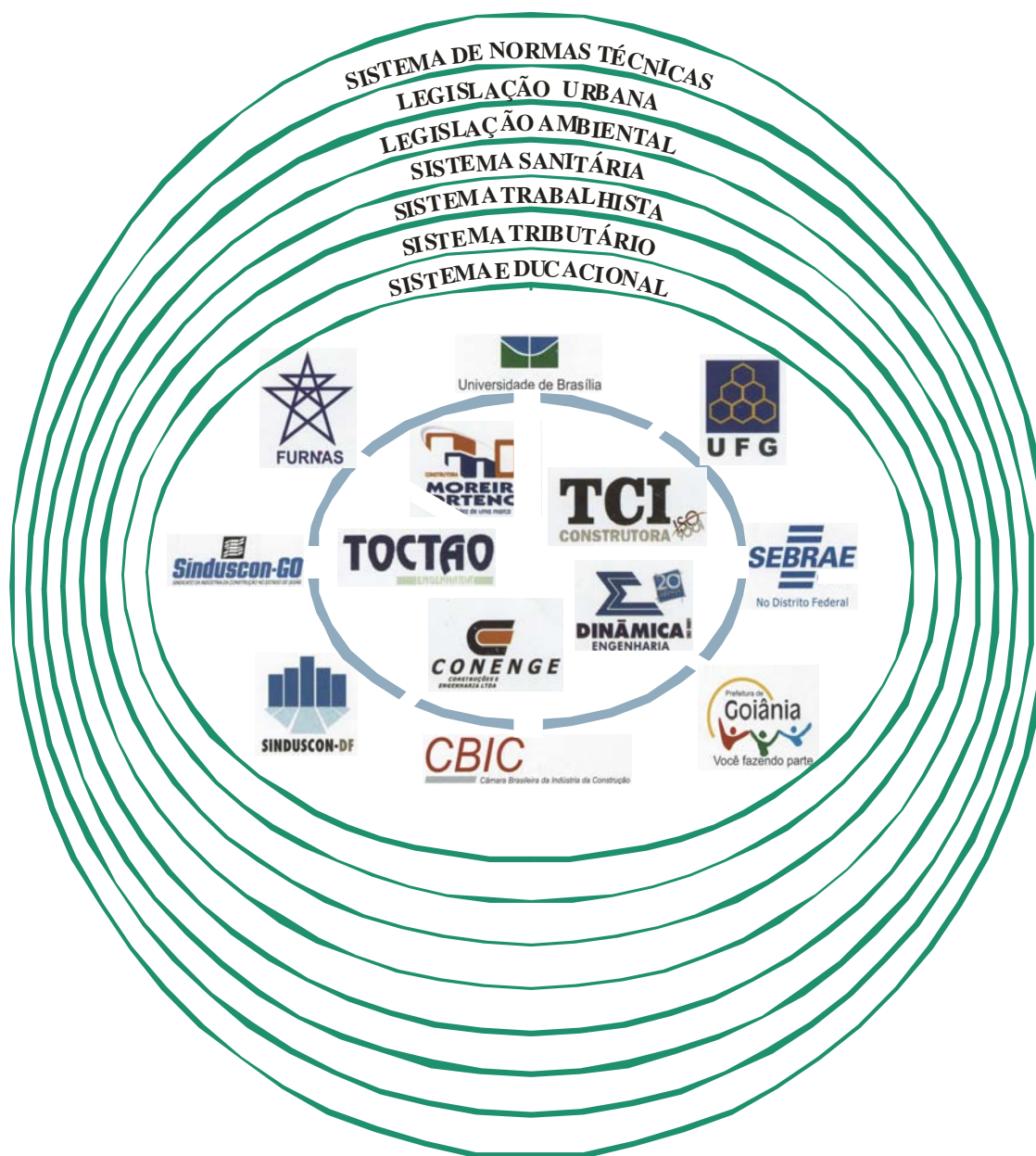


Figura 18: A rede criada para implantação do PGM – Piloto 1: Goiânia

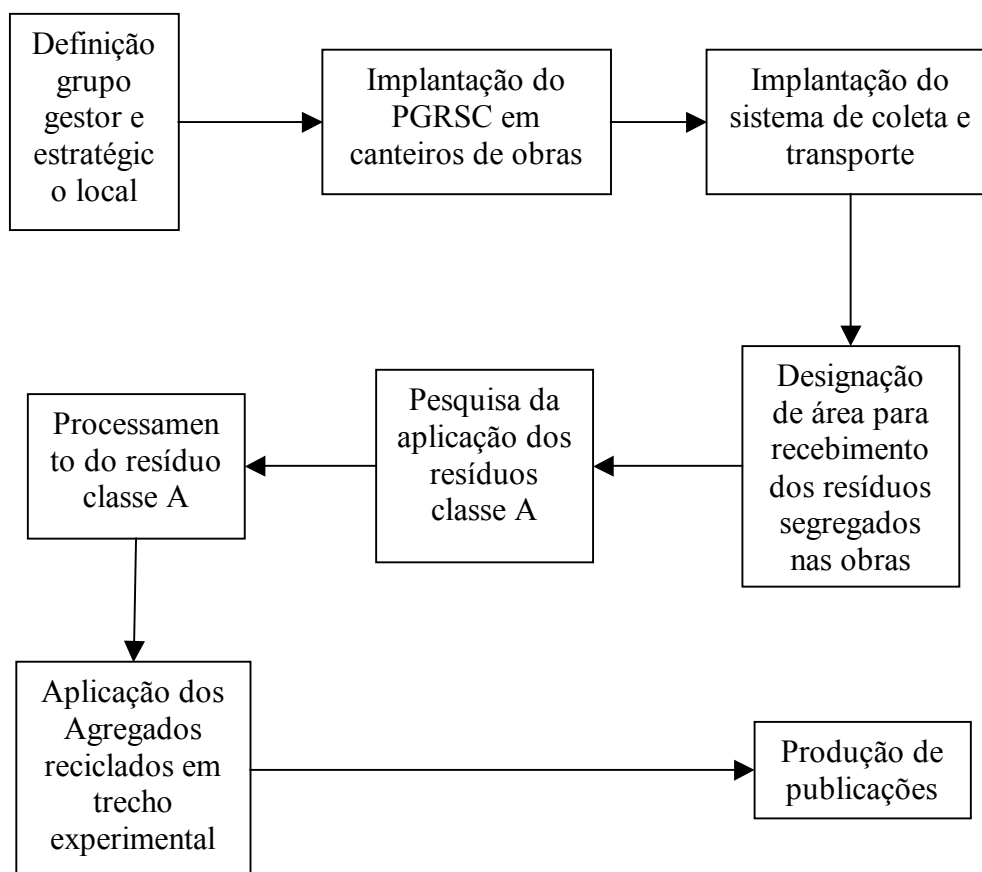


Figura 19: Fluxograma de implantação do PGM Piloto 1: Goiânia

5.6.1. Etapa 1 – Definição do Grupo Gestor e Estratégico Local

a) Objetivo

Realizar reunião com os agentes relevantes ao projeto na cidade de Goiânia visando identificar os representantes que deverão constituir o grupo gestor e estratégico (GE) local que ficará encarregado da condução das etapas e implantação do projeto-piloto em Goiânia.

Foi definido o Grupo Estratégico com a responsabilidade de coordenar a implantação do projeto segundo a metodologia desenvolvida e coordenada pela Universidade de Brasília em parceria com o apoio técnico e institucional do SINDUSCON-DF e SINDUSCON-GO. Foi estabelecido que o trabalho seria desenvolvido pelo Grupo Gestor Estratégico (GE), que sob coordenação da UnB levantou os dados existentes, formatou diagnóstico, discutiu, analisou e propôs diretrizes. O GE é composto das seguintes instituições: Universidade de Brasília; Prefeitura de Goiânia; COMAT/CBIC; SINDUSCON-GO e DF; Biopreserve; Associação dos Coletores e Transportadores; Universidade Federal de Goiás; Furnas Centrais Elétricas; Empresários (da construção, coleta, reciclagem etc.). O grupo permaneceu aberto durante todo o processo, a toda e qualquer instituição pertinente ao projeto de acordo com a realidade da cidade de Goiânia.

Os órgãos da Prefeitura de Goiânia integrados ao processo foram: Prefeitura de Goiânia: (COMDATA), Companhia Municipal de Obras (COMOB), Departamento de Estradas e Rodagem Municipal / Companhia de Pavimentação (DERMU / COMPAV), Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA) e Secretaria Municipal de Planejamento (SEPLAM). Este grupo tem trabalhado não só para responder às demandas do Piloto 1 – Goiânia: PGM, mas também para desenvolver o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção -PIGRS para Goiânia em atendimento à Resolução 307 do CONAMA.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 8: Responsabilidades dos agentes participantes da primeira etapa do PGM Piloto 1:GO

Instituição	Responsabilidades	Produtos
UnB	Apresentação do projeto e coordenação da reunião de apresentação do projeto às instituições convidadas. Elaboração do Plano de Trabalho. Assessoria na elaboração do termo de cooperação técnica do Piloto Goiânia. Revisão relatório da reunião.	Apresentação em power-point Plano de trabalho detalhado Minuta de Convênio de cooperação técnica
SINDUSCON-GO	Organização da reunião incluindo (Lista de Presença, convites, confirmação de presenças, coffee-break, divulgação na imprensa, etc.).	Relatório da reunião.
COMAT/CBIC	Apoio institucional e operacional.	

5.6.2. Etapa 2 – Implantação de PGRS em canteiros de obra

a) Objetivo

Implantar projetos de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) em cinco canteiros de obras a partir de metodologia apresentada pela UnB. A implantação de procedimentos em canteiros de obra foi coordenada e executada pela autora desta tese e contou com o apoio de técnicos do SINDUSCON-GO.

Os canteiros de obras foram selecionados de acordo com os critérios estabelecidos pelo SINDUSCON-GO, que definiu como critério de participação, possuir a certificação de qualidade, tanto pela ISO quanto pelo PBQP-H.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 9: Responsabilidades na etapa de implantação do PGRSC nos canteiros de obras

Instituição	Responsabilidades	Produtos
UnB	Desenvolvimento da metodologia de elaboração e implantação do PRGS. Apresentação do projeto piloto às construtoras. Apresentação da metodologia e métodos de trabalho aos técnicos do SINDUSCON-GO. Coordenação e execução técnica do módulo 1 ao módulo 7. Revisão dos relatórios das reuniões.	Metodologia de elaboração e implantação de PGRSC.
SINDUSCON-GO	Identificação das construtoras que deverão participantes do piloto. Coordenação operacional do projeto piloto. Disponibilização de dois técnicos para assessoria à Universidade de Brasília em todas as atividades relacionadas acima.	Lista das construtoras participantes. Relatório das reuniões.
CONSTRUTORAS	Disponibilização de um gestor interno responsável pela implantação do projeto na empresa e dois coordenadores específicos para cada obra. Disponibilização de recursos e espaço para realização dos workshops nas obras. Elaboração do projeto de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRSC) de acordo com as diretrizes e subsídios técnicos fornecidos pela Universidade de Brasília. Implantação do PRGSC elaborado pela empresa.	Cinco projetos de gerenciamento de resíduos sólidos. Implantação dos PGRSC em cinco canteiros de obras.
COMAT/CBIC	Apoio institucional e operacional.	

c) Metodologia de implantação dos PGRSCs

A metodologia usada para implantação dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras (PGRSC) definiu sete etapas a serem cumpridas sob coordenação técnica da Universidade de Brasília, como esquematizado na figura 20. Entre elas: apresentação da metodologia de elaboração de PGRSs em canteiros de obras para as construtoras participantes do projeto piloto; sensibilização e preparação da mão-de-obra dos canteiros participantes;

monitoramento do processo de implantação dos projetos por meio de visitas nos canteiros de obras; e avaliação do processo nos canteiros de obras e junto ao grupo de empresas. A seguir a descrição de cada módulo, identificando objetivos e apresentando registros fotográficos e principais produtos.

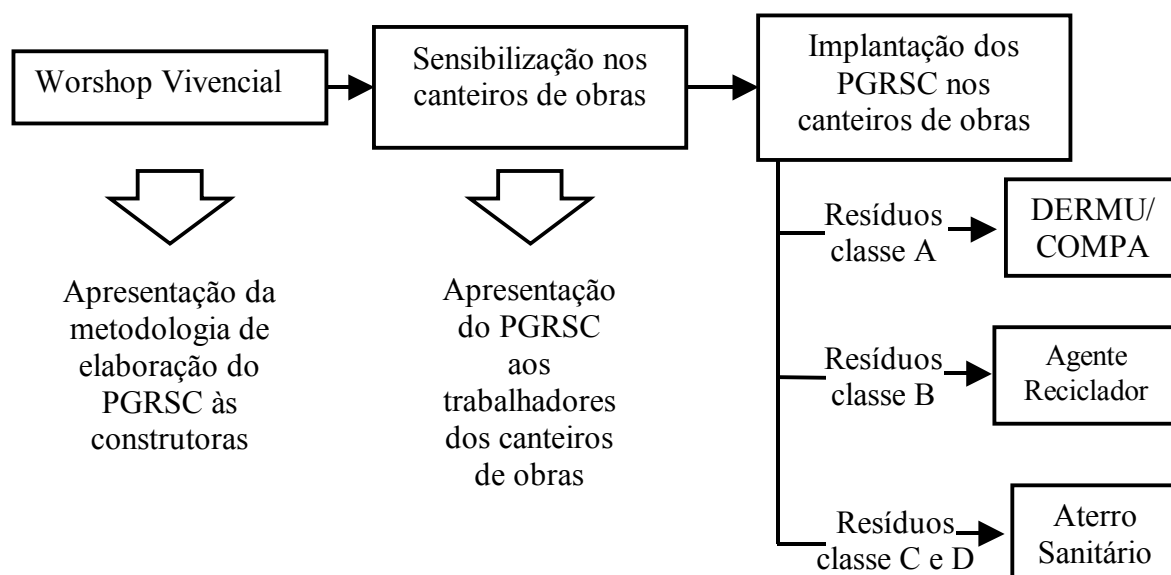


Figura 20: Fluxograma de implantação dos Projetos de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras

1). Módulo 1 – Workshop Vivencial

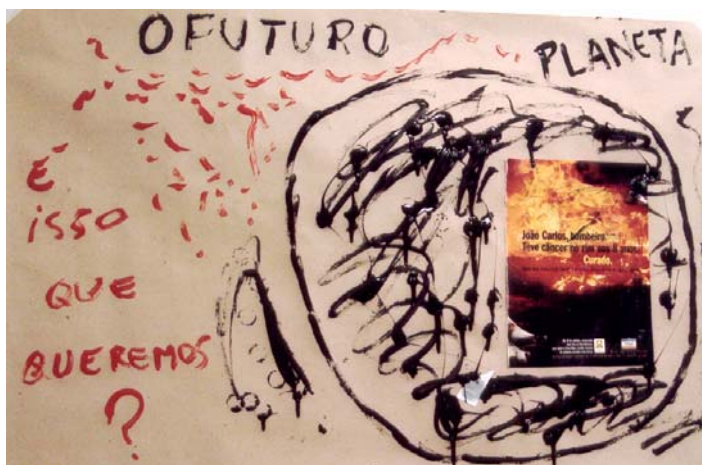
a) Objetivo

O objetivo central cumprido neste primeiro módulo foi a apresentação da metodologia de gestão de resíduos em canteiros de obras às empresas construtoras, que elaboraram o projeto e o implantaram de acordo com as diretrizes da Universidade de Brasília (ver registros fotográficos do 19 ao 24). Esta metodologia foi repassada em um workshop vivencial com duração de 6 a 8 horas (ver avaliação do workshop das empresas construtoras no anexo 4), o qual foi estruturado para cumprir as metas descritas abaixo:

- Criar atmosfera de confiança e cooperação entre o coordenador das atividades e o grupo.
- Integrar o grupo em torno do objetivo proposto.
- Sensibilizar o grupo da importância do projeto e da importância de cada um no processo.

- Enfatizar a crise ambiental, os impactos causados pelo processo de produção da indústria, os impactos dos resíduos sólidos na malha urbana e o papel de cada um na superação desta crise.
- Apresentar conceitos básicos do Gerenciamento de Resíduos Sólidos na construção civil.
- Apresentar diretrizes para elaboração, implantação e monitoramento do Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de acordo com Resolução 307 de 05/07/2002. O projeto elaborado pelas empresas incorpora o Plano de Redução de Resíduos, Plano de Reutilização de Resíduos e Plano de Reciclagem. Este último enfoca procedimentos de segregação; responsabilidades de limpeza e disposição de resíduos segregados; estratégia da empresa para a conscientização dos trabalhadores envolvidos no processo de implantação do PGRS; sistema de identificação de locais de deposição no canteiro; sistema de quantificação dos resíduos gerados, entre outros (ver anexo V, formula'rios usados na implantação). Um dos princípios norteadores para definição de procedimentos é o estabelecimento da responsabilidade pela correta deposição do resíduo por parte de quem o gerou, de acordo com o projeto elaborado pela empresa.
- Avaliar a aplicação da Resolução 307 na prática.

b) Registros Fotográficos



Fotografia 19: Cartaz elaborado pelos participantes do Workshop Vivencial. Resultado da Atividade de sensibilização com relação à crise ambiental - PGM Piloto 1: Goiânia.

Fonte: Cedida pelo SINDUSCON-GO, 2003.



Fotografia 20: Cartaz elaborado pelos participantes do Workshop Vivencial. Resultado da atividade de sensibilização com relação à crise ambiental, PGM Piloto 1 Goiânia.

Fonte: Cedida pelo SINDUSCON-GO, 2003.



Fotografias: 21 e 22: Workshop com empresas construtoras em Goiânia para elaboração dos PGRS

Fonte: Cedidas pelo SINDUSCON-GO, 2003.



Fotografias 23 e 24: Workshop com empresas construtoras no DF para elaboração dos PGRS.

Fonte: Cedida pelo SINDUSCON-DF, 2003.

2. Módulo 2 – Sensibilização da mão-de-obra nos canteiros de obras

a) Objetivos

Apresentar o PGRS elaborado pela construtora aos trabalhadores dos canteiros de obras, selecionados para participarem do projeto, conscientizando-os da importância do projeto, da responsabilidade e do papel de cada um; apresentando a Resolução 307 do CONAMA. Esta sensibilização foi realizada em cada canteiro de obra com duração de duas horas e meia a três horas e foi estruturada para acontecer em três momentos.

O primeiro momento é uma atividade lúdica que tem como objetivo integrar o grupo e ao mesmo tempo relaxar os participantes e desconectá-los da rotina do canteiro. O segundo momento é uma palestra com duração de quarenta minutos que tem como conteúdo: a crise ambiental, os desafios enfrentados pelo planeta, a importância de preservarmos o solo, as águas e a natureza; a participação das construtoras no impacto dos resíduos sólidos nas cidades; as responsabilidades dos trabalhadores das obras; a legislação pertinente, particularmente a Resolução 307 do CONAMA; o projeto elaborado pela empresa e o seu processo de implantação no canteiro de obra.

O terceiro momento da sensibilização é o registro por parte dos trabalhadores do que foi mais fortemente internalizado, por cada um. Este registro é feito por meio de desenhos e pinturas em cartaz (tamanho A0) e simboliza também o compromisso que cada um assume com o meio ambiente, com o projeto e com a empresa, no sentido de colaborar com a implantação do projeto no canteiro de obra.

Estes cartazes são apresentados pelos trabalhadores e são afixados nos refeitórios das obras e passam a ser utilizados pelas empresas no processo de conscientização liderado

pela empresa. Funcionam como um lembrete do que foi discutido e assumido. No processo de apresentação dos cartazes o conteúdo da palestra é reforçado com a linguagem dos trabalhadores.

Alguns registros fotográficos dos momentos deste processo de sensibilização nos canteiros são mostrados a seguir (ver registros fotográficos do 25 ao 32).

b) Registros Fotográficos



Fotografia 25: Cartaz elaborado por trabalhadores na vivência no canteiro de obra da empresa Conenge Engenharia, Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003.



“Sustentabilidade é o equilíbrio da vida...é a segurança que a gente tem que nossos filhos vão tê o que temos hoje...Água, comida, luz...tudo!”

Francisco Chagas
Trabalhador da Indústria da Construção

Fotografia 26: Cartaz elaborado por trabalhadores em vivência no canteiro de obra da empresa Conenge Engenharia, Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003.



Fotografias 27 e 28: Sensibilização em canteiro de obra da empresa Conenge Engenharia, Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003



Fotografias 29 e 30: Sensibilização em canteiro de obra da empresa Construtora RV, Brasília.

Fonte: Cedidas pela Construtora RV, 2003.



Fotografias 31: Sensibilização em canteiro de obra da empresa Toctao Engenharia, Goiânia.



Fotografia 32: Cartaz elaborado por trabalhadores da empresa Toctao Engenharia, Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003

3. Módulos 3, 4, 5, 6 e 7

a) Objetivos

A partir da implantação dos projetos nos canteiros de obras passou-se às etapas de monitoramento e avaliação. Os módulos 3, 4 e 5 tiveram como objetivo o monitoramento do processo de implantação, o qual foi feito em visitas quinzenais, quando foram corrigidas as falhas e introduzidos os ajustes. O projeto elaborado pela empresa foi internalizado junto aos envolvidos no processo de implantação. Entre as dificuldades registradas a mais importante foi a falta de conscientização da mão-de-obra subcontratada pela empresa. Os terceirizados, por não terem participado do processo de sensibilização e por serem temporários nas obras, tendem a não responder às exigências e aos princípios colocados pelo projeto de gerenciamento de resíduos. Trabalham como um ponto de desequilíbrio na implantação do projeto nos canteiros de obras.

Os módulos 6 e 7 foram dedicados à avaliação do processo. Primeiro, em cada empresa individualmente e nos canteiros de obras participantes do processo, onde foi feita uma avaliação com os objetivos de sistematizar dados, identificar próximos passos e elaborar procedimentos a serem incorporados nos sistemas de qualidade da empresa. Segundo, com o grupo de empresas e seus diretores para a apresentação dos resultados e da programação para o próximo piloto, cujo objetivo é trabalhar a redução de geração de resíduos na concepção e no desenvolvimento do projeto. A seguir alguns registros fotográficos (do 33 ao 43) são apresentados dos processos de implantação dos PGRS nos canteiros de obras em Goiânia e Brasília.

b) Registros Fotográficos



Fotografias 33 e 34: Baias para recebimento temporário de resíduos classe B, como papel , plástico, papelão e madeira. Implantação da empresa Toctao Engenharia, Goiânia.

Fonte: Cedidas pela empresa Toctao Engenharia, Goiânia.



Fotografias 35 e 36: Segregação de resíduos classe B (como saco de cimento e papelão) e resíduos classe C (como gesso) para encaminhamento a agentes recicladores. Conenge Engenharia, Goiânia.

Fonte: Cedidas pela empresa Conenge Engenharia, Goiânia, 2003.



Fotografia 37: “Gaiola” para armazenamento de papel e papelão. Confeccionada pela Construtora Moreira Ortence, Goiânia.

Fonte: Cedida pela Construtora Moreira Ortence, Goiânia, 2003.



Fotografias 38 e 39: Filtro para receber água da lavagem da betoneira. Implantado pela Dinâmica Engenharia, Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003.



Fotografias 40 e 41: Implantação do PGRS no canteiro da Construtora RV, Brasília.

Fonte: Cedidas pela Construtora RV, Brasília, 2003.



Fotografia 42: Resíduos Classe A (restos de cerâmica, argamassa, tijolos e concreto) segregados, aguardando remoção para reciclagem. Segregação implantada pela empresa TCI Engenharia, Goiânia.

Fonte: Cedida pela empresa TCI Engenharia, Goiânia, 2003.



Fotografia 43: Resíduo classe A sendo transportados para reciclagem. Empresa Toctao Engenharia, GO.

Fonte: Cedida pela empresa Toctao Engenharia, Goiânia, 2003.

5.6.3. Etapa: Implantação do Sistema de Coleta e Transporte

a) Objetivo

Implantar sistema de coleta e transporte dos resíduos segregados desde as obras participantes do piloto até a área designada pela Prefeitura de Goiânia. Os resíduos uma vez segregados nos canteiros de obra foram encaminhados à área designada pela Prefeitura. O controle da quantidade, caracterização visual e origem dos resíduos retirados das obras e encaminhados ao local designado foi feito por meio de formulários (ver anexo 05), preenchidos em duas cópias; ficando uma cópia com a construtora e outra cópia com a prefeitura.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 10: Responsabilidades e produtos na implantação do sistema de coleta do PGM Piloto 1:GO

Instituição	Responsabilidades	Produtos
UnB	Coordenação das reuniões com os coletores e transportadores, assim como com as cooperativas, para apresentação do projeto e consolidação dos compromissos. Elaboração dos formulários para entrega dos resíduos segregados na DERMU/COMPAV. Revisão relatório das reuniões.	Proposta de formulários
SINDUSCON-GO	Coordenação operacional das atividades: organização das reuniões relativas a esta etapa, com confirmação de presenças, confecção de atas e disponibilidade de espaço com projetor multimídia.	Relatório das reuniões.
PREFEITURA	Assessorar na elaboração dos formulários de entrega dos resíduos na área designada para seu recebimento.	
EMPRESAS TRANSPORTADORAS	Coletar e transportar os resíduos segregados nas obras de acordo com as diretrizes do projeto.	

5.6.4. Etapa : Designação de área para recebimento dos resíduos segregados nas obras

a) Objetivo

Designar uma área para recebimento do resíduo segregado Classe A nos canteiros pilotos e estabelecer diretrizes e procedimentos para recebimento do resíduo segregado. A Prefeitura de Goiânia possui moinho com capacidade para britar 300 toneladas/dia de brita, em um pátio localizado a 30km do centro urbano de Goiânia. Este fornecimento de britas é coordenado e gerenciado pela DERMU/COMPAV, companhia do município responsável pela pavimentação de vias públicas. Esta companhia equipada com moinho e equipe técnica facilitou a implantação do projeto piloto no município de Goiânia.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 11: Responsabilidades e produtos na designação da área para recebimento dos resíduos classe A

Instituição	Responsabilidades	Produtos
UnB	Coordenação de reuniões e ações. Assessoria na elaboração de procedimentos de recebimento dos resíduos sólidos e na definição e planejamento da área de recebimento.	
UFG	Assessoria técnica na elaboração de procedimentos de caracterização do resíduo segregado.	
PREFEITURA DERMU/COMPAV	Designação de área para recebimento dos resíduos segregados. Elaboração de relatório com procedimentos para recebimento dos resíduos Classe A segregados nos canteiros de obra. Preparação da infra-estrutura da área.	

5.6.5. Processamento de resíduo

a) Objetivo

Definir diretrizes e procedimentos para processamento dos resíduos recebidos na área designada pela Prefeitura de Goiânia, o pátio da DERMU/COMPAV. Considerando que a DERMU/COMPAV é a fornecedora de brita para pavimentação no município de Goiânia, esses procedimentos deveriam também incluir o planejamento de uso das máquinas do DERMU/COMPAV visando harmonizar as duas atividades: produção da brita e do agregado reciclado. Formulários de recebimento e cadastramento de empresas coletoras de resíduos classe A ver anexo 05.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 12: Responsabilidades no processamento dos resíduos classe A

Instituição	Responsabilidades	Produtos
UnB	Coordenação de reuniões e ações. Assessoria na elaboração de procedimentos de processamento dos resíduos sólidos. Revisão relatório técnico.	
UFG	Assessoria técnica na elaboração de procedimentos processamento. Assessoria Técnica na elaboração dos procedimentos de caracterização e especificação para aplicação do agregado reciclado.	
PREFEITURA DERMU/COMPAV	Elaboração do relatório de procedimentos de processamento e processamento dos resíduos de acordo com especificação de Furnas.	Relatório Técnico
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS	Assessoria técnica na elaboração do relatório de procedimentos de processamento. Caracterização dos resíduos processados pela DERMU/COMPAV.	Relatório técnico.

c) Registros Fotográficos



Fotografia 44: Resíduos Classe A sendo transportados no pátio da Dermu/Compav, Goiânia para processamento, 2003 .

Fonte: Arquivo da autora, 2003.



Fotografias 45 e 46: Resíduos sendo processados pelo triturador de mandíbulas da Dermu/Compav, Prefeitura de Goiânia, Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003.



Fotografia 47: Resíduos em processamento no pátio da Dermu/Compav.

Fonte: Arquivo da autora, 2003.



Fotografia 48: Resíduos sendo processados nas diferentes granulometrias especificadas pelos técnicos de Furnas Centrais Elétricas.

Fonte: Arquivo da autora.



Fotografia 49: Agregado reciclado com diferentes granulometrias para execução de base de pavimentação experimental.

Fonte: Arquivo autora, 2003.

5.6.6. Aplicação dos Agregados Reciclados

a) Objetivo

Desenvolver pesquisa caracterizando os resíduos segregados pelas construtoras e realizando ensaios laboratoriais assim como testes visando a aplicação dos resíduos processados em um trecho experimental a ser pavimentado pela Prefeitura de Goiânia, de acordo com especificações de Furnas e UFG. Alguns protótipos de pavimentação com a aplicação dos agregados reciclados foram executados por Furnas com o objetivo de sistematizar e consolidar metodologia de aplicação dos resíduos processados, ou seja dos agregados reciclados. As principais conclusões da pesquisa realizada por Furnas Centrais Elétricas estão apresentadas no quadro 14.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 13: Responsabilidades no processo de aplicação do agregado reciclado

Instituição	Responsabilidades	Produtos
FURNAS	Pesquisa de aplicação dos agregados reciclados e assessoria técnica na elaboração dos procedimentos de caracterização e especificação para aplicação do agregado reciclado. Assessoria técnica na aplicação do agregado reciclado em trecho experimental.	Relatório técnico (Conclusão do relatório anexo).
UFG	Assessoria Técnica na elaboração dos procedimentos de caracterização e especificação para aplicação do agregado reciclado em trecho experimental. Assessoria técnica na aplicação do agregado reciclado.	
PREFEITURA DERMU/COMPAV	Aplicação do agregado reciclado em trecho experimental de pavimentação de acordo com especificação de Furnas.	Trecho experimental executado com a utilização de agregados reciclados de resíduos classe A.

c) Registros Fotográficos

Fotografias 50, 51 e 52: Pista experimental sendo executada com os agregados reciclados obtidos do PGM: Piloto 1 Goiânia.

Fonte: Arquivo da autora, 2003.

Quadro 14: Principais conclusões das pesquisas técnicas realizadas por Furnas Centrais Elétricas

Principais conclusões da primeira etapa do estudo – caracterização do material e viabilidade técnica de sua aplicação em base e sub-base de pavimentação.
<p>A utilização do agregado reciclado a partir do resíduo classe A em base e sub-base de pavimentação é tecnicamente viável.</p> <p>Uma das dificuldades encontradas é o controle de umidade e a baixa coesão que o material apresenta. A incorporação de argila (20%) sanou esta dificuldade. Devido à elevada heterogeneidade que o entulho apresenta, em relação à compactação, densidade e absorção, são necessários estudos para verificar a melhor porcentagem de material coesivo à ser incorporado.</p> <p>Indiferentemente da composição do entulho, constatou-se neste estudo que os materiais devem se encaixar em uma das faixas granulométricas definidas pelo DNER, além de apresentarem uma certa coesão.</p>
Principais conclusões da segunda etapa do estudo – Pistas experimentais
<p>Após compactação das pistas verificou-se que as pistas onde foi utilizada argila apresentaram visualmente melhor aspecto.</p> <p>A granulometria do material deve ser feita apenas por peneiramento.</p> <p>As misturas mesmo quando há incorporação de argila, apresentam elevada absorção, em torno de 12,6%. A elevação da sucção com o tempo pode ser benéfica para a resistência do material.</p> <p>A incorporação da argila não diminui a resistência do material.</p> <p>O controle da umidade é o fator de maior dificuldade na compactação no campo.</p> <p>A incorporação da argila é essencial para uma boa trabalhabilidade e controle de campo, apesar de não ser obrigatório.</p>

Fonte: Furnas Centrais Elétricas - Conclusões dos Relatórios Técnicos: DCT.T02.013.2004-RO e DCT.T.02.016.2004-RO

5.6.7. Produção de Publicações

a) Objetivo

Registrar e disseminar a metodologia aplicada na elaboração e implantação do PGM Piloto 1: DF e GO, por meio de publicações de cartilhas e produção de vídeos que mostrem a experiência do piloto.

b) Responsabilidades e produtos

Quadro 15: Responsabilidades na produção de publicações

Instituição	Responsabilidades	Produtos
UnB	Elaborar protótipo das cartilhas incluindo conteúdo técnico e diagramação. Assessoria técnica na elaboração do conteúdo técnico do vídeo. Articulação junto a instituições que apoiassem financeiramente a realização das publicações.	Cartilha: PGM Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos Vídeo – Programa de Materiais
FURNAS	Permitir filmagem e disponibilizar informações relevantes à realização do vídeo.	Relatório técnico (principais conclusões no quadro 14).
PREFEITURA	Apoio institucional e financeiro na produção da cartilha e vídeo.	
COMAT/CBIC	Articulação junto a instituições que apoiassem financeiramente a realização das publicações.	

5.7. VETORES DE INFLUÊNCIA

O conjunto dos vetores que influenciaram a elaboração, desenvolvimento e implantação dos projetos pilotos deve ser identificado sob o ponto de vista de cada instituição participante de acordo com as evidências detectadas por esta pesquisa.

Este conjunto constitui-se de instrumentos legais, objetivos de fortalecimento da pesquisa nos temas relacionados com a minimização dos impactos causados pela indústria da construção, consciência ambiental fortalecida, objetivos de fortalecimento do marketing ambiental de instituições, ação de líderes, busca de novos mercados e desenvolvimento de novos produtos.

No quadro abaixo são identificados os principais vetores que influenciaram as instituições a participarem dos projetos pilotos.

Quadro 16: Principais vetores de influência nos projetos pilotos

Instituição	Principais vetores de influência
UnB	<p>Objetivo de concluir um doutorado.</p> <p>Objetivo de exercitar pesquisa empírica.</p> <p>Objetivo de fortalecimento da pesquisa em gestão ambiental.</p> <p>Oportunidade de fortalecimento da relação com o setor produtivo e terceiro setor.</p> <p>Oportunidade de fortalecer o Sistema de Aprendizado da Indústria da Construção.</p> <p>Oportunidade de participação de um exercício prático respondendo à Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002.</p>
SINDUSCON-DF	<p>Objetivo de preparar as empresas construtoras a responderem à Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002.</p> <p>Oportunidade de participação de uma pesquisa empírica.</p> <p>Oportunidade de fortalecimento da relação com a universidade.</p> <p>Oportunidade de fortalecimento da realização de trabalhos na área ambiental.</p> <p>Oportunidade de ampliar exposição na mídia.</p>
ECO ATTITUDE	<p>Fortalecimento da metodologia de educação ambiental que já vinha desenvolvendo.</p> <p>Oportunidade de ampliar mercados.</p> <p>Oportunidade de fortalecimento da relação com a universidade e setor produtivo.</p>
SINDUSCON-GO	<p>Oportunidade de cumprir com a agenda ambiental programada de acordo com os objetivos dos trabalhos que vinham sendo realizados dentro do projeto da Cadeia Produtiva.</p> <p>Objetivo de preparar as empresas construtoras a responderem à Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002.</p> <p>Oportunidade de participação de uma pesquisa empírica.</p> <p>Oportunidade de fortalecimento da relação com a universidade.</p> <p>Oportunidade de ampliar exposição na mídia.</p>
PREFEITURA-GO	<p>Objetivo de solucionar problemas relacionados à disposição irregular dos resíduos sólidos oriundos da indústria da construção.</p> <p>Necessidade de responder à Resolução 307 do CONAMA</p>

	<p>DE 05/07/2002.</p> <p>Oportunidade de fortalecer relações com universidades, setor produtivo e centros de pesquisas.</p> <p>O fato de possuir moinho e equipe técnica capaz de aplicar os agregados reciclados.</p>
FURNAS	<p>Objetivo de consolidar pesquisas relacionadas à aplicação de agregados reciclados de resíduos classe A⁵⁶.</p> <p>Oportunidade de participar de um grupo multidisciplinar.</p>
UFG	<p>Oportunidade de participar de pesquisa na área de reciclagem de resíduos classe A e sua aplicação em pavimentação.</p> <p>Oportunidade de fortalecer relação com Universidade de Brasília. Setor produtivo local e órgãos da prefeitura de Goiânia.</p>
COMAT/CBIC	<p>Objetivo de fortalecer pesquisa de novos materiais.</p> <p>Necessidade de responder à resolução 307 do CONAMA no que tange a reciclagem de resíduos oriundos de processos construtivos.</p> <p>Oportunidade de fortalecer relações com universidades.</p>
CONSTRUTORAS	<p>Necessidade de responder à Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002 no que tange às responsabilidades do setor produtivo.</p> <p>Oportunidade de aumentar exposição na mídia.</p>
SEBRAE-DF	<p>Objetivo de estimular e fortalecer busca de soluções a problemas ambientais.</p>
MMA	<p>Objetivo de estimular busca de soluções a problemas ambientais.</p> <p>Objetivo de estimular exercícios de atendimento a resoluções do CONAMA.</p>

⁵⁶ Resíduos classe A de acordo com a Resolução 307 do CONAMA são: restos de concreto, cerâmica, tijolos, argamassas, blocos de concreto, etc.

5.8. PRINCIPAIS DIFICULDADES

As principais dificuldades detectadas ao longo da elaboração, desenvolvimento e implantação dos projetos pilotos referem-se a questões institucionais, a gestão de seus valores, questões políticas e às características da mão-de-obra da construção, como sumarizado no quadro 16.

Algumas instituições, principalmente aquelas que já vinham trabalhando no tema, tendem a ter dificuldade em compartilhar os méritos de um projeto desta importância, argumentando que as outras instituições contribuíram apenas com o apoio, mesmo tendo trabalhado em conjunto ao longo de todo o processo. Esta atitude prejudica o fortalecimento da rede criada, pois essas instituições passam a trabalhar de acordo com os seus próprios interesses em detrimento do conjunto.

A fragilidade das instituições no que se refere às constantes mudanças em suas direções e gerências tendem a comprometer o desenvolvimento de projetos relevantes, dificultando sua continuidade. Este fato exige a repetição de caminhos já traçados e cumpridos na busca de comprometimento de instituições.

Foram encontradas dificuldades para envolver órgãos relevantes ao projeto no Distrito Federal. Esta dificuldade pode ter se apresentado em função da falta de integração do próprio GDF e pela inabilidade de compreender que a gestão de resíduos sólidos oriundos da indústria da construção requer a integração do setor público, produtivo e terceiro setor.

Em relação às questões políticas foram detectados desafios em trabalhar junto aos órgãos públicos municipais, dirigidos por representantes políticos de partidos diferentes do partido do prefeito. Esta situação revela uma tendência de não se contribuir para o sucesso dos resultados.

Os obstáculos encontrados com relação à mão-de-obra dos canteiros se dividem em dois aspectos. O primeiro refere-se às dificuldades em envolver os engenheiros responsáveis pelo canteiro, que uma vez não acreditando no projeto não consegue envolver os trabalhadores dificultando sua implantação. O segundo aspecto refere-se à mão-de-obra terceirizada que por não haver acompanhado o processo de implantação desde o início, tende a não contribuir e mudar hábitos.

Quadro 17: Principais dificuldades encontradas nos projetos pilotos

Principais dificuldades encontradas na implantação dos projetos pilotos PEL e PGM
<ul style="list-style-type: none">* Imaturidade de instituições que não conseguem compartilhar recursos e méritos e concentram apenas nos seus interesses e objetivos.* Incapacidade de instituições de manter acordos seja por mudanças constantes de direção (como é o caso de instituições públicas), questões políticas ou imaturidade.* Questões políticas que potencializam a falta de integração de órgãos no setor público.* Negligência do setor público com relação à gestão de resíduos sólidos.* Resistência de engenheiros na implantação do PGRSC.* Resistência da diretoria de empresas construtoras na implantação do PGRSC.* Dificuldade em envolver a mão-de-obra no projeto principalmente a mão-de-obra terceirizada.

CAPÍTULO 6: RESULTADOS E ANÁLISE

6.1. RESULTADOS ALCANÇADOS

Este capítulo tem por objetivo apresentar os resultados do segundo momento do estudo de caso e analisar os resultados obtidos. Os resultados do primeiro momento dos estudos de casos, apresentados no capítulo 4 desta tese, serão analisados em conjunto com os resultados do segundo momento, ao final deste capítulo.

Os resultados alcançados a partir das duas tentativas compõem-se em qualitativos e quantitativos. Considerando a amplitude do trabalho, particularmente do segundo momento, é importante enfatizar que a coleta e a consolidação dos dados só foram possíveis, porque se criou uma rede integrada de agentes comprometidos com o trabalho e composta de agentes do setor produtivo, do setor público e de agentes envolvidos com temas e objetos relacionados ao trabalho de pesquisa proposto.

Os resultados apresentados a seguir se referem aos vários resultados que foram sendo alcançados ao longo da implantação dos projetos pilotos propostos tanto no setor produtivo quanto no setor público, universidades e instituições de pesquisa, principalmente na experiência realizada no Município de Goiânia, com o projeto PGM Piloto 1. São apresentados, inicialmente, os resultados da primeira tentativa: o Programa Entulho Limpo (PEL). Posteriormente os resultados relativos ao Programa de Gestão de Materiais (PGM), Seguindo a ordem: primeiro, os resultados gerais do PGM, e em seguida, os resultados sob o ponto de vista de cada instituição que integrou a rede construída.

6.2. RESULTADOS DO PEL⁵⁷

Segundo os coordenadores pela implantação do Programa Entulho Limpo nos canteiros de obras no Distrito Federal registraram-se resultados qualitativos e quantitativos.

6.2.1. Resultados qualitativos

- Mudança de hábitos e valores: comportamento mais crítico e sustentável dos seus processos operacionais;

⁵⁷Os resultados do PEL foram apresentados pela Cyclos Consult Ambiental no Seminário Responsabilidade Sócio Ambiental, realizado em Brasília em 29 de abril de 2004.

- Reforço da função social das empresas;
- Contribuição para a melhoria da qualidade dos serviços prestados;
- Implantação da segregação dos resíduos da construção civil, viabilizando novas práticas ambientalmente e socialmente sustentáveis;
- Geração de um modelo metodológico testado e validado;
- Conhecimento e adequação à demanda legal da Resolução 307 do CONAMA;
- Conscientização do desperdício com matérias-primas, materiais auxiliares e insumos;
- Melhoria da organização, limpeza e segurança dos colaboradores nos canteiros de obras;
- Maior aproveitamento do volume de cada caçamba de resíduos;
- Com base na qualidade dos resíduos classe A destinados a NOVACAP, há interesse em continuar recebendo esta classe de resíduos;
- Incorporação das informações referentes ao PEL nas instruções de trabalho nos canteiros de obras;
- Cartilha – Programa Entulho Limpo



Figura 21: Capa da Cartilha – Programa Entulho Limpo (1ª Etapa) –Coleta Seletiva

6.2.2. Resultados quantitativos

- Capacitação de 758 atores diretamente envolvidos nas operações dos oito canteiros-piloto;
- Seleção de 227 toneladas de entulho classe A destinados a NOVACAP;

- Seleção de 4887 toneladas de resíduos classe B, gerando um retorno financeiro de R\$ 1857,00;
- Redução de 12% a 50% dos custos com a destinação final do entulho, representando uma redução de R\$ 338,00 à R\$ 410,00 por obra durante o período do projeto;
- 62% das construtoras planejam repetir a experiência para suas demais obras.

6.3. RESULTADOS DO PGM PILOTO 1: GOIÂNIA

6.3.1. Resultados Gerais

- Construção de uma rede composta de instituições privadas, públicas, acadêmicas e de pesquisa, que poderá ser ampliada e consolidada com a elaboração e implantação de projetos que darão continuidade à missão desta tese.
- Formação do Grupo Gestor Estratégico Local – GGEL, que permitirá a consolidação de rede local de acordo com o conceito de rede assumido nesta tese.
- Termo de Cooperação Técnico assinado (definição de responsabilidades dos agentes diretamente envolvidos com o Piloto).
- Treinamento e sensibilização de 18 engenheiros e 20 encarregados e mestres de obra na elaboração e implantação do projeto de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obra, o que faz parte da alfabetização ecológica necessária à mudança do paradigma tecnológico da IC.
- Sensibilização e conscientização de sete diretores de firmas construtoras, o que faz parte da alfabetização ecológica necessária para a mudança do paradigma tecnológico da IC.
- Sensibilização de 700 trabalhadores nos canteiros de obras das 11 empresas construtoras participantes dos pilotos em Goiânia e Brasília, o que faz parte da alfabetização ecológica necessária para a mudança do paradigma tecnológico da IC.
- Projetos de implantação dos procedimentos de segregação de resíduos em 11 canteiros de obras.
- Trecho pavimentado com a utilização do agregado reciclado, substituto do cascalho, permitindo o fortalecimento do sistema de aprendizado local.

- Documentário do processo em Goiânia.

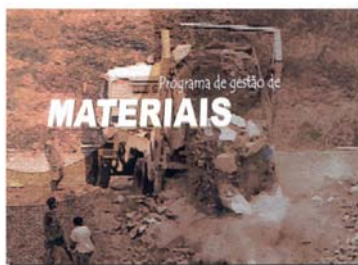


Figura 22: Capa do documentário – Programa de gestão de Materiais: Piloto Goiânia

Fonte: TEMMA Áudio e Vídeo, Goiânia, 2003.

- Cartilha – Programa Gestão de Materiais – Projetos de gerenciamentos de resíduos sólidos em canteiros de obra.



Figura 23: Capa da Cartilha – PGM: Projeto de Gerenciamento em Canteiros de Obras

6.32.2. Resultados nos canteiros de obras

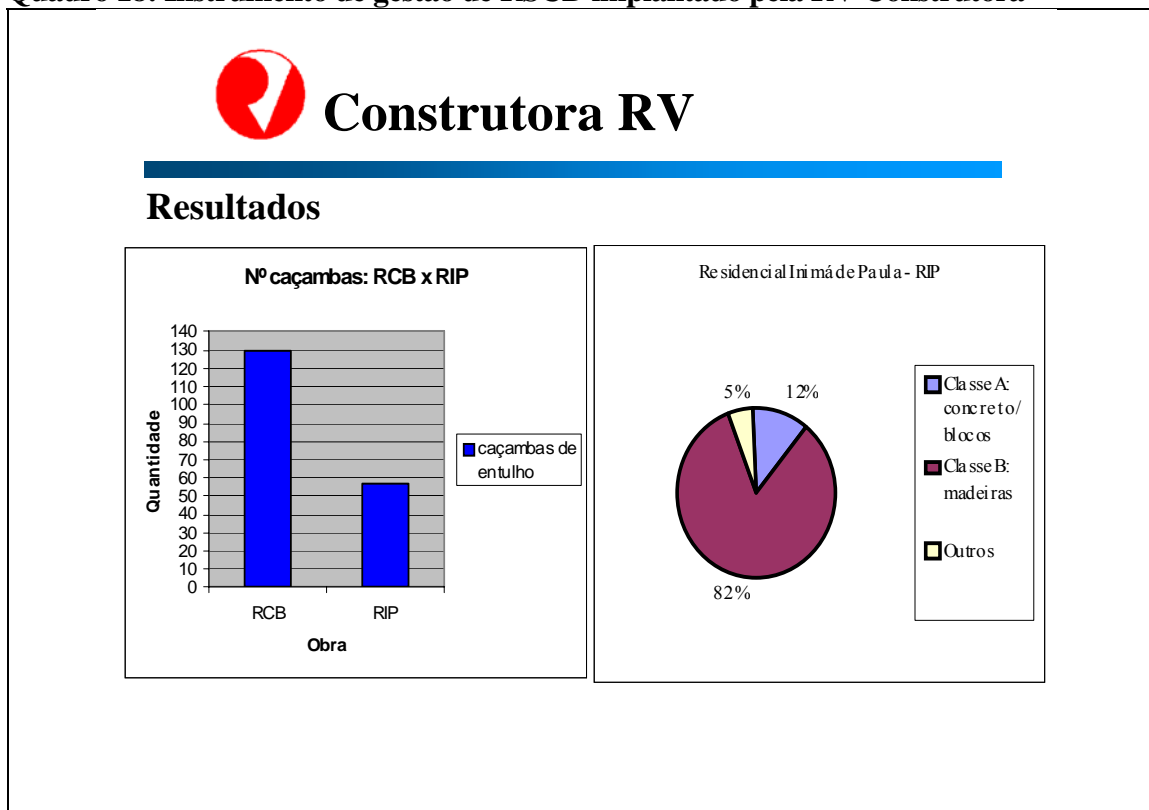
- Limpeza e organização do canteiro
- Obras mais limpas
- Pessoal operacional mais educado
- Redução do número de caçambas – em torno de 40 a 50%

Tabela 6: Redução do número de caçambas de acordo com os dados fornecidos pelas empresas construtoras participantes do PGM Piloto 1: Goiânia

Empresa	Número de caçambas antes do projeto	Número de caçambas depois do projeto
1	17	9
2	4	2
3	13	7
4	10	11
5	4	2

6.3.3. Resultados nas firmas construtoras

- Implantação de PGRS em canteiros de obra, resultando na segregação de resíduos sólidos e na disseminação da metodologia em outros canteiros. São hoje 14 canteiros que já implantaram o PGRS, todos pertencentes apenas às empresas que participaram do PGM Piloto 1: Goiânia.
- Fortalecimento da imagem da empresa perante a mídia.
- Imagem positiva da empresa no mercado.
- Fortalecimento da consciência ambiental por parte dos dirigentes das empresas.
- Subsídios para elaboração de procedimentos que compõe o processo de qualidade da empresa (ver anexo 03).
- Maior empenho da diretoria na busca de novas tecnologias visando a redução de desperdícios e de geração de resíduos.
- Fortalecimento do sistema de aprendizado referente à redução de desperdício e minimização da geração de resíduos. Como demonstra os dados fornecidos pela empresa Construtora RV de Brasília no quadro 17, a empresa passa a desenvolver um sistema interno de controle de geração de resíduos potencializando a busca de soluções de redução de desperdícios.

Quadro 18: Instrumento de gestão de RSCD implantado pela RV Construtora

Fonte: RV Construtora, 2004.

6.3.4. Resultados no SINDUSCON-DF e GO

- Fortalecimento da imagem perante a mídia.
- Fortalecimento do comprometimento dos trabalhos da Comissão do Meio Ambiente.
- Fortalecimento da relação SINDUSCONS – UnB.
- Fortalecimento da relação SINDUSCON - Setor Público.
- Participação técnica na concepção da metodologia de elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em canteiros de obra, de acordo com o disposto na Resolução 307 do CONAMA.

6.3.5. COMAT/CBIC

- Fortalecimento da imagem da Câmara Brasileira de Construção perante instituições públicas e toda a sociedade, demonstrando estar preocupada com o meio ambiente.
- Apresentação do projeto e sua metodologia, em oito estados da Federação. Pernambuco passou a desenvolver seu próprio projeto a partir da experiência

do Programa Entulho Limpo (PEL) e do Programa de Gestão de Materiais (PGM).

- Participação na pesquisa de novos materiais.

6.3.6. Resultados em FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

- Desenvolvimento de metodologia de caracterização do resíduo classe A.
- Desenvolvimento de metodologia de aplicação do agregado reciclado, oriundo do resíduo classe A, como base e sub-base de pavimentação.
- Fortalecimento da pesquisa de novos materiais.
- Fortalecimento do sistema interno de aprendizagem: seis engenheiros e sete técnicos, envolveram-se com a pesquisa de reciclagem dos resíduos classe A, no projeto de pesquisa da aplicação dos agregados reciclados oriundos do PGM Piloto 1: Goiânia.
- Projetos de pesquisa, ligados a Cursos de Especialização, Mestrado e trabalhos de pesquisa passaram a ser desenvolvidos em parceria com a Universidade federal de Goiás (dentre outros) expandindo o tema.

6.3.7. Resultados para o meio ambiente

- Redução em torno de 60% a 80% de resíduos sólidos oriundos de construções e demolições depositados em aterros e clandestinamente no meio ambiente.
- Possibilidade de redução de poluição do solo e lençol freáticos, com a redução de resíduos dispostos irregularmente.
- Possibilidade de redução dos impactos na drenagem urbana, com a redução de resíduos dispostos irregularmente.
- Possibilidade de redução de vetores de doenças concentrados em resíduos dispostos clandestina e irregularmente.

6.3.8. Resultados para UnB

- Desenvolvimento de metodologia de concepção geral e elaboração de planos de trabalho dos projetos pilotos detalhados do Programa de Gestão de Materiais.
- Desenvolvimento de metodologia de elaboração de Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) em canteiros de obra, de acordo com o disposto na Resolução 307 do CONAMA.

- Desenvolvimento de metodologia de treinamento direcionado aos responsáveis por canteiros de obras, visando à elaboração de Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos e PGRS. Avaliações dos workshops realizados em Goiânia e Brasília, no anexo 4.
- Desenvolvimento de metodologia de sensibilização e preparação da mão-de-obra para implantação dos Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos desenvolvido pela empresa construtora.
- Estrutura de organização da cartilha, que registrou e apresentou a elaboração e implantação de PGRS, de acordo com o disposto pela Resolução 307 do CONAMA de 05/07/2002.
- Consolidação da metodologia de elaboração dos PGRS por meio da elaboração e implantação de onze Projetos de gerenciamento de resíduos sólidos de acordo com a metodologia proposta, sendo cinco canteiros de obras em Goiânia e seis canteiros de obras em Brasília.
- Implantação de Projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em onze canteiros de obra, resultando no exercício da segregação de resíduos sólidos e no atendimento à Resolução 307 do CONAMA, no que diz respeito às responsabilidades das construtoras.
- Consolidação de um relacionamento próximo com o setor produtivo da indústria da construção local, por meio do SINDUSCON-DF e SINDUSCON-GO que propiciou o fortalecimento do relacionamento junto a Câmara Brasileira da indústria da Construção (CBIC).
- Consolidação de um relacionamento próximo com o departamento de pesquisa de Furnas Centrais Elétricas S.A. e Universidade Federal de Goiás.
- Consolidação de um relacionamento próximo com o setor público do município de Goiânia, incluindo Câmara Legislativa e Promotoria Pública.

6.3.9. Resultados para a Prefeitura de Goiânia

Um dos resultados apontados como o mais relevante para a Prefeitura foi o exercício do trabalho integrado dos diferentes órgãos da Prefeitura de Goiânia.

O projeto piloto demonstrou que uma vez implantados projetos de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obra é possível obter uma redução em torno de 60 a 80% do volume dos resíduos sólidos oriundos da IC enviados a aterros.

O projeto permitiu, ao município de Goiânia, integrar agentes da prefeitura e definir objetivos claros com relação à gestão de resíduos sólidos oriundos da IC, definindo inclusive diretrizes gerais para elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção, respondendo a Resolução 307. A Prefeitura adquiriu ainda uma tecnologia de aplicação do agregado classe A.

6.4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

A análise dos resultados dos estudos de caso apresentados anteriormente deve ser feita à luz do objetivo central desta tese, que é contribuir para a mudança do paradigma tecnológico da cadeia produtiva da indústria da construção (CPIC) introduzindo o conceito da sustentabilidade.

Paradigma tecnológico deve ser entendido como o conjunto de conhecimentos, informações e tecnologias exercitadas e aprendidas ao longo de um período. O aprendizado se adquire por meio do contato com um fazer, no qual se aprende praticando e (ou) pesquisando. Um paradigma tecnológico consolida-se ao longo de uma constante busca de sobrevivência de uma firma ou cadeia, e está diretamente ligado ao percurso realizado para tornar possível esta sobrevivência. Ele incorpora um conjunto de aprendizados, experiências e exemplos acumulados e que influenciam a tomada de decisão nos processos de produção (DOSI, 1999).

O objetivo de contribuir para a mudança do paradigma tecnológico da CPIC baseia-se na necessidade de minimizar seus impactos causados ao meio ambiente. Mudar um paradigma tecnológico implica introduzir novos produtos e(ou) novas maneiras de produzi-los. Isso exige identificar vetores capazes de influenciar o processo de mudança, na direção desejada.

O primeiro momento dos estudos de caso pesquisados visou a identificação de vetores capazes de proporcionar a geração ou a aceleração de mudanças na direção e nos passos desejados. O segundo momento dos estudos de casos visou exercitar, na prática, alguns dos vetores identificados.

A identificação dos vetores capazes de influenciar ou gerar mudanças conduziu a três abordagens: o conceito de sistema de aprendizado aplicado à indústria da construção; os resultados obtidos com a aplicação de questionários e entrevistas em empresas construtoras; e a análise de três processos que introduziram e exercitaram inovações que minimizam impactos causados por construções residenciais e empreendimentos urbanos.

Os resultados obtidos com os três estudos de caso do primeiro momento permitiram confirmar que a mudança do paradigma tecnológico depende de um conjunto de fatores. Este conjunto envolve: presença de líderes, legislação, pesquisa, conhecimento, experiência, mercado, demanda, o

fortalecimento do sistema nacional de inovação (o que implica na integração de atores e instrumentos), o fortalecimento do sistema de aprendizado da cadeia produtiva da indústria da construção e a introdução e aplicação de instrumentos de gestão ambiental.

6.4.1. Sistema de aprendizado e a indústria da construção

A aplicação do conceito de Sistema Nacional de Aprendizado defendido por Viotti (1997) à realidade da cadeia produtiva da indústria da construção - CPIC expôs fatores relevantes e permite fazer algumas afirmações.

A mais importante é o fato de que a inexistência de um banco de dados específico referente a CPIC exige um esforço conjunto por parte de agentes como universidades, centros de pesquisa, instituições patronais, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Ministério das Cidades, Ministério da Educação e Ministério de Ciência e Tecnologia para que se consolide um banco de dados referente ao contexto da cadeia produtiva da indústria da construção. A inexistência de um banco de dados que permita levantar aspectos importantes do contexto da CPIC dificulta a realização de análises que possam nortear políticas e programas que fortaleçam as etapas das mudanças. Um banco de dados estruturado de maneira a desenhar as realidades regionais contribuiria muito para a consolidação de programas específicos de melhoria e fortalecimento de pontos deficientes em cada região e distribuição de esforços.

Segundo Viotti (1997) um sistema de aprendizado está diretamente ligado aos padrões de educação e treinamento, de aquisição de tecnologia, dos recursos comprometidos com o aprendizado tecnológico e dos resultados nacionais em disseminar tecnologia.

O padrão de educação e treinamento da força de trabalho da CPIC (particularmente dos envolvidos na cadeia de processos) vem apresentando melhorias. O analfabetismo deixa de ser crônico: uma porcentagem pequena dos trabalhadores, menos de 3% ainda apresenta-se analfabeta. No entanto, saber ler não significa entender o que se lê, o que dificulta qualquer processo de mudança. Particularmente na preparação de uma mão-de-obra na qual se pretenda que trabalhe nos moldes de um paradigma sustentável, o que exige conscientização de papéis, responsabilidades e critérios de sustentabilidade.

A força de trabalho qualificada da IC também requer melhorias em seus treinamentos. As avaliações dos cursos de graduação realizadas entre 1999 e 2003 pelo INEP/MEC demonstram que os cursos de engenharia (civil e elétrica) e de arquitetura ainda se encontra no nível C como demonstra os gráficos 09, 10 e 11. Há melhorias e mudanças que precisam ser implementadas, direcionadas às reais necessidades da CPIC.

Alguns indicadores, como os níveis de treinamento e escolaridade da força de trabalho graduada, também indicam que há necessidade de implementar melhorias. Mesmo em universos como o do Distrito Federal que possui dirigentes de empresas construtoras com o nível de escolaridade bastante elevado (ver gráfico 08).

Mais uma vez enfatiza-se a importância de levantamentos regionais, para que possam ser realizadas comparações e análises em um banco de dados contendo: a estrutura da cadeia (identificando número, tamanho e distribuição das firmas por tamanho e produto); características da mão-de-obra (escolaridade e treinamentos recebidos); principais produtos por firmas; comportamento com relação à P&D (incluindo: valores investidos e produtos desenvolvidos); principais dificuldades; legislações relevantes; nível de atendimento a essas legislações, entre outros.

O padrão de aquisição de tecnologia é apontado por Viotti (1997) como um indicador relevante ao se analisar sistemas de aprendizados. O país que opta por adquirir tecnologia tende a fortalecer sua capacidade de acumular experiência, conhecimento e informação potencializando sua capacidade de inovação em maior grau do que aquele que permite a venda de tecnologia por empresas estrangeiras. De acordo com os dados da pesquisa *Substituição de Importação* (MDIC, 2003), a indústria de materiais da construção caracteriza-se por ser uma indústria nacional e não possui tendências de comprar tecnologias estrangeiras.

Já os produtos dos grupos de ferramentas e máquinas (ver tabela 05 e gráfico 12) são produzidos por firmas estrangeiras estabelecidas no Brasil, detentoras das patentes e fornecedoras de produtos de maior qualidade quando comparados aos produtos nacionais. A meta deveria ser a produção desses produtos por empresas brasileiras, as quais deveriam ser detentoras das patentes e da tecnologia.

Tanto os dados referentes ao padrão de recursos comprometidos com aprendizado tecnológico como os resultados nacionais em disseminar tecnologia revelam um contexto com muitos aspectos e fatores a serem modificados ou fortalecidos. Entre eles a distribuição de recursos disponibilizados, por exemplo, pela FINEP. Os dados demonstram que a maior parte dos recursos ainda é direcionada às regiões, sudeste e sul como mostra o gráfico. Apesar de haver uma lentidão entre 1996 e 2000, no sentido de um maior equilíbrio na distribuição dos recursos por região. Argumenta-se que os centros de pesquisa e universidades nas regiões sudeste e sul têm maior potencial para estruturar, elaborar e desenvolver pesquisas por possuírem um sistema de pesquisa mais fortalecido (número de laboratórios e doutores), o que permite melhores planos de estudos. Esta Tese discorda fortemente deste argumento.

Por outro lado, há também o argumento que destaca a importância de se buscar instrumentos e maneiras de distribuir os recursos de forma mais equilibrada. O estímulo à criação de redes em todos os projetos de pesquisa a serem financiados pela FINEP (independente da região) pode ser a introdução de um padrão de distribuição de recursos mais equilibrado.

O esforço nacional em disseminar tecnologia tem caminhado na direção de uma maior integração institucional e tem colocado em foco fatores relevantes ao fortalecimento do Sistema Nacional de Aprendizado e do Sistema Nacional de Inovação. No entanto, ainda é evidente a deficiência na atuação da *célula* coordenadora: o Estado. A falta de uma política industrial em harmonia com uma integração efetiva entre política de desenvolvimento tecnológico e industrial, com metas de desenvolvimento tecnológico da CPIC é um dos fatores que caracterizam essa deficiência. O objetivo do Estado deve ser :

- estabelecer critérios e princípios, atrelados a uma política de desenvolvimento industrial integrada;
- definir metas específicas para cada elo da cadeia, enfocando a evolução tecnológica do país em todos os níveis;
- conferir consequência a um conjunto de metas específicas de instituições individuais dentro de um cenário que favoreça a participação do maior número possível de agentes, sem que isto signifique perda de agilidade e foco.

O foco, principalmente a partir de 2002, tem sido na Produção Habitacional, particularmente habitação de interesse social. De acordo com o déficit habitacional brasileiro é justificável. No entanto, a cadeia precisa ser vista como um todo, dentro de um universo mais amplo de desenvolvimento industrial, atrelado sem dúvida a respostas a problemas sociais. Particularmente por meio de instrumentos que são aplicados visando desempenhos e resultados específicos.

As deficiências identificadas pelo Fórum de Competitividade confirmam que se faz necessário desenvolver elementos e fatores que contribuam para o fortalecimento de indicadores relevantes para o sistema de aprendizado da cadeia produtiva da indústria da construção, entre eles:

- reciclagem e capacitação técnica e de gestão;
- solução de problemas que afetam o desempenho dos edifícios;
- desenvolvimento de novos produtos; e
- processos, desenvolvimento e implementação de métodos de gestão (MCT, 2000).

6.4.2. Vetores de influência em empresas construtoras

O segundo estudo de caso do primeiro momento concentrou-se na aplicação de questionários e realização de entrevistas a empresas construtoras. Este exercício permitiu identificar vetores que influenciam particularmente a cadeia de processos. A dificuldade em obter os questionários respondidos pelas empresas revela uma característica cultural desta cadeia que é relutante em compartilhar informação ou investir em pesquisa, mesmo que este investimento seja tempo para responder a um questionário.

Os vetores identificados podem ser organizados em dois grupos: um que se relaciona com a capacidade de absorção de tecnologia sustentável e que pode ser avaliado de acordo com o nível de conscientização ambiental da empresa e o nível de introdução de novas tecnologias; o outro grupo refere-se a vetores que estimulam a absorção de novas tecnologias.

Como a maioria das empresas que participou da pesquisa produz empreendimentos ou edifícios para classe média e alta (ver gráfico 14) e todas possuem certificação em programas de qualidade, pode-se inferir que elas representam um contexto bastante propício à introdução de melhorias e inovações incrementais, principalmente sob um paradigma sustentável. Esta afirmação pode ser confirmada ao se observar o conhecimento deste setor, sobre a legislação ambiental, os impactos, as tecnologias e as soluções que vêm sendo adotadas para a sua minimização e a preocupação com a origem dos materiais adotados.

A maioria das empresas é conhecedora de legislações ambientais. Mais da metade conhecem a Resolução 307 do CONAMA (ver gráfico 15).

No total de sete impactos identificados pelas empresas mais de 50% identificou a geração dos resíduos como ação impactante (ver gráfico 16) enquanto 30% identificou o uso excessivo da madeira. Apenas três empresas não reconhecem impactos causados ao meio ambiente pelo seu processo de produção.

As tecnologias adotadas demonstram um movimento na direção de reduzir a geração de resíduos sólidos em canteiros de obras, assim como uma preocupação com alguns fatores relacionados aos impactos das atividades da CPIC no meio ambiente. A maioria das empresas entrevistadas tem se preocupado em reduzir o uso da madeira e vem utilizando elementos pré-moldados e modulados (ver gráfico 147), apesar dessa busca na redução da geração de resíduo parecer estar mais ligada à redução de desperdício do que à consciência ambiental. O que acaba por contribuir para a minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras.

Todas as empresas utilizam o treinamento e a sensibilização para combater o desperdício (ver gráfico 22) enfatizando o hábito de prover treinamento de acordo com a realidade de empresas certificadas. Este fato permite assumir que o universo das empresas certificadas é o que tem melhores condições de responder à Resolução 307 do CONAMA no que se refere às responsabilidades dos geradores. A pequena empresa e as construções de pequeno porte têm uma grande barreira a ser vencida: a ausência de uma mão-de-obra treinada e de uma cultura de treinamento.

A grande maioria das empresas construtoras pesquisadas (80%) preocupa-se com a origem dos materiais (particularmente, areia e cascalho) que comprou, demonstrando um movimento relevante no fortalecimento da consciência ambiental das empresas (ver gráfico 23).

Pode-se afirmar que há consciência da complexidade do processo de produção e seus impactos no meio ambiente. Esta consciência revela-se, tanto pelos impactos identificados, como pela legislação conhecida pelas empresas e pela preocupação com a origem dos materiais.

No entanto, também é possível afirmar que considerando o grau e a dimensão dos impactos causados pela CPIC, há muito a ser feito para que a responsabilidade na minimização dos impactos causados por cada agente envolvido seja cumprida. Seja por meio de instrumentos legais e econômicos (de incentivo ou controle) ou, seja por instrumentos de educação ambiental, ou ainda pela combinação desses instrumentos. As comissões de materiais e de meio ambiente dos inúmeros Sindicatos da Indústria da Construção no país em conjunto com agências ambientais e o Ministério do Meio Ambiente têm uma grande responsabilidade no que tange a implantação e o exercício de instrumentos que fortaleçam o controle da origem de materiais, visando inibir a clandestinidade e as explorações inadequadas. Ações conjuntas integrando agentes da cadeia de suprimentos e da cadeia de processos devem ser estimuladas para que impactos possam ser minimizados.

Em relação aos vetores que influenciam decisões na adoção de novas tecnologias, o que se apresentou mais expressivamente foi a imposição dos clientes, seguida da presença de mercado e da perspectiva de aumentar a produtividade (ver gráfico 20). O que confirma a força do cliente também detectada no trabalho realizado pelo MDIC, 2003 (ver quadro 05).

O contexto competitivo do mercado imobiliário e o fato de terem participado da pesquisa, construtoras que produzem principalmente residências para a classe média/alta, podem justificar este cenário. O ideal seria estruturar a pesquisa por produto e por mercado com o objetivo de identificar com maior precisão as forças influentes. Dependendo do tipo do produto (residencial ou

comercial, por exemplo); ou características específicas de mercados (classe alta, média ou baixa) diferentes vetores podem se apresentar com maior ou menor peso na tomada de decisão para desenvolvimento e introdução de inovações.

A disponibilidade em investir no desenvolvimento de inovações é uma característica importante a ser considerada na análise dos vetores que influenciam empresas no seu processo de mudança. Com exceção de uma grande empresa, a maioria não investiu em pesquisa e desenvolvimento (ver gráfico 21). Isso confirma a característica do setor já detectada por outros estudos como o da OECD (2000). Esta falta de investimento em P&D é justificado por alguns pela dificuldade em se obter excedentes financeiros no dia-a-dia da empresa que possam ser aplicados em pesquisa. Outra justificativa é que faz parte da cultura do setor da construção do Brasil não investir em pesquisa e desenvolvimento.

De qualquer forma, quando há disponibilidade e intenção de desenvolver novos produtos ou tecnologias, isto normalmente é feito por diferentes áreas da empresa (ver gráfico 19). A pesquisa aponta para as equipes de planejamento, diretoria e produção como as mais prováveis de introduzir inovações. Este resultado está em consonância com os estudos específicos de inovações na indústria da construção.

Apesar do número de empresas pesquisadas não oferecer conclusões precisas nem definitivas o desenho das forças que trabalham no processo de mudanças de empresas construtoras certificadas indica um contexto propício à introdução de mudanças. Esta constatação trabalhou como um estímulo à tentativa de exercitar pilotos na prática.

6.3.3. Inovações sustentáveis

O terceiro estudo de caso do primeiro momento complementa os dois estudos de casos anteriores ao focar três processos de introdução de inovação na indústria da construção. Os resultados obtidos com as três experiências enfatizam alguns vetores relevantes. Entre eles: a presença de um líder no processo, a força e o potencial das parcerias, a influência de experiências estrangeiras e a importância da participação de concessionárias na introdução de inovações no ambiente construído.

As três inovações analisadas referem-se a inovações em produtos da cadeia de processos, o que implica que incorporam um grande número de soluções. Ambas as propostas, as Casas Conceito e Autônoma, aplicam tecnologias que visam a redução de desperdício na utilização da água e energia e a especificação de materiais, elaboração, desenvolvimento e implantação de inovações com menor grau de poluição. A experiência paulista concentra-se no exercício de uma solução

urbana com o foco na redução do uso de recursos como a água, respeito à topografia e recursos existentes e a valorização do usuário.

Em todos os três casos houve forte influência de pesquisas e experiências estrangeiras. Nos processos das duas residências identificou-se a presença forte de um líder com um ideal claro e capacidade técnica adquirida com pesquisa, inclusive no exterior. Em ambos os processos, sem as parcerias não teria sido possível a construção dos protótipos no período de tempo estabelecido.

Já a empresa paulista aproveitou seu histórico de grande incorporadora na cidade de São Paulo e partiu para a busca de novos mercados com um produto diferenciado.

Os vetores de influência no caso paulista diferem dos casos do centro-oeste particularmente porque o primeiro é fortemente dependente da aceitação do mercado para a realização de lucros. Os segundos estão descobrindo um mercado ao término do processo.

As dificuldades encontradas nos três processos permitem enfatizar a necessidade de se fortalecer o sistema de aprendizado e de inovação. Principalmente no que se refere aos posicionamentos do setor público, particularmente de instituições, como concessionárias que estão diretamente envolvidas com a produção do ambiente construído. Essas concessionárias tendem a dificultar processos inovadores, quando os mesmos propõem produtos que ao longo do tempo podem alterar receitas, como é o caso de processos de tratamento e reciclagem da água, realizados por condomínio ou residência.

6.4.4. Projetos pilotos

Os estudos que fizeram parte do primeiro momento dos estudos de casos permitiram identificar resultados que trabalharam como subsídios para formulação, implantação e desenvolvimento do segundo momento.

O segundo momento dos estudos de caso visou a aplicação de alguns dos vetores identificados anteriormente, aplicando na prática um modelo de introdução de novos paradigmas, tendo como referência a analogia proposta.

A implantação dos projetos pilotos foi resultado da parceria entre pesquisa, setor produtivo (institucional e prático), setor público (municipal, estadual e federal) e terceiro setor. A integração dos agentes envolvidos com o processo de produção da CPIC reforça a tese de que o passo de absorção de novas tecnologias (processos e (ou) produtos) pode ser acelerado. Depende do reconhecimento, por parte desses agentes, da relevância e viabilidade de compartilhar responsabilidades, recursos, instrumentos e integrar ações e objetivos.

O modelo estabelecido permitiu a participação dos principais agentes envolvidos na produção do ambiente construído introduzindo princípios norteadores para um novo paradigma. Um paradigma que vise à minimização dos impactos ambientais causados pela cadeia produtiva da indústria da construção. A introdução deste novo paradigma utilizou o contexto dos resíduos oriundos de canteiros de obras como exercício. Os projetos pilotos são exemplos do potencial de se trabalhar na direção da constituição de redes com objetivos específicos de minimizar impactos prioritizados.

Os vetores propulsores na elaboração e implantação dos projetos pilotos identificados no quadro 15 podem ser organizados em três grupos:

- a presença de um instrumento legal;
- o fato de que, de uma forma ou de outra, as instituições envolvidas já vinham trabalhando, pretendiam ou necessitavam trabalhar a questão da gestão dos resíduos oriundos de canteiros de obras;
- o fato que ingredientes importantes foram disponibilizados como respaldo técnico e recursos (como o apoio do SEBRAE-DF, a pesquisa de FURNAS, a infraestrutura do órgão responsável pela pavimentação do município de Goiânia-DERMU/COMPAV e uma pesquisa insistente).

O objetivo de constituir uma rede nos moldes propostos já estava latente na maioria das instituições, assim como o objetivo de cumprir responsabilidades e contribuir para solução do problema urbano, criado pelos resíduos sólidos da construção civil. Faltava um elo coordenador e que trabalhasse no sentido de integrar e alimentar a rede. A presença de uma Universidade disponibilizando uma pesquisa que trabalhou três anos alimentando e fortalecendo esta rede é um fator indispensável à experiência.

Em Brasília encontrou-se dificuldade em montar a rede nos moldes propostos. Isto explica a insistência em desenvolver e consolidar a rede em Goiânia uma vez que a rede proposta para o Distrito Federal não se estruturou de acordo com o objetivo maior proposto: compartilhar responsabilidades, metas, recursos e méritos.

Esta dificuldade, apresentada por algumas instituições, de agregar-se aos moldes de rede, de acordo com a metáfora proposta, ou seja, tornarem-se de fato parte de um todo trabalhando em conjunto, como um *órgão*, exige maturidade e preparo institucional. Instituições novas e frágeis tendem a apresentar um comportamento *naïfe*⁵⁸, ao integrarem-se em projetos desta natureza.

⁵⁸ Palavra de origem francesa que significa ingênuo.

Comprometem-se com o que não tem intenção de cumprir (ou por não possuírem integração entre seus membros, ou por agirem independentes da rede, mesmo atuando como se estivessem integradas a ela).

No entanto, a participação de um número tão grande de instituições requer que arranjos institucionais sejam preparados e orquestrados ao longo de um período, até que a rede esteja fortalecida e consolidada. A consolidação da rede depende da consolidação do projeto no interior de cada instituição. Faz-se necessário o arranjo de estratégias para a construção da rede, estudando alternativas de instrumento de relação institucional que englobem convênios, contratos, projetos de pesquisa, planos de trabalho, entre outros.

O fato de instituições públicas tenderem a mudar seus objetivos e contextos, de acordo com as mudanças ocorridas em sua direção e gerência é um agravante no desenvolvimento de qualquer projeto com o perfil de obter resultados práticos. Ao longo da implantação dos pilotos propostos, as instituições do setor produtivo e do setor de pesquisa apresentaram-se muito mais consolidadas. Mais fortalecidas, de acordo com as metas e objetivos propostos quando comparadas às instituições públicas, particularmente do Distrito Federal.

O maior entrave para o pleno desenvolvimento do PGM no DF é o descaso do GDF em relação aos benefícios do programa e questões políticas. O maior risco que o PGM Piloto 1 corre, no município de Goiânia, é a possível mudança do comando da Prefeitura. Quem garante que o esforço dos últimos três anos e os objetivos e metas estabelecidos serão respeitados e continuarão na agenda dos órgãos envolvidos?

Sem sombra de dúvidas, há uma legislação a ser atendida e aposta-se na capacidade de fiscalização e cobrança da promotoria pública que já tem demonstrado compromisso em certificar-se que a questão dos resíduos seja solucionada. Há também avanços do setor produtivo na disseminação do exercício testado e com certeza trabalhará para que as ações necessárias continuem sendo implementadas.

A rede montada vem amadurecendo. A posição do setor produtivo se fortalece à medida que mais empresas se interessam e se comprometem em cumprir sua responsabilidade na gestão de seus resíduos sólidos. Seja para atender à Resolução 307 do CONAMA ou às exigências de certificação de programas de qualidade, ou até mesmo por consciência ambiental. No entanto, considerando que entre 30% a 70% dos resíduos sólidos oriundos de processos construtivos podem ser

provenientes de processos de empresas construtoras, dependendo do contexto econômico⁵⁹, algumas questões permanecem.

Os contextos das pequenas construções ou construções informais também precisam ser atacados. Para Fernando Campos⁶⁰ uma das justificativas para o percentual de 50% dos resíduos sólidos serem depositados irregularmente no Distrito Federal é o tecido urbano com vácuos de ocupação, o que propicia áreas vazias e isoladas, favoráveis a receberem resíduos indevidamente.

Uma solução que a própria Resolução 307 do CONAMA introduz são as áreas de transbordo que deverão receber os resíduos, segregá-los e encaminhá-los adequadamente. A necessidade de manter a qualidade do resíduo, para assegurar a mesma qualidade na reciclagem impõe uma condição também ao pequeno gerador: segregar pelo menos os resíduos classe A e classe B do restante. Sendo que, os resíduos classe B continuariam sendo armazenados sem segregação entre si.

A questão do pequeno gerador é considerada pela maioria dos agentes envolvidos com gestão de resíduos sólidos, um problema quase insolúvel quanto à exigência de segregar seus resíduos. Esta tese é fortemente contrária à aceitação de que para o pequeno gerador, a solução da segregação seriam as áreas de transbordo (ou eco-pontos). As áreas de transbordo são fundamentais para suprir as necessidades de áreas de disposição adequadas nas malhas urbanas. No entanto, o comprometimento da qualidade dos resíduos, que afeta a qualidade da reciclagem de mais da metade dos resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras nos centros urbanos, é inaceitável. Principalmente, ao se considerar que 60% dos resíduos oriundos de processos construtivos são resíduos classe A, que uma vez processados podem substituir o cascalho, a brita e até a areia.

Uma questão deve ser colocada: como estimular o pequeno gerador a fazer esta segregação? Sem dúvida, a partir do momento que a educação ambiental se fortalece, fortalece, também, a capacidade da sociedade de responder aos seus problemas ambientais. Mas como fortalecer a educação ambiental, certificando-se que os resíduos classe A sejam segregados e encaminhados às áreas de transbordo ou eco-pontos com a maior qualidade possível?

A contribuição e a responsabilidade de profissionais, como arquitetos e engenheiros, devem ser enfatizadas nesta questão. Conseqüentemente, o CREA, o Instituto dos Arquitetos do Brasil, os

⁵⁹ Segundo Fernando Campos, pesquisador do Curso de Mestrado em Economia da Universidade de Brasília, no DF 70% dos resíduos sólidos são oriundos de empresas construtoras.

⁶⁰ Pesquisador do Curso de Mestrado em Economia na UnB – pesquisa em andamento.

Institutos de Engenharia e os Sindicatos de Engenheiros e Arquitetos são instituições que podem contribuir com a conscientização dos envolvidos em processos construtivos.

Um projeto que está em fase de elaboração é o projeto Reciclando. Um exercício a ser realizado por meio de pilotos que deverão ser implantados ainda este ano em áreas periféricas do DF e envolverão jovens acima de 17 anos. Esses jovens receberão treinamento e serão preparados para trabalharem em cooperativas que deverão receber, segregar e comercializar *entulhos*. Terão também a responsabilidade o trabalho de conscientização junto às comunidades. Ao mesmo tempo em que estará encaminhando um grande volume de resíduos adequadamente. Uma solução? Apenas mais um exercício que servirá como exemplo.

A conscientização da necessidade de segregar os resíduos sólidos gerados em canteiros de obras deve ser também fortalecida por um conjunto de instrumentos de gestão ambiental. Elaborados especificamente para serem aplicados à CPIC e devem estar integrados a um plano maior de gestão com a participação de agentes do setor produtivo, setores públicos, terceiro setor, universidades, centros de pesquisa e instituições patronais.

6.4.5. Propostas de instrumentos de gestão ambiental

Com o objetivo de definir instrumentos capazes de potencializar a adoção de um sistema integrado de gestão de resíduos sólidos e com base nos instrumentos identificados e testados anteriormente, passa-se ao exercício de propor instrumentos de gestão ambiental aplicados ao contexto da cadeia produtiva da indústria da construção. Os instrumentos propostos visam reduzir o volume de resíduo gerado durante o processo construtivo e potencializar a reciclagem e a utilização de produtos processados e reciclados. Considerando a complexidade da indústria da construção, o exercício obedeceu às principais fases do processo de produção da cadeia de processos (ver figura 04).

6.4.5.1. Fase inicial – Decisão de Construir

a) Incentivo para uso de resíduos processados ou reciclados - O cliente (público ou privado) tem poder para induzir a utilização de produtos oriundos do processamento de resíduos. Aquele que fizesse esta opção, poderia obter incentivos para financiamentos, facilidades de empréstimo para a construção, ou redução de impostos e taxas, como IPTU. Um exemplo pode ser a substituição do cascalho na base de pavimentação (pedestre e rodovias) por agregados reciclados a partir de resíduos classe A.

6.4.5.2. Fase de projeto – Participação do Arquiteto

- a) Padronizando e Racionalizando Edifícios Públicos – Todo e qualquer edifício público poderia seguir um critério de projeto que estabelecesse uma padronização e racionalização da construção permitindo maior flexibilidade à utilização dos edifícios e uma maior adaptabilidade diante de mudanças de funções.
- b) Critérios de especificação para Edifícios Públicos – Determinar especificação de materiais reciclados ou oriundos do processamento de resíduos sólidos de construção, na execução de obras públicas. Inicialmente, seriam incluídos apenas como base e sub-base para pavimentação e recuperação de relevos degradados por processo erosivo, bem como para obras de drenagem. À medida que os produtos reciclados fossem sendo desenvolvidos e comercializados, este universo se ampliaria.
- c) Programa de Premiação – Premiação de projetos de arquitetura que apliquem critérios de projetos que viabilizem ou potencializem a redução de geração de resíduo e a utilização de materiais reciclados oriundos do processamento dos resíduos sólidos da IC.

6.4.5.3. Fase de Construção

- a) Imposto sobre Produto - Considerando a realidade da IC, este instrumento teria aplicabilidade sobre produtos oriundos de recursos naturais escassos, ou em circunstâncias que a extração causa grande impacto no meio ambiente, como no caso da areia e do granito. Em relação ao objeto de estudo, as perdas excessivas de materiais oriundos da natureza como a areia, induzem à extração excessiva dos mesmos. De que maneira os custos desta extração excessiva nos leitos de rios, a qual provoca a insurgência do lençol freático nas áreas marginais e a destruição de dunas, pela extração clandestina no nordeste brasileiro, vão ser cobertos? Aparentemente, os agentes de extração de areia nada têm a ver com os agentes que usam o material no canteiro de obra, principalmente, no que diz respeito às responsabilidades específicas de cada atividade. No entanto, fazem parte de um todo e se um extrai em excesso é porque precisa vender àqueles que também gastam em excesso. Como dividir estas responsabilidades, de maneira que o meio ambiente não seja sacrificado, além do necessário, e os danos sejam reparados e (ou) minimizados? A aplicação deste instrumento pode ser um caminho.

6.4.5.4. Outros instrumentos

- a) Créditos para Reciclagem (bancos em programas em parceria com o setor público)- Considerando a realidade da IC, a aplicação deste instrumento é viável e positiva, pois trabalharia como um incentivo aos agentes recicladores, que no momento, estão com uma atuação limitada.

No entanto, a aplicação deste instrumento à realidade da IC, só seria viável após a implantação dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, estabelecidos pela Resolução 307 do CONAMA.

b) Proibição de Disposição em Aterro – Com base na experiência holandesa, a proibição de disposição em aterro é, sem dúvidas, um caminho ao incentivo e à organização da disposição de resíduos sólidos da IC. No entanto, depende-se da determinação de áreas de disposição específicas, que deveria entrar em vigor, após a implantação da Resolução 307 do CONAMA nos municípios e no Distrito Federal. c) Rotulagem Ambiental – Duas categorias de produtos da CPIC deveriam ser rotuladas: a) rotulagem de produtos compatíveis com as demandas ambientais, principalmente aqueles reciclados ou capazes de substituir produtos oriundos de fontes naturais finitas; b) rotulagem de materiais extraídos de recursos naturais finitos, com especificação do processo de extração, ou qualquer outra especificidade importante que caracterizem o impacto (ou sua minimização) deste produto no meio ambiente.

CONCLUSÃO

“(...).if man chooses oblivion, (...)he can go right on leaving his fate to his political leaders. If he chooses utopia, he must initiate an enourmous educational program, immediately, if not sooner” (BUCKMINSTER FULLER).

O ambiente construído é produto de três cadeias principais que interagem em um processo de produção complexo, dentro de uma cadeia produtiva maior. A cadeia produtiva da indústria da construção (CPIC), composta pelas cadeias de suprimento, processo e auxiliar, envolvem um grande número de recursos humanos, naturais e energéticos. Ela é responsável por oferecer à sociedade espaços físicos que suprem necessidades de moradia, saúde, educação, indústria e infra-estruturas urbanas. Ao longo de todo o processo de materialização de seus principais produtos (edificações e obras de infra-estrutura) resíduos e despejos, tóxicos e não-tóxicos, são devolvidos à natureza, muitas vezes sem nenhum critério ou responsabilidade. Por outro lado, a contribuição da CPIC para o desenvolvimento econômico e social (principalmente em países em desenvolvimento) é indispensável e indiscutível.

No que diz respeito à cadeia de processo, esta emprega um contingente humano carente de informação, com uma capacidade de concentração fragilizada. As exceções a este padrão são eventos que chegam a emocionar.

O paradigma tecnológico vigente nesta cadeia adota, ainda, a lógica que insiste em desconhecer seus impactos no meio ambiente e assume que os recursos naturais, que usa e o meio ambiente onde deposita seus resíduos, fazem parte da infinita riqueza doada pela natureza. Entretanto, este trabalho foi um veículo para evidenciar que o contexto no âmbito das empresas construtoras, apresenta-se propício a perceber a necessidade de mudanças e, sobretudo, a aceitar e implementá-las.

Os impactos causados pela CPIC inserem-se em um contexto complexo, com um grande número de variáveis interdependentes. A análise desses impactos (mesmo dependendo de dados mais precisos) confirmou que não há mais tempo para passos lentos e curtos. Há sim, a necessidade de detalhar, quantificar e qualificar, com maior precisão, os recursos naturais e a energia que vem sendo utilizados e os poluentes que vêm sendo depositados no meio ambiente por esta cadeia.

Quanto são prejudicados pela negligência com relação aos resíduos oriundos de processos construtivos? Quanto adoecem por causa dos chamados *entulhos* que são depositados sem qualquer critério ou cuidado no ambiente?

O certo é que, encontrar entulhos da construção civil depositados às margens de córregos e rodovias é um fato cada vez mais corriqueiro. Uma vez depositados no meio ambiente, estes entulhos passam a atrair roedores e passam a atuar como vetor da leptospirose e da hantavirose. No Distrito Federal, segundo os dados da Vigilância Epidemiológica, entre 2000 e 2004 registrou-se 136 casos de leptospirose, e 184 casos de incidência de agressão por rato (incidência/100.000hab).

A identificação desses impactos torna-se tão complexa quanto a busca de caminhos para sua minimização. Esta procura por uma solução, trabalhou, inclusive, como estímulo para cumprir com o objetivo maior desta tese, ou seja, contribuir para a mudança do paradigma tecnológico da CPIC, por meio do exercício de um modelo que introduza um exemplo de absorção de uma tecnologia sustentável por esta Cadeia.

Este exemplo foi desenvolvido tendo como base a situação dos resíduos sólidos oriundos de construção e demolição – RSCD e é fruto do desenvolvimento de um modelo de gestão para estes resíduos.

A complexidade do objeto de estudo exigiu a priorização de um dos impactos, que passou, inclusive, a atuar como plataforma de referência para outras experiências. O que se procurou foi a introdução de procedimentos e tecnologias que viessem a contribuir para a mudança do paradigma atualmente adotado pela CPIC, principalmente tendo por objetivo a ampliação da sustentabilidade da Cadeia.

De outro lado, a necessidade de priorizar um dos impactos teve também por motivo, o curto espaço de tempo disponível para a realização de uma dissertação de doutorado. Ao priorizar assumiu-se um universo menor, portanto mais viável de ser trabalhado no período de tempo disponível.

A análise dos impactos foi feita a partir de uma varredura nos diferentes estágios de produção da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção Civil, de forma a identificar, para cada um deles, quais os impactos mais relevantes. Este exercício apontou que um dos impactos ambientais mais relevantes da CPIC é aquele resultante dos resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras.

Apesar de a falta de dados dificultar conclusões definitivas, o exercício de varrer os impactos da CPIC revelou uma realidade que justifica a necessidade e a urgência de procedimentos e práticas que venham produzir mudanças do paradigma tecnológico vigente nesta cadeia. Os resíduos não podem e não devem mais continuar sendo negligenciados por agentes que tem condições de contribuir para sua gestão adequada. O paradigma que aceita que resíduos sólidos oriundos de construções e demolições sejam tratados como *lixo* precisa ser mudado.

A mudança dos procedimentos e tecnologias, que vêm sendo utilizadas pela CPIC, requer um exercício de aprendizado quanto a diferentes maneiras de se produzir o ambiente construído, dando início a um percurso diferente às decisões ao projetar, construir e utilizar o que se constrói. Envolve princípios e conceitos norteadores da arquitetura e urbanismo sustentável e de um processo construtivo eficiente e de qualidade.

Qualidade aqui exige que se incorpore a aplicação de materiais, assumindo que sua extração e produção se fundamentem nos princípios da gerência integrada do seu ciclo de vida. O que significa que no processo de produção desses materiais deve-se usar o mínimo de energia e o mínimo de despejo de poluentes no meio ambiente. Conseqüentemente, trata-se de materiais que são extraídos e (ou) processados, aplicados e demolidos, com a preocupação constante de que cada fase de seu ciclo de vida não causará impacto negativo no meio ambiente, no sistema social e no econômico. Além de permanecer útil e com qualidade, o máximo de tempo possível. Assume-se um ciclo contínuo de reciclagem, já que na aplicação de matérias-primas, resíduos são gerados e quando tratados adequadamente tornam-se matéria-prima para outros processos produtivos, como demonstrado pelos projetos-pilotos estudados nesta Tese.

A qualidade deve incorporar em seus componentes a busca de tecnologia que permita que edifícios e obras de infra-estrutura sejam produzidos e aprovados (por órgãos públicos e concessionárias pertinentes) de maneira que cada insumo seja utilizado, de acordo com os princípios da sustentabilidade e durabilidade. A sustentabilidade refere-se a características gerais do material, elemento ou componente, que significa de que maneira este responde aos requisitos de não-poluição do ar, solo, água e impacto negativo no meio ambiente em geral. Durabilidade significa que o material atende especificações químicas, físicas e mecânicas, por um período, sem reverter qualquer uma dessas especificações.

Esta abordagem tem suas raízes na experiência holandesa, particularmente no trabalho de pesquisa de Hendriks (2000) e aponta para um processo de aprendizagem que se fundamenta, prioritariamente, na minimização de cargas no meio ambiente e na gerência integrada de ciclos e desempenho sustentável dos materiais, elementos ou componentes construtivos.

A análise do processo de mudança do paradigma tecnológico de uma cadeia tão complexa que envolve um processo de produção também complexo é um desafio que obriga recorrer à teoria que busca entender como que mudanças ocorrem.

Mudança passou a ser vista como uma característica natural da vida, especificamente após o século dezesseis, quando mentes como Malthus, Newton e Darwin estavam preocupadas com seu

dinamismo e mecanismos, cada um dentro do seu próprio contexto. Tal legado mostrou que se estamos preocupados com *mudanças* devemos assumir movimento, portanto devemos assumir *força e estímulo*. O entendimento deste fato oferece a oportunidade de detectar “as condições necessárias” para que mudanças ocorram e conseqüentemente detectar quais os fatores são responsáveis pela sua emergência.

Aqueles que buscam compreender o processo de mudança têm sido levados a perguntar *como mudanças ocorrem?* Em outras palavras, quais são as forças que colocam este processo em movimento e o mantêm em constante movimento? Quais os vetores de influência que move a evolução tecnológica das indústrias e a sua busca de inovações? E quais os vetores devem ser enfatizados e fortalecidos se esta mudança é direcionada para a introdução da sustentabilidade em uma cadeia como a CPIC?

A teoria da inovação e os vetores identificados como responsáveis pela emergência de inovações ofereceram um ponto de partida. O conceito de paradigma tecnológico com base em Dosi (1988), os conceitos de sistema nacional de inovação elaborado pelos novos schumpeterianos (LUNDVAL; FREEMAN; 1999,1994) e o conceito de sistema nacional de aprendizado defendido por Viotti (1997) permitiram identificar a estreita relação da importância do processo contínuo de aprendizagem e a mudança tecnológica.

Segundo os novos schumpeterianos e Viotti mudanças tecnológicas estão diretamente ligadas aos sistemas nacionais de inovação (SNI) e de aprendizado (SNA), os quais precisam estar fortalecidos para que se aprenda e adquira capacidade de introduzir melhorias incrementais e inovações. Propiciando assim a evolução dos conhecimentos, experiências e exemplos, que para Dosi (1988) constituem o paradigma tecnológico. O conceito de inovações aqui se aproxima de melhorias incrementais justificado por se tratar de uma cadeia não habituada a gerar inovações principalmente no que se refere a inovações que minimizem seus impactos no meio ambiente.

O conceito de SNA foi elaborado com base no conceito de sistema nacional de inovação - SNI. Este último implica na integração de instituições e instrumentos estruturados e trabalhados no sentido de suprir deficiências e fortalecer capacidades de inovação de indústrias.

Já o SNA aplica-se a contextos habituados a dependerem passivamente de conhecimentos e exemplos desenvolvidos externamente às suas realidades, como é característico de países em desenvolvimento. Conseqüentemente sua ênfase é na melhoria da capacidade de indústrias de aprender e expandir o conhecimento adquirido. O fortalecimento do sistema de aprendizado de cadeias produtivas requer que sua mão-de-obra e seus profissionais sejam capacitados para

absorver conhecimentos e expandi-los no desenvolvimento de melhorias incrementais. Faz-se necessário, portanto, que não apenas haja treinamento desta força de trabalho, mas que haja exemplos adquiridos de experiências bem sucedidas já realizadas e que possam ser disseminadas.

Essas teorias e conceitos permitiram identificar um conjunto de requisitos necessários para a emergência de inovações ou mudanças tecnológicas, particularmente tratando-se de tecnologias sustentáveis. Esses requisitos uma vez combinados constituem componentes de um ambiente favorável e necessário para a emergência de inovações ou para o fortalecimento do processo de mudança tecnológica. Envolvem: a integração de instituições privadas, públicas e de pesquisa; o compartilhamento de responsabilidades, ações, recursos, objetivos, valores e missões; e uma combinação de instrumentos legais e econômicos.

Por se tratar de inovações que minimizam os impactos causados pela CPIC no meio ambiente, os instrumentos de gestão ambiental passam a ter um papel preponderante, como vetores capazes de definir comportamentos, seja por exigência legal, por incentivos econômicos, por multas ou por meio de educação ambiental ou por imposição do próprio mercado.

A complexidade da CPIC, somada à complexidade da análise do seu processo de inovação, em conjunto com o objetivo de introduzir mudanças, resultou em uma equação com variáveis complexas. A meta passou a ser um exercício prático que permitisse desenhar um caminho, um exemplo capaz de produzir conhecimento e experiência introduzindo, a alguns agentes da CPIC, uma trajetória tecnológica de acordo com a sustentabilidade do meio ambiente.

A complexidade desta equação compara-se à complexidade de seres vivos e naturalmente levou à aplicação de conceitos do pensamento sistêmico. Seu potencial de permitir integrar um grande número de variáveis em contextos complexos, como os de seres vivos, por exemplo, a torna uma ferramenta flexível e eficiente na compreensão de sistemas sociais e organizacionais complexos como é o caso da CPIC.

Os conceitos fundamentais para a analogia estavam postos: a CPIC passou a ser vista como um organismo que deveria aprender uma nova maneira de gerenciar os resíduos produzidos pelas células construtoras. Um organismo com potencial de atuar em um ecossistema equilibradamente desde que suas células se conscientizem que podem e devem tratar seus resíduos como matéria-prima para outros processos de produção. Nas palavras de Capra, Victor Papanek e Satish Kumar (professores do Schumacher College, Devon-Inglaterra), desde que se alfabetizem ecologicamente.

A caracterização da CPIC como um sistema vivo de acordo com os princípios colocados por Capra (2002) exigiu sua caracterização como uma rede, com uma estrutura específica, um processo

definido e planejado e um significado comum (este último aplicado particularmente a organizações humanas). Como sistema vivo, reconhece-se que está aberto a contínua interação com o seu meio, portanto em constante processo de reação e passível de mutação. Mesmo que seja por meio da aplicação dos princípios ou metodologias da engenharia genética.

A partir do momento que foi identificada a mutação a ser realizada, ou seja, fazer com que a gestão de resíduos sólidos oriundos de processos construtivos fosse exercitada, foi possível detectar quais as células que deveriam sofrer as mutações. E passou-se a trabalhar no planejamento e realização da experiência.

Com a rede estruturada e o processo de implantação da mutação definido passou-se a trabalhar na construção do ambiente necessário, no meio apropriado para realização da experiência. Os vetores de influência estudados com base nos conceitos do SNI e SNA e instrumentos de gestão ambiental permitiram identificar que se fazia necessário fortalecer o aprendizado ecológico por parte de cada célula. Ao mesmo tempo em que os arranjos institucionais e a consolidação do projeto dentro das instituições participantes da rede eram indispensáveis para o sucesso dos projetos-pilotos. Sem instituições consolidadas, sérias, maduras é impossível atingir o sucesso em experiências desta natureza.

Os vetores identificados passaram a trabalhar como ferramentas, que em conjunto com o pensamento sistêmico, foi possível o desenho de uma metáfora. Este desenho estabeleceu as etapas a serem percorridas, permitindo o planejamento da experiência na prática. Primeiro foi preciso conscientizar cada célula pertinente ao projeto com relação aos impactos causados pelos resíduos oriundos do processo construtivo. Segundo, identificar o papel e a responsabilidade de cada célula. Terceiro, demonstrar a importância de compartilhar responsabilidades e recursos entre as células. Quarto, estruturar as células de maneira a permitir que trabalhassem em conjunto. Quinto disponibilizar metodologias e sistemas para absorver os resultados de aplicação da metodologia de gestão de resíduos em canteiros de obra. Sexto, dar continuidade às ações já iniciadas dando prosseguimento ao fortalecimento do processo como um todo.

Enxergar a CPIC, como um organismo vivo, potencializou a integração e o compartilhamento de agentes, instrumentos e objetivos, ao mesmo tempo em que permitiu apreender seu processo cognitivo.

Esta cadeia complexa que às vezes parece relutante a mudar talvez esteja muito mais pronta para absorver mudanças e muito mais preparada para testá-las que possa de fato se apreender. E as células que a compõe refletem esta realidade. A montagem dos pilotos e sua implantação e os

resultados que foram sendo obtidos e consolidados só foram possíveis porque se estruturou uma rede. Houve a oportunidade e possibilidade de montar e estruturar uma rede composta de células. Do setor produtivo os SINDUSCONS e empresas construtoras (institucional, portanto com capacidade de coordenação); do setor público, a Prefeitura de Goiânia; e do setor de pesquisa, como Universidades (UnB e UFG) e centro de pesquisa de Furnas Centrais Elétricas e Terceiro Setor.

Sem dúvida, só foi possível consolidar esta rede porque as células, de certa maneira, já estavam propícias a realizarem mutações, mudanças e respostas a um dos mais sérios problemas enfrentados pela gestão urbana: os resíduos sólidos oriundos de construções. Os objetivos das células participantes refletiram isso claramente. Assim como, já estavam preparadas a compartilhar responsabilidades e trabalharem em rede. Em Brasília, onde não foi possível fazer com que a rede se consolidasse, não foi possível obter os mesmos resultados que em Goiânia. Faltaram os arranjos institucionais que assegurassem a permanência de estruturas *saudáveis* da rede. Instituições novas, ou que tendem a agir apenas pelos interesses próprios, subjugando a rede, enfraquecem o processo.

Os arranjos institucionais trabalham como instrumentos de estruturação da rede. Funcionam como suporte para assegurar seu pleno desenvolvimento. São instrumentos de documentação feitos por meio de planos de trabalhos, contendo: objetivos, metas, responsabilidades, recursos, produtos, e cronogramas. O que é acordado é oficializado por meio de Convênios ou Acordos de Cooperação Técnica, onde cada instituição contribui cumprindo uma função. O processo é documentado utilizando os Relatórios de Reuniões, que são as atas que registram as ações, os resultados, os posicionamentos e são instrumentos indispensáveis no monitoramento de avaliação de cada etapa. O processo de sobrevivência desta rede depende desta estrutura.

Mas o sucesso da sobrevivência da rede depende dos significados que passam a permear todos os seus níveis, e passa a funcionar como um fio condutor no processo de interação das partes constituintes da rede. Estes significados tem suas raízes nas crenças, nos objetivos, nos valores e nas necessidades.

Os projetos-pilotos permitiram identificar alguns requisitos e fatores a serem cumpridos por experiências similares, para que possam ter mais chances ao sucesso:

- O potencial das parcerias como meio de viabilizar o funcionamento de complexos sistemas sociais e organizacionais compondo redes com objetivos específicos.

- A capacidade da rede de economizar aplicação de recursos e distribuir esforços canalizados para o fortalecimento da concretização de objetivos.
- A importância de consolidar significados comuns aos agentes da rede. Como por exemplo: faz-se necessário conscientizar cada agente da cadeia produtiva da indústria da construção da urgência da conscientização ambiental. Esta conscientização permite identificar impactos, responsabilidades e meios de integração.
- A força dos instrumentos legais que pressionam a mudança do comportamento.
- O peso da escolha dos clientes na decisão das empresas construtoras do produto a ser produzido e do seu processo de produção. Até que ponto esta força não pode ser aplicada por grupos de clientes sendo canalizada para cumprir metas preestabelecidas?
- O papel da mídia na disseminação e monitoramento de resultados.
- A importância de disponibilizar metodologias práticas para introdução de novos paradigmas viabilizando acelerar mudanças. Já que quem aprende absorve capacidade para mudar.
- O reconhecimento da dimensão político-institucional como ponto crítico da sustentabilidade.

Os resultados obtidos com a participação desta pesquisa demonstram que é possível contribuir para a solução de problemas se aplicarmos dois ditados muito antigos: “a união faz a força” e “se pensas no longo prazo educa o povo”. Desde que inseridos em uma estrutura e processos planejados.

Todas as instituições participantes consolidaram resultados dentro de seus processos internos, fortalecendo seus conhecimentos e aprendizados o que, de acordo com Dosi (1988), são requisitos para a que processos de mudanças possam ser colocados em movimento.

O processo de mudança requer, portanto, um método analítico que permita não apenas entender a interdependência de todas as mudanças, mas ao mesmo tempo unificar os fatores que atuam sobre este processo influenciando seus passos e sua direção. Uma vez essas forças tenham sido identificadas, faz-se necessário exercitá-las na prática estabelecendo referências e fortalecendo o processo de aprendizado para que mais aprendizados possam acontecer no contínuo movimento natural da evolução sempre em busca de melhorias.

Que os esforços investidos na realização dos exemplos apresentados nesta Tese possam de fato contribuir para a introdução da sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção!

SUGESTÕES

Sugestões de ações e projetos a serem fortalecidos, desenvolvidos, e(ou) implantados a partir dos resultados obtidos por esta tese e da experiência de aplicação do modelo proposto na prática.

1) Programas e projetos a serem desenvolvidos em conjunto com o Setor Produtivo:

- Programa de Gestão de Materiais – fortalecimento do desenvolvimento e implantação de todas as etapas do PGM, por meio dos pilotos 2 e 3. Particularmente, a realização de análises de ciclos de vida de produtos utilizados na IC a partir de projetos pilotos estruturados de acordo com a metodologia defendida por esta tese, ou seja, com o envolvimento de agentes relevantes.
- Análise de matrizes de impacto das várias fases do ciclo de vida de uma construção civil, consolidada a partir dos dados obtidos com o PGM.
- Fortalecimento do sistema de aprendizado de cada célula, visando fortalecer a alfabetização ecológica de participantes da CPIC, por meio de programas e projetos específicos.
- Aproximação e integração dos setores envolvidos no processo de produção da CPIC.
- Consolidação de um banco de dados da indústria da construção estruturado de maneira a ser consolidado por região com a participação do setor produtivo, setor público e universidades.

2) Projetos de pesquisa a serem coordenados pela UNB

- Criação de um laboratório de estudos da construção sustentável na região centro-oeste, que deverá trabalhar como uma célula coordenadora na estruturação de redes e coordenação de seu processo, visando fortalecer um paradigma tecnológico sustentável a caminho de uma trajetória tecnológica sustentável. Em primeiro lugar deverá integrar as células dentro da Universidade de Brasília, em segundo lugar dentro do setor público e em terceiro lugar dentro do setor produtivo, tanto ligado à produção quanto ao institucional.
- Fortalecimento de pesquisas na aplicação de novos materiais, sistemas construtivos e soluções de projeto, dentro do canteiro experimental da

FAU/UnB, e em projetos desenvolvidos em conjunto com outros centros de pesquisa, particularmente da região centro-oeste.

- Formação de um grupo de pesquisa integrando pesquisadores do Centro de Desenvolvimento Sustentável e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, com pesquisas práticas na área da sustentabilidade da cadeia produtiva da indústria da construção.

3) Ações de fortalecimento de Políticas públicas

- Aproximação e integração de agentes públicos políticos ligados ao senado, câmara dos deputados federais, e câmara legislativa local, visando desenvolver instrumentos legais que venham fortalecer as ações dos projetos colocados em prática.
- Proposta de Resoluções e legislação que visem regular e regulamentar comportamento de atores atuantes em processos de produção da CPIC visando a consolidação de um paradigma tecnológico sustentável.

BIBLIOGRAFIA

- ADVISORY COUNCIL ON SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Expert panel on the commercialisation of University Research**: Reaping the Benefits. Report. Ottawa, 1999.
- AGOPYAN, V. & JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos da construção**. Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.
- ALBERTS, B. et al. **Molecular biology of the cell**. 3^a ed. New York. EUA. Garland Publishing, Inc. 1994.
- ALMEIDA, L.T. **Política ambiental: uma análise econômica**. Fundação Editora Unesp. São Paulo: Papirus, 1998.
- ANDION, C. **Análise de redes e desenvolvimento local sustentável**. Revista de Administração Pública, v. 37, p.1033-1054. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, set/out 2003.
- ANDRADE, W.P. **Concretos**. Massa, estrutural, projetado e compactado com rolo: ensaios e propriedades. Equipe de Furnas, Laboratório de Concreto; Departamento de Apoio e Controle Técnico; editor Walton Pacelli de Andrade. São Paulo: Pini, 1997.
- ANGULO, S. C. **Produção de concretos com agregados reciclados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Departamento de Construção Civil. Universidade Estadual de Londrina.
- ARCHITECTURAL DESIGN. England: Academy Group Ltd. v. especial: **The architecture of ecology**. 1997.
- BARTHOLO, R. J. **Os Labirintos do silêncio**: cosmovisão e tecnologia na modernidade. Rio de Janeiro: Editora Marco Zero/Coppe/UFRJ, 1986.
- BLUMENSCHIN, R. **Three studies of innovation in the construction industry**. 1989. 66f. Dissertação (Mestrado em Economia e Administração Aplicadas à Indústria da Construção). Bartlett School of Architecture and Planning. University College London.
- BODI, J. Experiência brasileira com entulho reciclado na pavimentação. In: Reciclagem na construção civil, alternativa econômica para proteção ambiental, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1997. 76 p. p. 56-59.
- BOWLEY, M. **The british building industry**: four studies in response and resistance to change. Cambridge: University Press, 1966.
- BRANCO, S. M.. **Ecologia da cidade**. São Paulo: Moderna, 2000. 56 p.
- BROWN, D. **What makes firms innovative**. Arthur. D. Little, Cambridge, UK, private communication.
- BURSZTYN, M.. A. A. **Gestão ambiental**: instrumentos e práticas. Brasília: IBAMA, 1994.
- BURSZTYN, M. “Estado e meio ambiente no Brasil” In Ibama e Enap, **Para pensar o desenvolvimento sustentável**. Brasília:, Editora Brasiliense, 1993.
- BURSZTYN, M. “Armadilhas do progresso: contradições entre economia e ecologia”. In **Sociedade e Estado**, v. X, n.1. Departamento de Sociologia da Universidade de Brasília. Brasília, Jan/Jun 1995.
- BURSZTYN, M. “Gestão Ambiental e Crise do Estado no Brasil”. In: **Treinamento operacional das equipes de gerenciamento costeiro**. Coletânea de textos. MMA/PNMA. Brasília, 1994.
- CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo: Humanistas Publicações FFLCH/USP, 1997.

- CAMPOS, L. B. & CORRÊA, G. A. **Comércio e Meio Ambiente: Atuação Diplomática Brasileira em Relação ao Selo Verde**. Brasília: Instituto Rio Branco; Fundação Alexandre Gusmão; Centro de Estudos Estratégicos, 1998.
- CARNEIRO, A. P. et al. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.
- CARRIERI, A. P. O meio ambiente: discurso consistente ou prática vazia? Uma reflexão sobre os discursos ambientais, a teoria organizacional e o caso brasileiro. **Revista de Administração Pública**. Vol. 37. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2003, pp.1209-1231.
- CAPRA, F. **As conexões ocultas**. São Paulo: Editora Cultrix. 2002. 296p.
- CAPRA, F.A. **A teia da vida**. São Paulo.Cultrix. 1996. 256p.
- CAIRNCROSS, F. **Ecologia S.A.: Como ganhar dinheiro sin destrozar el Médio Ambiente**. Colección Economía Ecología. Madrid: Ecoespaña, 1996.
- CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). **Relatório 2001/2002**: Banco de Dados CBIC. 2002. 135p. Comissão de Economia e Estatística/CEE. Belo Horizonte.
- CIB – Report 237. **Agenda 21 para a construção sustentável**.Tradução do Relatório: trad. p. I. Gonçalves, T. Whitaker, São Paulo: Escola Politécnica da USP, Novembro, 2000.
- CLEMEN, R.T. **Making hard decisions** (An Introduction to Decision Analysis). California: Duxbury Press, 1990.
- CHERMONT, L.S. & MOTTA, R.S. **Aspectos econômicos da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Texto para discussão 416, Rio de Janeiro: IPEA, 1996.
- CNI. **A indústria e o Brasil**: Uma agenda para o crescimento. Brasília, 2002, 150p.
- COELHO, E.J. **Sistema de aproveitamento de lixo urbano**: uma avaliação sócio-econômica. 1994. Dissertação (Mestrado em Economia Rural), Faculdade de Economia, Universidade Federal de Viçosa.Viçosa.
- COMMONER, B. “The Closing Circle”. In: Nelissen et al., **Classics environmental studies** (An Overview of Classic Texts in Environmental Studies). Netherlands: International Books, 1997.
- COLE, R. et al. **Buildings and the environment**. in: Proceedings of the International Research Workshop, Cambridge, September 1992.
- COMISSÃO EUROPÉIA. **Livro verde sobre a inovação**. Boletim da União Européia, Suplemento 5/95, Luxemburgo, 1996.
- COMURG (Companhia de Urbanização de Goiânia). **Relatório anual de atividades de 2001**. Goiânia: Prefeitura de Goiânia., 2001.
- COOPER, R.G. **Product leadership: creating and launching superior new products**. USA: Addison-Wesley, 1998.
- CORRÊA, R. S. & MELO FILHO, B. **Ecologia e recuperação de áreas degradadas no Cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. 178 p.
- DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) **Sumário Mineral 2000**. Brasília: MME, 2000.
- DOSI, G. et al. **Technical change and economic theory**. Great Britain: Pinter Publishers, 1988, 641p.
- EGLER, P. **Avaliação ambiental estratégica**. Texto didático, não publicado, 2000.

- EHRlich, P. "The Population Bomb", In: Nelissen et al. **Classics, environmental studies** (An Overview of Classic Texts in Environmental Studies), Netherlands: International Books, 1997.
- EUROPEAN COMMISSION. **Construction and demolition waste management**. Working Group: Sustainable Construction; Task Group 3: waste management. Brussels, 2000.
- FAPESP. Inovação tecnológica. Suplemento Especial. **Revista Pesquisa Fapesp**, Nº 69. São Paulo. 2001.
- FIORINO, D.J. **Making environmental policy**. London: University of California Press, 1995.
- FINE, B. **Marx's capital**. 2^a ed. London: Macmillan Education, 1984.
- FINEP. Seminário Internacional sobre: Estratégias de Modernização da Construção Civil (Qualidade na cadeia produtiva). **Anais...** São Paulo: Finep, 1994, 79p.
- FINEP. **Projeto Inovar: Ações e Resultados**. Brasília, 2001.
- FINEP. **Relatório de Atividades 2000**. Brasília, 2001.
- FORMOSO, C. T. & INO, A. Inovação, gestão da qualidade & produtividade e disseminação do conhecimento na construção habitacional. **Coletânea Habitare**, Vol. 2. Porto Alegre: ANTAC, 2003, 477p.
- FREEMAN, C. & LUNDVALL, B.A. **Small countries facing the technological revolution**. London. Great Britain: Pinter Publishers Limited, 1988.
- FREEMAN, C. **The economics of technical change**. Cambridge Journal of Economics. England, v. 18, p463-514, 1994.
- FREEMAN, C. **The national system of innovation in historical perspective**. Cambridge Journal of Economics. England, v. 19, n.1, p. 5-22, feb 1995.
- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. Pesquisa de Aplicação de Resíduos Sólidos da Construção. Relatório DCT.02.016.2004-R0. Goiás, 2004.
- FURTADO, C. **O Mito do desenvolvimento econômico**. 2ed., São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- FURTADO, C. **Introdução ao desenvolvimento: Enfoque Histórico-Estrutural**. 3 ed. São Paulo: Paz e Terra, 2000
- GIMA. **Guia de indicadores e métodos ambientais**. Curitiba, Março 1995, IAP-GTZ.
- GROAK, S. & IVE, G. **Economics and technological change: some implications for the building industry**. Great Britain: Habitat Intl., vol. 10, nº 4, pp.115-132.1986.
- HAMASSAKI, L. T. et al. Uso do entulho como agregado para argamassas de alvenaria. In: Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção, 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996. 161 p. p. 109-117.
- HAWKEN, P. et. al. **Capitalismo natural**. São Paulo: Cultrix. 1999.
- HEIJUNGS, R. **Environmental life cycle assessment of products**. Centre of Environmental Science (CML), Leiden, 1992, 96pp.
- HENDRIKS, CH. F. & PIETERSEN, H.S. **Sustainable raw materials: construction and demolition waste**. Report 22. France: RILEM: Publications s.a.r.l., 2000.
- HENDRIKS, CH. F. **The building cycle**. The Netherlands: Aeneas Technical Publishers, 2000.
- HENDRIKS, CH. F. **Durable and sustainable construction materials**. The Netherlands: Aeneas Technical Publishers,. 2000.

- HILLEBRANDT, P. M. **Analysis of the British construction industry**. Great Britain MacMillan, London. 1984.
- HILLEBRANDT, P. M. **Economic theory and the construction industry**. 2 ed. Great Britain: MacMillan, London. 1985.
- HOBBSAWM, E. J. **A era das revoluções: Europa 1789-1848** (Capítulos 1 e 2), 12 ed, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1977.
- IBAMA. **Comercialização de produtos madeireiros da Amazônia**. Brasília: Edições IBAMA, 2002.
- IEL (Instituto Euvaldo Lodi-DF). **Perfil das indústrias da construção civil do Distrito Federal**. 2003. 77p. Relatório Pesquisa. Promoção Sinduscon-DF. Brasília.
- IDHEA. **Materiais ecológicos e de baixo impacto ambiental para arquitetura e construção civil** (1ª parte). Notas de curso. São Paulo, 2003.
- INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING CONSTRUCTION -UK TG 35 TEAM. **Innovation in the british construction industry** (The role of public policy instruments). Summary for BRI article. England, 2000.
- IPT et al. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. São Paulo, 2003.
- IPT/CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT, 2000. 360 p.
- ISO STANDARD 14040. **Environmental management: life cycle assessment-principles and framework**. Final Draft, 1997.
- IVE, G. & GROAK, S.; **Economics and Technological Change: Some implications for the study of the building industry**. Habitat Intl., vol.10, n.4, pp.115-132, Great Britain, 1986.
- JASSEN, R.; NIJKAMP, P.; VOOGD, H. **Environmental policy analysis: Which method for which problem?** In Revue d'Economie Régionale et Urbaine, n.5, 1984.
- JATOBÁ, S.U. **Gestão ambiental urbana: da reflexão global à ação local**. 2000. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília.
- JOHN, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção, 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PCC - USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996. 161 p. p. 21-30.
- JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 102p. Tese (Título de Livre Docência). Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- KAST, F.F. & ROSENZWEIG, J.E. **Organization & Management**. 4ª ed. Singapore. McGraw-Hill Books, 720p., 1985.
- KEOLEIAN, G. et al. **Industrial ecology of the automobile: A Life Cycle Perspective**; Society of Automotive Engineers, Inc., USA, 1997.
- KINGDON, J.W. **Agendas, alternatives, and public policies**. Boston: Little, Brown and Company, 240p, 1984.
- LEFF, E. **Saber ambiental**. 2 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 343p, 2001.
- LEHWING, M. L. A construção do desenvolvimento social. **Revista Especial 80 anos SINDUSCON-RIO**, Rio de Janeiro: PINI, Agosto 1999, p 44.

- LEMOS, C. Inovação na era do conhecimento. **Parcerias estratégicas**, Brasília, n.8, p. 157-179, maio, 2000.
- LONG, B. L. **International environmental issues and the OECD 1950-2000**. OECD, 2000.
- LUNDVALL, B & CHRISTENSEN, J.L. **Extending and deepening the analysis of innovation systems** with empirical illustration from the DISKO-project. Denmark: Aalborg University, 1999.
- MARSILI, O. The anatomy and evolution industry: technological change and industrial dynamics. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, 213-221, jan/jun 2003.
- MAWAKDIYE, A. Brasil perde feio. **Revista Construção**, Minas/Centro Sul, Editora Pini Nº 263, p. 48, setembro 1998.
- McCORMICK, J. **Rumo ao paraíso, a história do movimento ambientalista**. Rio de Janeiro:Relume-Dumará, 1992.
- MELHADO, S. B. & VIOLANI, M. A. F. **A qualidade na construção civil e o projeto de edifício**. Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP, São Paulo. 1992.
- MÉLO FILHO, B. **O valor econômico e social do lixo de Brasília**. 2002. 91f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.
- MESEGUER, A. **Controle e garantia da qualidade na construção**. São Paulo: Sinduscon, Projeto/PW, 1991,179p.
- MIHALIK, J. A. Valor legal. **Revista Construção**, n. 2655. São Paulo: Editora Pini., dezembro 1998.
- MILLER, R. et al. **Innovation in complex systems industries**: The case of flight simulation. industrial and corporate change, London,, v.7, p.311-346, 1995.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Necessidades de ações de desenvolvimento tecnológico** da produção da construção civil e da construção habitacional. 2000. 6p. Documento síntese do workshop sobre desenvolvimento tecnológico em 31/10/2000 na ABCP. São Paulo
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Substituição de importações de materiais da indústria da construção**. Brasília, 2003, 174p.
- _____. **Fórum de competitividade: diálogo para o desenvolvimento**. 2002. 17p. Documento Básico. Brasília.
- _____. Fórum de Competitividade: diálogo para o desenvolvimento. **Relatório de resultados**: cadeia produtiva da indústria da construção. 2002. 29p. Brasília.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE IBAMA. **Avaliação de impacto ambiental: agentes sociais, procedimentos e ferramentas**. 1995. Brasília.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, IBAMA, CONSÓRCIO CDS/UnB – ABIPTI. **Ciência e tecnologia para desenvolvimento sustentável**: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira. Projeto BRA/94/016. Brasília , 2000.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE /ABC. **Ciência, tecnologia e inovação: desafio para a sociedade brasileira. Livro Verde**. Coords. Cylon Gonçalves da Silva e Lucia Carvalho Pinto de Melo. Brasília, 2001.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Diretrizes ambientais para o setor mineral**. 1997. 56p. Projeto BRA/94/016. Brasília, 1997.

- MINTO, M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329f. Tese (Doutorado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- MONTEIRO, J.H.P. et. al. **Manual de gerenciamento de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
- MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- MOTTA, R. S. **Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe**: Lições e Recomendações. IPEA .Texto para discussão 440, Rio de Janeiro, 1996.
- MOTTA, R. S. **Desafios ambientais da economia brasileira**. IPEA. Texto para discussão 509. Rio de Janeiro, 1997.
- MOTA, J. A. **Desejos ilimitados e escassez de recursos**. Texto não publicado.
- MOTTA, R. S. & SAYAGO, D. E. **Propostas de instrumentos econômicos ambientais para a redução do lixo urbano e o reaproveitamento de sucatas no Brasil**. IPEA .Texto para discussão n. 608. Rio de Janeiro:, 1998, 53 p. .
- MULLER, C.C. Economia, entropia e sustentabilidade: abordagem e visões de futuro da economia da sobrevivência. **Estudos econômicos**. Instituto de Pesquisa Econômicas – USP, São Paulo, v.29, n.4, p; 514-549, 1999.
- NELISSEN, N. et. al. **Classics in environmental studies**: An overview of classics texts in environmental studies. The Netherlands: International Books, 1997.
- NELSON, R. R. **National innovation systems: a comparative analysis**. EUA. New York: Oxford University Press, 1993. 541p.
- NELSON, R.R. **Understanding technical change as an evolutionary process**. Lectures in Economics, v.8. Columbia University. The Netherlands: North-Holland, 1987, 125p.
- ODUM, E.P. **Ecology**. 2 ed. Japan: Holt Saunders International Editions, 1985.
- OECD. **The knowledge based economy**. Paris, 1996.
- OECD. **Science, technology and industry outlook**. Paris, 2000.
- OECD. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. **Oslo manual**. Paris, 1997.
- OECD. **National innovation system**. Paris, 1997b.
- OECD. **Technology and the economy: the key relationships**. Paris, 1992.
- OECD. Core set of indicators for environmental performance reviews. **Environment monographs**, n. 83. Paris, 1993.
- OLD, R. W. & PRIMROSE, S. B. **Principles of gene manipulation**. 3 ed. Great Britain: Blackwell Scientific Publications, 1985.
- OLIVEIRA, J. C. et al. “Estudo da retenção de poluentes veiculados por lixiviados de aterros sanitários em solos argilosos”. In: PROSAB, **Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades**. Coletânea de trabalhos técnicos. 92p., 77-92. Florianópolis, SC, 2002.
- PARTIDÁRIO, M. R. & THÉRIVAL, R. **Lições da prática da avaliação ambiental estratégica**, texto não publicado.
- PAPANEK, V. **Design for the real world**. 1^a. ed. New York: Pantheon Books, 1971. 339p.

- PBQP-H. **Programa brasileiro da qualidade e produtividade no habitat: implantação no Distrito Federal**. GDF, SINDUSCON-DF, SEDUH, CBIC, ASBRACO. Brasília. 2001. 102p.
- PENA-VEGA, A. **O despertar ecológico**: Edgar Morin e a ecologia complexa. Rio de Janeiro, Garamond, 2003. 104p.
- PENROSE, E. T. *The growth of the firm*. 2.ed., Basil Blackwell, Great Britain, 1980.
- PEUPORTIER, B.L.P. Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. In **Energy and buildings**, vol.33. England, 2000, 443-450.
- PIGOU, A. C. "The economics of Welfare", In Nelissen, N. et al. **Classics in environmental studies**: An Overview of Classics Texts in Environmental Studies. The Netherlands: International Books, 1997.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189f. Tese (Doutorado em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- PORTER, M. E. **Competitive advantage**. New York: The Free Press, 1985. 557p.
- ROBINSON, J. & EAT WELL, J. **An introduction to modern economics**. England, UK: McGraw-Hill Books, 1973.
- ROCHA, J. C. & JOHM, V. M. Utilização de resíduos na construção habitacional. **Coletânea Habitare**, Vol. 4. Porto Alegre: ANTAC, 2003.
- ROMEIRO, A.R. et al. **Economia do meio ambiente**: teoria política e a gestão de espaços regionais. 2.ed. Campinas: UNICAMP, 1999. 377 p.
- ROSELL, Q. **Después de afterwards**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2001.
- ROSSO, T. **Racionalização da construção**. São Paulo: EDUSP, 1990.
- SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Organização: Paula Yone Stroh. Rio de Janeiro: Garamond, 2000. 95p.
- SARDINHA, G. A. **Marketing para a sustentabilidade**: uma filosofia de negócios. 2002. 238f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília.
- SAYAGO, D.E. et al. Principais dispositivos constitucionais e diplomas legais de nível federal, de matiz infraconstitucional referentes a resíduos sólidos. **MMA/Secretaria de Qualidade Ambiental nos Assentamentos Humanos, Série modernização do setor saneamento**, Brasília, 1998.
- SCHWEBER, S.S. "The wider british context in darwins theorizing". Essay edited by David Kohn Darwinian Heritage. Princeton University Press, 1985. SCHUMACHER, E. F. **Small is Beautiful**: A study of economics as if people mattered. Great Britain: Sphere Books Ltd., 1974.
- SCHUMPETER, J.A. **The theory of economic development**. Cambridge (Mass): Harvard University Press, 1949.
- SCHUMPETER, J.A. **Business cycles**. Vol.I. New York: McGraw-Hill Book Company Inc., 1939.
- SEBRAE. **A questão ambiental e as empresas** (meio Ambiente e pequena empresa). Brasília, 240p., 1998.
- SEADEN, G. & MANSEAU, A. **Public policy instruments to encourage construction innovation**: na international perspective. TG 35/CIB Synthesis Paper to be Submitted to BRI Journal. England, 2000.

- SENAI. **Perfil competitivo do Distrito Federal**. Alavancagem do Mercoeste: Projeto Estratégico Regional do SENAI. 3ed. Brasília, 95p, 2000.
- SENAI. **Perfil competitivo do estado do Mato Grosso**. Alavancagem do mercoeste: projeto estratégico regional do SENAI. Mato Grosso, 228p, 2002.
- SETAC. **Life cycle assessment**. In: Proceedings of the Europe Workshop, Bruxelles, Belgium, 1992, 110p.
- SILVA, A. B. & REBELO, L.M.B. A emergência do pensamento complexo nas organizações. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 37, 777-796, jul/ago 2003.
- SILVA, M. G. et al. “Reciclagem de cinza de casca de eucalipto e entulho de obra em componentes de construção”. In: **Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção**. 1, 1996. São Paulo. Anais: Departamento de Engenharia de Construção Civil, PCC - USP, 1996, 161 p, p. 102-108.
- SINDUSCON/PR. **A questão do desperdício na construção civil**. Curitiba, Maio 1995.
- SISINNO, C.L.S. et. al. **Resíduos sólidos, ambiente e saúde**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2000.
- SLAUGHTER, S.E. Builders as sources of construction innovation. **Journal of Construction Engineering and Management**. USA. v. 119, n. 03, p. 532-549, sep. 1993.
- SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). 1993. 127 p. Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.
- STONEMAN, P. **The economic analysis of technological change**. Oxford: Oxford University Press, 1983.
- TATUM, C.B. Potential mechanisms for construction innovation. **Journal of Construction Engineering**. USA. v. 112, n. 2, p. 178-191, jun 1986.
- _____. Process of innovation in construction firm. **Journal of Construction Engineering and Management**. USA, v.113, n.4, p.648-663. dec. 1987.
- THE WORLD BANK. “Sectoral environmental assessment”. In. **Environmental Assessment Sourcebook**, n. 4, Environment Department Washington DC, 1993.
- THIRLWALL, A. P. **Growth & Development**. 3^a ed. London. Macmillan Education Ltd., 1986.
- TREVISAN. Construbusiness: habitação, infra-estrutura e geração de empregos. In: **3^o. Seminário da Indústria Brasileira da Construção**. 1999. Anamaco. São Paulo.
- TURIN, D. A. **What do we mean by building?** London: Inaugural Lecture, University College London, 14th February 1966.
- TURIN, D. A. **Building as a process**. London: Trans. Bartlett Society 6, 1967-68.
- VEIGA, J. E. **Cidades imaginárias: o Brasil é menos urbano do que se calcula**. Campinas (SP): Editora Autores Associados, 2002, 303p.
- VIGON, D.A. et. al. **Life-Cycle assessment: inventory guidelines and principles**. USA: Lewis Publishers. 1994.
- VIOTTI, E.B. **Passive and active national learning systems**. 1997. 311f. Tese (Doutorado em Filosofia). The Graduate Faculty of Political and Social Science of the New School for Social Research, EUA.
- WALLERSTEIN, I. **Historical capitalism**. London: Verso, 1983.

WHITE PAPERS. **Sustainable architecture**. New York (USA). Earth Pledge Foundation. 2000. 324p.

WHITE, L. Jr. "The historical roots of our ecologic crisis", In Nelissen, N. et al. **Classics in Environmental Studies: An Overview of Classics Texts in Environmental Studies**. The Netherlands: International Books, 1997.

ZELOV, C. et. al. **Design outlaws on the ecological frontier**. USA: Knossus Publishing, 1997, 404p.

ZORDAN, S.E. & PAULON, V. A. "A utilização do entulho como agregado para o concreto". In: ENTAC 98 - Qualidade no Processo Construtivo, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 1998. v. I, p.923-932.

LEGISLAÇÃO

BRASIL. Resolução CONAMA nº 307 de 05/07/2002. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos de construção.

BRASIL. CONAMA. Subsídios para formulação de uma política nacional de resíduos sólidos. Proposta de moção. Brasília: MMA, 2000.

MMA/IBAMA/CONSÓRCIO PARCERIA 21. Cidades sustentáveis: subsídios à elaboração da Agenda 21 Brasileira. Brasília, 2000.

BRASIL. Lei nº 6938 de 31 agosto de 1981. Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº. 10257 de 10 julho de 2001. **Estatuto da Cidade**.

SITES

BREEAM – BRE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHOD. **Eco Homes**. England. Disponível em <http://products.bre.co.uk/breeam/>. Acesso: 2003 e 12/03/2004.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. Brasília. Disponível em: <http://www.cni.org.br>. Acesso: 03/2003.

IDHEA - INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. São Paulo. Disponível em: <http://www.idhea.com.br>. Acesso: 2001.

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. **Fundos setoriais**. Brasília. Disponível em: http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais. Acesso: 21/2/2004

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **O lixo nos municípios brasileiros**. Brasília. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso: 06/04/2004.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PEQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Avaliação de cursos de graduação**. Brasília. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/>. Acesso: 28/09/2003.

MBDC – MCDONOUGH BRAUNGART DESIGN CHEMISTRY, LLC. **Cradle to Cradle Design**. USA. Disponível em: www.mbdc.com. Acesso: 2003 e 5/03/2004.

MC – MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Habitação e saneamento ambiental**. Brasília. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br>. Acesso: 16/10/2003.

MCT - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Brasília. Disponível em: <http://www.mct.gov.br>. Acesso: 10/8/2000; 10/10/2003/20/04/2004.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Avaliação de instituições de ensino superior**. Brasília. Disponível em: <http://www.mec.gov.br>. Acesso: 10/10/2003.

MTE – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Brasília. Disponível em: <http://www.mtb.gov.br/>. Acesso: 10/04/2004.

RMI – ROCKY MOUNTAIN INSTITUTE. Buildings and Land. USA. Disponível em: <http://www.rmi.org>. Acesso: 2002 e 12/03/2004.

SUPEROBRA – E-mail da construção. Brasília. Disponível em: <http://superobra.com>. Acessos: 2000 a 2004.

WRI – WORLD RESOURCE INSTITUTE. Disponível em: <http://www.wri.org>. Acessos: 2000 a maio de 2004.

ANEXOS

ANEXO I**Resoluções****RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002**

Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de julho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, Anexo à Portaria nº 326, de 15 de dezembro de 1994, e

Considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001;

Considerando a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil;

Considerando que a disposição de resíduos da construção civil em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental;

Considerando que os resíduos da construção civil representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas;

Considerando que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos;

Considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil; e

Considerando que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental, resolve:

Art. 1º Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha;

II - Geradores: são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos nesta Resolução;

III - Transportadores: são as pessoas, físicas ou jurídicas, encarregadas da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação;

IV - Agregado reciclado: é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infra-estrutura, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia;

V - Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos;

VI - Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo;

VII - Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação;

VIII - Beneficiamento: é o ato de submeter um resíduo à operações e/ou processos que tenham por objetivo dotá-los de condições que permitam que sejam utilizados como matéria-prima ou produto;

IX - Aterro de resíduos da construção civil: é a área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente;

X - Áreas de destinação de resíduos: são áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final de resíduos.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive

solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações

economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

Art. 4º Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

§ 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta Resolução.

§ 2º Os resíduos deverão ser destinados de acordo com o disposto no art. 10 desta Resolução.

Art. 5º É instrumento para a implementação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, o qual deverá incorporar:

I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e

II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

Art 6º Deverão constar do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil:

I - as diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores.

II - o cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

III - o estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;

IV - a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;

V - o incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;

VI - a definição de critérios para o cadastramento de transportadores;

VII - as ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;

VIII - as ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

Art 7º O Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local.

Art. 8º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores não enquadrados no artigo anterior e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

§ 1º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, de empreendimentos e atividades não enquadrados na legislação como objeto de licenciamento ambiental, deverá ser apresentado juntamente com o projeto do empreendimento para análise pelo órgão competente do poder público municipal, em conformidade com o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

§ 2º O Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil de atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, deverá ser analisado dentro do processo de licenciamento, junto ao órgão ambiental competente.

Art. 9º Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I - caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II - triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III - acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV - transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V - destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Art. 10. Os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

IV - Classe D: deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Art. 11. Fica estabelecido o prazo máximo de doze meses para que os municípios e o Distrito Federal elaborem seus Planos Integrados de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil, contemplando os Programas Municipais de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil oriundos de geradores de pequenos volumes, e o prazo máximo de dezoito meses para sua implementação.

Art. 12. Fica estabelecido o prazo máximo de vinte e quatro meses para que os geradores, não enquadrados no art. 7º, incluam os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil nos projetos de obras a serem submetidos à aprovação ou ao licenciamento dos órgãos competentes, conforme §§ 1º e 2º do art. 8º.

Art. 13. No prazo máximo de dezoito meses os Municípios e o Distrito Federal deverão cessar a disposição de resíduos de construção civil em aterros de resíduos domiciliares e em áreas de "bota fora".

Art. 14. Esta Resolução entra em vigor em 2 de janeiro de 2003.

JOSÉ CARLOS CARVALHO

Presidente do Conselho

Publicada DOU 17/07/2002

ANEXO II

- Resíduos Sólidos oriundos de processos construtivos no município de Goiânia.

I. Resíduos sólidos de construção e demolição no município de Goiânia

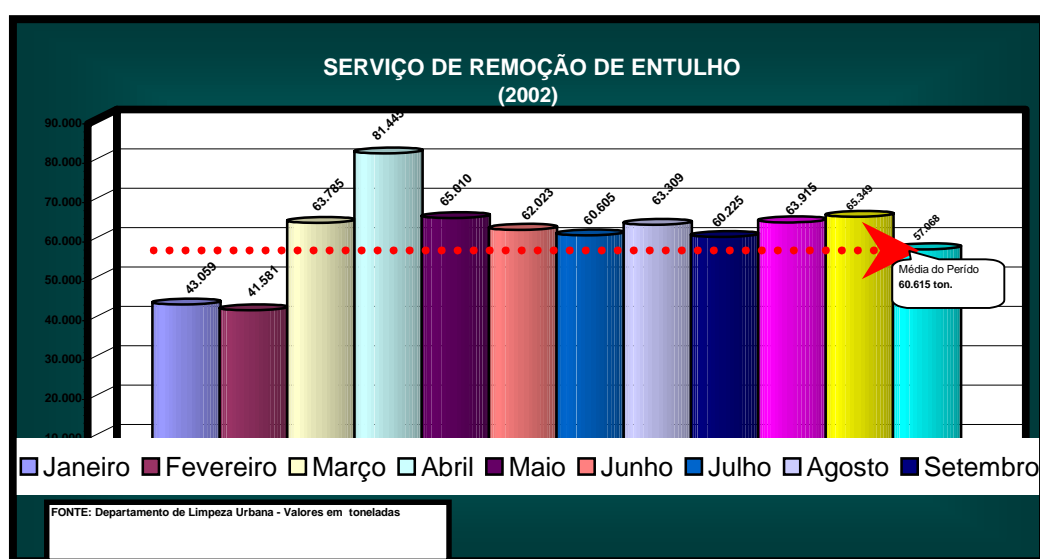
O município de Goiânia gera em torno de 100 mil toneladas de resíduos urbanos por mês. Por meio do trabalho de seus órgãos como COMURG e SEMMA, responsáveis respectivamente pela limpeza urbana e pela gestão ambiental do município, vem trabalhando na gestão dos resíduos urbanos visando minimizar os impactos causados pelos diferentes resíduos produzidos na malha urbana do município.

Apesar de haver compromisso entre os órgãos responsáveis de exercerem um trabalho em conjunto percebe-se que uma maior integração entre ações e instrumentos, fortaleceria os resultados obtidos como um todo, como reconhecido pelos próprios órgãos. A seguir enfocaremos alguns aspectos da gestão de resíduos sólidos oriundos de processos construtivo neste município.

1.1. Volume

Os dados referentes ao volume dos RSCD no município de Goiânia são dados do governo e dados das empresas coletoras. Esta quantificação foi realizada de acordo com as regiões já utilizadas no Orçamento Participativo. Faz-se importante ressaltar que segundo a COMURG, o município de Goiânia gasta em torno de R\$ 1.500.000,00 com a remoção de entulho dispostos irregularmente na malha urbana do município.

Remoção de RSCD por região feita pela COMURG (em toneladas)



1.2. Pontos de disposição de resíduos:

Os locais de disposição do RSCD caracterizam-se em três tipos de áreas:

- áreas de disposição irregular e clandestina (áreas públicas e áreas privadas usadas por transportadores e coletores de resíduos);



Parque Atheneu- Goiânia

Parque Atheneu- Goiânia



Descarte Inadequado - Goiânia

Fonte: COMURG, 2003

- áreas licenciadas para recebimento de RSCD, são pontos de descarga de entulhos os quais são licenciados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA) para o seu funcionamento. Nestes locais é feita a catação dos materiais não inertes por funcionários da COMURG (geralmente três funcionários). Áreas licenciadas:



Áreas Licenciadas para receberem entulho

Fonte: COMURG, 2003

- área pública na qual existe uma grande erosão, que é recuperada através da deposição de **entulho**. Apesar de que há uma preocupação em realizar uma catação de plásticos e papéis, o resíduo é basicamente depositado como sai das obras, ou seja misturado.



Erosão recuperada com entulho

Como se pode observar a descarga de resíduos não apresenta nenhuma preocupação com a “*qualidade do entulho*”, o que implica que o solo e águas periféricas podem estar sendo contaminadas pela prática e procedimentos utilizados pela Prefeitura. Faz-se necessário integrar informações com relação ao comportamento dos principais lençóis freáticos e nascentes do município de Goiânia para nortear decisões com relação procedimentos e áreas de descargas.

1.3. Licenciamento de áreas para recebimento de resíduos

O sistema de licenciamento ambiental está previsto na Lei Federal 6938/81 e foi regulamentado pelo Decreto Federal n. 99.274 de 06/6/1990. A nível municipal este licenciamento é realizado pela SEMMA a partir da apresentação prévia de documentação. Após esta documentação tenha sido aprovada, é feita uma visita in loco e emitido relatório. .

Após o parecer favorável, existem dois procedimentos: no caso de não ser fundo de vale concede-se uma autorização ; caso seja fundo de vale dá-se a licença e dependendo do porte solicita-se EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental / Relatório de Impacto do Meio Ambiente), PGA (Plano de Gestão Ambiental), EIV (Estudo de Impacto de Vizinhança) ou PCA/RCA (Plano de Controle Ambiental / Relatório do Controle Ambiental) dependendo da necessidade.

1.4. Coleta de RSCD

Atualmente existem três órgãos que estabelecem diretrizes quanto à regulamentação das empresas coletoras de resíduos da indústria da construção civil. São eles: Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMMA), Superintendência Municipal de Trânsito (SMT), Companhia Municipal de Urbanização (COMURG).

A SEMMA fornece a licença ambiental para a empresa. Este documento é o primeiro necessário para a regulamentação destas empresas junto ao município. Para adquirir esta licença ambiental para o funcionamento da empresa o proprietário precisa apresentar documentação junto a SEMMA (Secretaria do Meio Ambiente do Município).

Após o parecer favorável, existem dois procedimentos: no caso de uma nova empresa dá-se primeiramente a licença prévia precedida da de instalação e operação; caso seja regulamentação da empresa dá-se a licença de instalação precedida da de operação. Ressaltando-se que a licença de operação deve ser renovada a cada ano.

A Superintendência Municipal de Trânsito (SMT), cadastra as empresas coletoras destes resíduos através do decreto municipal nº 1254 de 27 de junho de 2000 na Divisão de Fiscalização de Posturas após o licenciamento destas empresas na SEMMA. Atualmente este sistema encontra-se paralisado por mudanças de responsabilidades no órgão, mas a partir do dia 15/09 esta empresa estará recolhendo as caçambas das empresas não cadastradas com o intuito de coibir a não regulamentação.

A Companhia Municipal de Urbanização (COMURG) realiza convênio com estas empresas para a descarga destes resíduos no aterro sanitário e em mais dois pontos de descarga a serem definidos pela mesma. Este convênio é realizado através da ASTEG (Associação de Transportadores de Entulho de Goiás) com todas as empresas associadas.

Observa-se que a maioria das empresas encontra-se com as licenças vencidas, e regulamentação encontra-se suspensa. Faz-se necessário que haja uma revisão do sistema de cadastramento assim como diagnóstico da dificuldade do licenciamento junto a SEMMA.

ANEXO III

Instrumentos de atendimento à Resolução 307 do CONAMA, do setor produtivo e do setor público.

- Do setor produtivo apresenta-se o Procedimento Operacional do sistema de qualidade da empresa Toctao Engenharia de Goiânia. Este procedimento consolida a gestão de resíduos sólidos oriundos de canteiros de obras no sistema de qualidade da empresa.
- Do setor público apresenta-se o edital de licitação da Secretaria de Empreendimentos da Universidade de Brasília que institui como obrigatoriedade a coleta seletiva em canteiros de obras, introduzindo uma mudança no conceito de gerenciamento de resíduos sólidos oriundos de processos construtivos.