

MÉTODO DE RACIONALIZAÇÃO DO TIPO R1: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DA CIDADE DO NATAL/RN

Mariana TORRES CORREIA DE MELLO;

Centro Federal de Educação tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET-RN
Rua Seridó, 486, apto 302 Petrópolis CEP 50020-010 Natal-RN
E-mail: marianatcm@yahoo.com.br

Israel SAMMY BANDEIRA SOUZA;

Centro Federal de Educação tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET-RN

Handson CLÁUDIO DIAS PIMENTA

Centro Federal de Educação tecnológica do Rio Grande do Norte – CEFET-RN
E-mail: handson@cefetrn.br

RESUMO

O presente trabalho explana sobre a tecnologia ambiental da racionalização do processo na indústria da construção civil, com o objetivo de realizar um estudo de caso para a implantação do método de racionalização do tipo R1 proposto por Gehbauer (2004) na etapa da fabricação de argamassa para reboco interno e externo. Visou-se a redução dos custos no fluxo de material, a minimização das distâncias de transporte, a otimização das máquinas empregadas e a melhoria do fluxo de informações e da capacitação das pessoas envolvidas, levando como fatores a qualidade e o tempo que colocam efetivamente o processo da produção e do canteiro de obras no centro das atenções. Para isso, medições de tempos e movimentos e do fluxo de materiais foram realizados, possibilitando a elaboração do diagrama de balanço de equipes. O desenvolvimento do estudo contou com total comprometimento da direção e empenho do setor operacional. Constatou-se uma demora demasiada no fluxo de saída da argamassa para os pavimentos prejudicando o ritmo de trabalho. Porém, propostas de racionalização estudadas, caso implantada, poderiam levar a uma redução de 28% do lead time atual e diminuição nas perdas de materiais.

Palavras-chave: Racionalização; Produção de argamassa;

1. INTRODUÇÃO

Em tempos não muito distantes, viam-se os recursos naturais, a sociedade e a economia separadamente, sabendo que para gerir uma sociedade, a economia é necessária, levando como fator de dinamização da mesma, os recursos naturais, sendo estes, matéria-prima necessária para produção dos bens de consumo, subsidiando assim, a potencialidade econômica do mercado e o giro de capital. Essa concepção acaba relevando a preocupação que todos os setores devem ter com o meio ambiente, integralizando-se a ele.

Como responsável pela mobilização de capital, as empresas/indústrias não poderiam se separar das causas ambientais, principalmente o setor da construção civil que é considerado um dos maiores causadores pelo uso de matérias-primas retiradas da própria natureza, sendo assim, a solidariedade ao meio ambiente incluindo em sua estrutura organizacional em uma gestão específica ao manuseio correto da natureza - minimização dos impactos que a empresa gera ao meio ambiente – vem à tona com um novo caráter e faz do marketing e o benefício empresarial fatores vantajosos para não mais se conflitar com essa nova exigência, fazendo dela uma aliada, uma oportunidade de negócios.

Estabelecendo esses conceitos e questionamentos, focaliza-se o trabalho à problemática dos resíduos sólidos da construção civil remetendo-se a sua característica de poluidor/degradador e estabelecendo a necessidade de um manuseio adequado a esses resíduos. Diante essa questão é que a adequação a sustentabilidade ambiental – construção sustentável - deve ocorrer sem alterar a produção e custos na empresa, para isso, as ferramentas de gestão ambiental surgem, promovendo a associação sustentável de empresas e meio ambiente, dentre elas, destacando-se a produção mais limpa e dentro da mesma, a racionalização de resíduos, sendo o clímax do presente artigo.

Desta forma, o termo Ecoeficiência existe e se consolida a partir da publicação do Livro *Changing Course* da *World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)*, em 1991, que conceitua a ecoeficiência como uma filosofia de gestão que encoraja o mundo empresarial a procurar melhorias ambientais que potenciem, paralelamente, benefícios econômicos. Concentra-se em oportunidades de negócios e permitam as empresas tornarem-se mais responsáveis do ponto de vista ambiental e mais lucrativas. Incentiva a inovação e, por conseguinte, o crescimento e a competitividade, e linhas gerais, aponta que embora a indústria contribua para a degradação ambiental ela faz parte igualmente da solução. Enfatiza também que uma indústria acoplando melhorias econômicas e ambientais podem se tornar sustentáveis (CÔTÉ, BOOTH; LUISE, 2006).

Vale destacar, principalmente tendo conhecimento acerca da ecoeficiência, a real necessidade de intervenções frente ao setor da construção civil, devido aos seus impactos ambientais e riscos aos trabalhadores envolvidos. Assim, a Racionalização de Processos Construtivos - R1, busca esforços de racionalização que colocam o processo da produção e o canteiro de obras no centro das atenções, considerando os fatores qualidade e tempo através de ações sobre o fluxo de material, percurso, estoques, otimização de mão-de-obra e equipamentos.

Nessa conjuntura, o presente estudo visa implementar a metodologia R1 em uma construtora da cidade do Natal/RN, mais precisamente, um estudo da etapa da produção de argamassa para reboco interno e externo efetuando as medições necessárias para se propor melhorias a serem implantadas visando à racionalização de resíduos e, conseqüentemente, a regularização da construtora às exigências ambientais impostas pela sociedade em geral.

2. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL E INSUSTENTÁVEL

A idéia de construção sustentável surgiu em meados do século XX depois da crise do petróleo. Com isso seu preço subiu exacerbadamente fazendo com que se repensassem acerca do processo na época, daí surgiam novos modelos e novas ferramentas na gestão da produção. Na indústria da construção civil não foi diferente, ocorreram mudanças não só no processo, mas também na mentalidade, a idéia da geração de poucos impactos surgiu e, por conseguinte, o termo “construção sustentável” (IDHEA, 2008).

Quando se fala em sustentabilidade, fala-se em produzir de maneira a minimizar os possíveis impactos que ocorram no meio ambiente. Construção sustentável não é diferente, é se construir evitando desperdícios que prejudiquem a natureza, em outras palavras, ter respeito e compromisso com o meio ambiente, evitar gastos energéticos, a má disposição dos resíduos gerados, clandestinidade em seu destino final, alto consumo de

recursos naturais, a ineficiência dos mesmos, o descumprimento das legislações vigentes ao setor, ou seja, atender a demanda habitacional da cidade sem agredir ao meio ambiente (IDHEA, 2008).

Já uma construção insustentável, é o paradoxo da construção sustentável, o desmoronamento do dito conceito de construção sustentável. É trabalhar no setor da construção civil sem quase, ou nenhuma, preocupação com a sustentabilidade do processo produtivo até o produto final. É fazer com que a obra não esteja em adequação às leis vigentes, é a mesma, trabalhar em fatores informais.

3. ECOEFICIÊNCIA

Uma das questões mais levantadas hoje em dia é a ambiental, fala-se de todos os problemas que possam vir a levar a um efeito maléfico que prejudique a natureza em si, mas o debate que deve ser levantado é: Por que destruir o meio ambiente se é ele quem fornece a matéria prima necessária à produção de bens?

Para isso, o empresário, no caso construtor, paga por esse subsídio para que possa agregar valor e, por conseguinte, renda. Mas, será que já se parou para pensar que na medida em que a demanda por esses recursos naturais cresce numa velocidade maior que a capacidade de auto-regeneração do planeta, tem se caracterizado um desequilíbrio? Outra questão também solicitada é: como diminuir esse desequilíbrio?

A ecoeficiência, além de permitir uma real adequação das atividades humanas às necessidades do meio ambiente, busca, acima de tudo, ser uma ferramenta estratégica para a competitividade. A referida ecoeficiência pode ser alcançada mediante o fornecimento de bens e serviços, a preços competitivos, que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida. Isso promove, ao mesmo tempo, uma redução progressiva dos impactos ambientais e da intensidade do consumo de recursos ao longo do seu ciclo de vida a um nível no mínimo equivalente à capacidade de suporte estimada da Terra.

Ela é uma ferramenta que se faz presente no desenvolvimento sustentável, sendo englobado no conceito do pensar globalmente e agir localmente, considerando de um lado o aspecto econômico, de outro o ecológico, ambos associados à visão social, onde todos têm a responsabilidade.

Segundo CIMINO (1992), dos recursos extraídos da terra, 60% são consumidos nos edifícios, o que tem aumentado o uso de sistemas construtivos ecologicamente apropriados, assim como de materiais ecologicamente corretos e em si só recicláveis e/ou reciclados, incluindo-se uma análise científica dos seus ciclos de vida, cujo conceito inclui todos os custos produzidos desde a fabricação até o descarte de um material específico.

O que deve mais se entender é a forte dependência que ecoeficiência tem com sustentabilidade, afinal, segundo a WBCSD (2000), a ecoeficiência pode servir as empresas como meio de desenvolver e implementar com sucesso uma estratégia de negócio em prol da sustentabilidade. Esta referida estratégia concentrar-se-á na inovação tecnológica e social, responsabilização e transparência, assim como na cooperação com outros setores da sociedade, com vista a atingir os objetivos estabelecidos.

4. FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL

Como dito anteriormente, as empresas devem se adequar às exigências ambientais impostas atualmente, para essa adequação, um sistema de gestão ambiental (SGA) pode ser adotado na empresa, ele é a maneira que as empresas têm de conseguir uma qualidade ambiental almejada atingindo uma meta com o menor custo.

O SGA age corretivamente nos devidos impactos que estejam ocorrendo ao meio ambiente, trás medidas preventivas e viáveis econômica e ambientalmente falando para as empresas e, principalmente para sua imagem. Pode-se citar como instrumentos utilizados: a educação ambiental; o monitoramento ambiental; a responsabilidade sócio-ambiental; a minimização de resíduos e reciclagem; a auditoria ambiental; a análise de riscos; as leis, normas e regulamentos, dentre outros. Destaca-se a minimização de resíduos no qual dispõe como ferramentas, a produção mais limpa (P+L), e dentro da abrangência desta, dispõe-se da racionalização de resíduos, onde se dará destaque à ferramenta R1, que otimiza fluxos de materiais e também reduz impactos ambientais.

5. RACIONALIZAÇÃO

Mesmo sem conceito consensual, pode-se dizer que, a racionalização na construção civil, segundo Gehbauer (2004), é analisar metodicamente as estruturas e processos existentes, com a finalidade de descobrir pontos

fracos, como exemplo, tempos de espera desnecessários, falhas na preparação e transmissão de informações, estoques intermediários evitáveis e percursos de transporte demasiadamente longos, depois, é perceber as possibilidades de melhoria, analisá-las e introduzi-las para assim testá-las e serem aceitas pelos envolvidos. A melhoria no sistema é a principal evolução da racionalização implantada.

No contexto de limitações de recursos, aumento destes e a concorrência, é que, para um empreendimento ter sucesso é necessário usar como fonte de sobrevivência o raciocínio, e utilizar fatores simples dentro da empresa como estratégias marcantes para o sucesso. Para isso, é-se necessário o máximo de racionalidade na realização de projetos ou das atividades produtivas, com o menor dispêndio de trabalho visando os custos mais favoráveis possíveis, com a mais alta taxa de produtividade e um máximo de segurança no ambiente de trabalho. A união do planejamento, aquisição, administração, marketing e postura orientada ao cliente é o caminho para o sucesso almejado (GEHBAUER, 2004).

Em linhas básicas, a racionalização possui três passos, sendo eles a verificação dos pontos falhos da empresa, análise da possibilidade de melhorias e, por fim, implantação destas, e cada um desses passos têm métodos de se trabalhar. E na indústria da construção civil, a racionalização é um dos fatores preponderantes para o sucesso no ramo, por ser altamente visada pela quantidade de resíduos sólidos produzidos e pela imagem de agressora ao meio ambiente.

Para uma melhor eficácia do sistema, são estabelecidos três tipos de racionalização, a do tipo R1, tipo R2 e tipo R3 proposto por GEHBAUER (op cit). Neste estudo de caso, será visada a aplicação da racionalização do tipo R1, com atenção maior a etapa da betonagem e a dinâmica no canteiro de obras.

5.1. Racionalização do tipo R1

Como dito anteriormente, a racionalização do tipo R1, lida com métodos direcionados aos processos no canteiro de obras, focalizando o planejamento e o controle na preparação e organização do trabalho. Gehbauer (op cit), explicita que o método de racionalização do tipo R1, realizados em canteiros de obras, são métodos de fácil aplicação e caracterizam o ponto de partida do processo criativo que visa desenvolver a simplificação e a melhoria.

Reforçando, a racionalização do tipo R1 é a racionalização que visa à redução dos custos no fluxo de material, na minimização das distâncias de transporte, na otimização das máquinas empregadas e na melhoria do fluxo de informações e da capacitação das pessoas envolvidas levando como fatores, a qualidade e o tempo que colocam efetivamente o processo da produção e do canteiro de obras no centro das atenções (GEHBAUER, op cit).

Levando em consideração os procedimentos gerais, observar é o primeiro, a partir dele, os participantes das atividades reconhecem rapidamente possibilidades de melhoria que podem ser aplicadas imediatamente, sem que jamais tenham pensado nisso antes ou que tenham se deparado em outros momentos com a evidência dessas possibilidades. Em outras palavras, a capacidade para as melhorias existe, ela só não é utilizada, porque os pensamentos apontam em outra direção (GEHBAUER, op cit).

Os procedimentos da R1, segundo metodologia de Gehbauer (op cit), são observações, medições, registros, pensamentos e correção. As observações são feitas com auxílio de fotos e vídeos e para posterior análise – é importante levantar que, apesar das insuficiências na aplicação correta dos métodos de racionalização, muitas vezes, somente o fato de se ocupar dos problemas já faz com que nos próximos canteiros de obras o planejamento e/ou a instalação do canteiro sejam realizados de forma diferente e melhorados; as medições feitas englobam os operários, as máquinas e as ferramentas, em suma, mede-se a duração da atividade, do ciclototal, tempos de espera, quantidades, distâncias de transportes, número de transportadores e estoques intermediários; os registros se apresentam em questionários que diagramam o fluxo, o processo e os grupos de trabalhos que incluem os homens e as máquinas; após a sequência dessas atividades feitas, inicia-se a análise do processo em que o conhecimento que se tem, aliado a criatividade, pessoas com novas idéias e a busca de informações através de pesquisas bibliográficas, perguntas como: o que, por que, onde, quando, quem, como, poderá começar a ser respondidas, finaliza-se o trabalho com a correção em que planeja melhorias e implementam as mudanças no referido processo que foi analisado.

Vale salientar que, tão importante quanto às anotações, é a análise do croqui do método analisado, o antes e o depois do canteiro sem e com sugestões, a comparação entre ambos possibilitará a avaliação do sucesso do novo método, fazendo com que um plano de implementação surja, evoluindo, assim, a idéia.

Importante, no entanto, é constatar que estes métodos podem ser aplicados, sem modificações, nas demais modalidades da construção civil, como também em diferentes ciclos de trabalho de máquinas maiores e, ainda, em processos muito mais mecanizados. As cadeias dos ciclos podem ser organizadas em uma configuração mais favorável através de uma melhor coordenação entre elas e através de uma melhor definição das interfaces (locais e momentos de entrega) no fluxo de materiais e de informações (GEHBAUER, 2004).

Assim, o processo produtivo será o ponto chave para se abordar, conhecê-lo é identificar ineficiências para posteriormente trazer propostas de melhoria que aumentem a produtividade, o lucro e a redução de custos, além de propiciar uma melhor imagem da empresa. É conseguir com que meio ambiente e construção civil consigam se relacionar de forma a ambas se beneficiarem.

6. METODOLOGIA

Para desenvolver o estudo de caso foi necessário analisar toda a obra e seus processos separadamente para poder dar o passo inicial da racionalização. Sendo realizadas análises macro dos processos de construção do empreendimento, determinou-se a produção de argamassa para reboco como foco, por este processo apresentar gargalos durante a sua realização, comprometendo atividades posteriores. Assim, vários ciclos foram realizados a fim de detectar possíveis problemáticas. Baseado em GEHBAUER (op cit), o procedimento geral que foi adotado foi o seguinte: observar, medir, registrar, pensar e corrigir.

Num período de duas semanas de observações de ciclos, foram efetuadas 4 (quatro) coletas e medições, e neles vídeos foram feitos para melhor observar sucessivamente cada traço executado. Logo em seguida, o canteiro foi analisado e medições de distâncias foram realizadas dos insumos necessários à produção de argamassas para reboco interno e externo, além da duração do *lead time* médio de produção de cada traço de argamassa requisitada e os tempos de espera.

Com as medidas em mãos, passa-se ao preenchimento dos formulários: a ficha de atividades individuais, diagrama de barras e o diagrama de processo. A ficha de atividades individuais registra a cronologia da atividade que cada operário faz para um ciclo da produção de argamassa seguido do tempo gasto para cada atividade, também registra o tempo que a máquina opera. O diagrama de barras proporciona uma melhor visualização da ficha de atividades individuais. O diagrama de processo auxilia na análise do processo de trabalho, é o registro de atividades de operação, transporte e espera representada por símbolos.

Buscou-se no desenvolvimento deste trabalho a análise da produção de argamassa para apresentar apenas soluções para os problemas detectados, pois o foco foi determinar justamente essas dificuldades que interferem na produção e por consequência na eficiência da empresa, trazendo soluções cabíveis. Acredita-se que situações simples resolvidas provocam uma grande diferença que auxilia a empresa a obter o pleno sucesso.

7. DISCUSSÃO E PROPOSTAS – ESTUDO DE CASO

7.1. Descrições gerais da empresa e do empreendimento

A empresa em estudo classifica-se como médio porte e possui 07 (sete) obras em construção, sendo sua principal operacionalização a construção de edifícios residenciais na capital. A construtora é constituída por nível Direção, Corpo Técnico e Setor Operacional como um todo.

O empreendimento analisado possui as seguintes características: Apto tipo com 94,34m² de área privativa, 02 apartamentos por andar, 02 vagas de garagem por apartamento, hall de serviço, estar/jantar, banheiro social, cozinha, 03 quartos sendo 01 suíte com closet, escritório/quarto reversível, varanda, área de serviço, wc empregada.

7.2. Descrições gerais da etapa da betonagem e produção de argamassa para reboco interno e externo

7.2.1. Dinâmica do canteiro

Primeiramente, para qualquer empresário, seja do ramo da construção civil ou não, os custos são, talvez, um dos fatores mais importantes levantados em questão. Para isso, a falta de planejamento adequado a qualquer

obra, significa perda de lucros. Especificando mais a questão que será abordada, um mau planejamento num canteiro de obras possibilita geração futura de problemas.

A dinâmica básica que deve ser adotada num canteiro de obras é a facilitação da produção, é a execução do trabalho de forma contínua. De acordo com GEHBAUER (2002), o objetivo principal de um canteiro de obras é a minimização dos percursos dos transportes mais volumosos e freqüentes dentro do canteiro.

As instalações do canteiro dependem principalmente de fatores como: condições locais da obra, tipo e tamanho da obra, métodos de produção, técnicas de transporte, tempo de construção e planejamento da execução da obra e os recursos operacionais disponíveis, em linhas mais precisas, são as possibilidades de abastecimento, área disponível, possibilidades de acesso, volume total e tipos de insumos, produção em seqüência, dimensões e pesos dos materiais a serem transportados, distribuição no tempo dos transportes maiores e número de trabalhadores, máquinas e equipamentos (GERBAUER, op cit).

7.2.2. Descrição do layout do canteiro de obras e posição dos materiais básicos

A figura 1 mostra a planta baixa do layout do canteiro no empreendimento. Neste, estão posicionados a betoneira e os insumos utilizados para fabricação do reboco interno e externo, além dos tubos, barrote, linha, madeirite, escoras metálicas, dentre outros, e ao lado se encontra o almoxarifado, ou seja, o local ideal para armazenamento dos materiais na obra. As distâncias são mostradas na Figura 1.

O posicionamento dos materiais utilizados na produção de argamassa estão acessíveis ao betoneiro e sua equipe. A brita, a areia fina e grossa, o cimento, o aditivo de cal, o impermeabilizante de argamassa, a água, a peneira, as padiolas, os carrinhos de mão e a betoneira estão posicionadas em locais estratégicos que facilitam a produção de argamassa para reboco interno e externo.

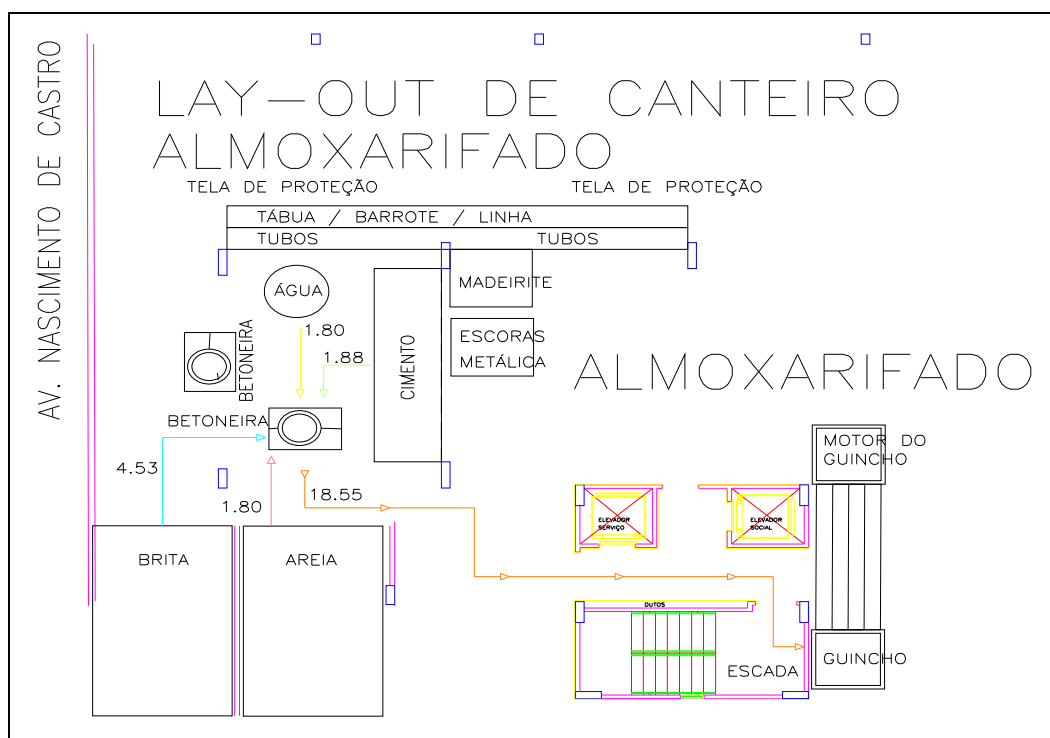


Figura 1 - Layout do canteiro de obras

7.2.3. Descrição da betonagem no empreendimento para produção de reboco interno e externo

Cada pavimento do empreendimento tem uma equipe de pedreiros e serventes. O fluxo de informações de solicitação de argamassa (para reboco interno e/ou externo) é dado da seguinte forma: antes do início da jornada efetiva de trabalhos do dia, cada pedreiro responsável pelo seu pavimento solicita a quantidade de

argamassa necessária ao betoneiro chefe. Da mesma forma acontece, quando há necessidade de mais argamassa para ser utilizado no pavimento do pedreiro, porém é o servente quem solicita pessoalmente indo até o local da produção de argamassa, ou em momento oportuno, quando cruza com algum colaborador da produção da argamassa, ou mesmo pede para alguém que passar pelo canteiro fazer a solicitação.

No processo da produção de argamassa, o betoneiro possui dois auxiliares que o ajudam com serviços do tipo: transportar insumos para produção, peneirar a areia e retirar os pedregulhos da peneira (a areia fornecida não vem peneirada), varrer o chão ao redor da betoneira, encher padiolas de areia, transporte de argamassa até o guincho, etc.

Na situação encontrada, os materiais básicos estavam estocados próximo do local da produção de argamassa, como demonstrado no layout do canteiro, sendo o mais inconveniente o pessoal desta, estar de um lado da betoneira para colocar o cimento, areia, água, aditivo de cal (reboco interno) ou impermeabilizante para argamassa (reboco externo) e ter que passar para o outro lado para encher as padiolas de areia e carregar a betoneira.

A produção de argamassa é iniciada pelo menos 30 minutos mais cedo que o início efetivo da jornada de trabalho. Com isso, a grande quantidade de argamassa produzida na betoneira era também armazenada em seu interior ou descarregada no chão, porque a quantidade de carrinhos de mão não era suficiente para o transporte total da betonada. Esse fato pode ser explicado não só pela alta demanda inicial de argamassa, mas também pela alta taxa de espera pelo guincho. A argamassa, depois de carregada da betoneira para os carrinhos de mão, (transportado para o guincho para ser levado ao pavimento onde se realizava o trabalho de reboco), era descarregada no andar pelo próprio servente do pavimento no chão, próximo de onde estavam sendo realizados os trabalhos no pavimento. Na maioria das observações, os serventes estavam em plena atividade, e não percebiam a chegada do guincho em seu andar. Além da capacidade limitada de carregamento do guincho, a demora no descarregamento contribui mais ainda para o tempo de espera pelo mesmo.

As medidas utilizadas para a fabricação do concreto na obra são fornecidas pelo projetista (Ver Tabela 1, 2 e 3).

Tabela 1 - Instrumentos de dosagem

Material	Instrumento
Areia	Padiola de 34l (35x45x22cm)
Cimento	Saco de 50 kg
Aditivo de cal	Recipiente de 300 ml
Impermeabilizante de argamassa	1pacote de 1 kg
Água	Balde de 10L

Tabela 2 - Produção do reboco interno

Material	Quantidade/traço	Unidade
Areia	7 Padiolas = 238	l
Cimento	50	kg
Aditivo de cal	200	ml
Água	36	l

Tabela 3 - Produção do reboco externo

Material	Quantidade/traço	Unidade
Areia	5 Padiolas = 136	1
Cimento	50	kg
Impermeabilizante de argamassa	1	kg
Água	36	1

Porém, as observações *in loco* das quantidades de insumos adicionados na betoneira para a fabricação do traço não seguiram a precisão do projetista, o que mostra uma ineficiência em medições mais exatas. Em outras palavras, as medidas são feitas através da experiência do betoneiro, como consequência, nem todas as massas serão exatamente iguais, o “ponto” dado ao traço pode variar fazendo com que insumos se percam e materiais extras sejam desperdiçados deliberadamente.

7.3. Qualificação e quantificação das medições

7.3.1. Fluxograma do processo

7.3.1.1. Reboco interno

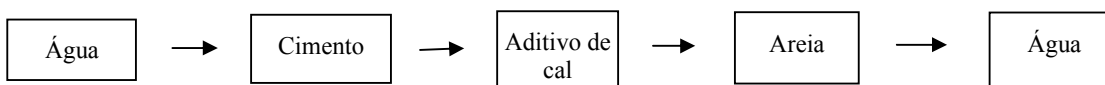


Figura 2 – Fluxograma do reboco interno

7.3.1.2. Reboco externo

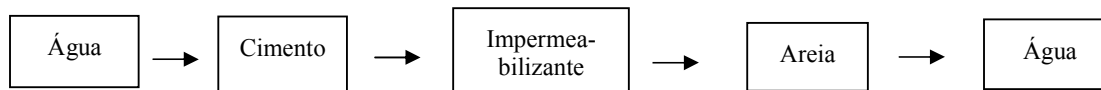


Figura 3 – Fluxograma reboco externo

7.4. Coleta de dados e análises das medições

Como considerações iniciais serão definidas os objetos de apresentação dos dados coletados, porém somente será demonstrado o diagrama de balanço de equipes.

O diagrama de balanço de equipes ou diagrama de barras consiste num diagrama representado por barras verticais, estas são subdivididas em blocos de tempo que correspondem às respectivas atividades ou “não-atividades” dos componentes observados e medidos. Os blocos podem ser denominados e representados pelo analista conforme o que foi observado. Por exemplo: “carregar a betoneira”, “espera”, “realizar trabalhos de limpeza”, “transportar o material da betoneira até o guincho”, etc (GERBAUER, 2002).

O diagrama de processo é outro instrumento que nos auxiliou na análise de processos de trabalho. As diferentes etapas de trabalho são listadas segundo a seqüência cronológica do fluxo de materiais e identificadas por símbolos, é indicado a trabalhar com cinco atividades principais: operação, transporte, inspeção, esperas e estocagem. Estes símbolos são utilizados para representar o fluxo de material a ser preparado e processado ao longo da cadeia de trabalho. O ponto central deste registro é o fluxo de materiais. É importante entender a diferença entre metros de transporte e homens-metro e máquinas-metro e aplicar estes conceitos de forma consequente. Os metros de transporte representam as distâncias percorridas por uma unidade de material entre um lugar e outro. Homens-metro e máquinas-metro representam as distâncias que uma pessoa ou máquina percorre ao transportar o material (GERBAUER, op cit).

A partir das duas semanas de medições da etapa da produção de argamassa para reboco interno e externo, foi possível estruturar as atividades dos colaboradores envolvidos. São apresentados os tempos médios de trabalho observados na etapa e descrição das principais atividades. O operário 1 é o betoneiro chefe, responsável pela recepção dos pedidos, das medições de insumos do processo para fabricação da argamassa e coordenação das atividades. Os operários 2 e 3 são os auxiliares, e estão encarregados de transportar matéria prima para a betoneira e transportar a argamassa pronta para o guincho, entre outras competências.

O layout do canteiro revela que os materiais de insumos para a fabricação de reboco interno e/ou externo são de fácil e rápido acesso. Isso pode ser mais bem observado com a elaboração de um diagrama de fluxo. A seguir, na figura 4, são mostrados o registro dos tempos parciais dos componentes da situação encontrada. Os tempos de espera dentro do processo de fabricação de argamassa estão em faixa considerada normal. Procurou-se estender os dados do diagrama desde o processo de produção de argamassa em si, até o transporte para o elevador, por ser este o fator limitante observado empiricamente pelos próprios funcionários do canteiro e, agora, pelas medições e na apresentação (Ver Figura 4).

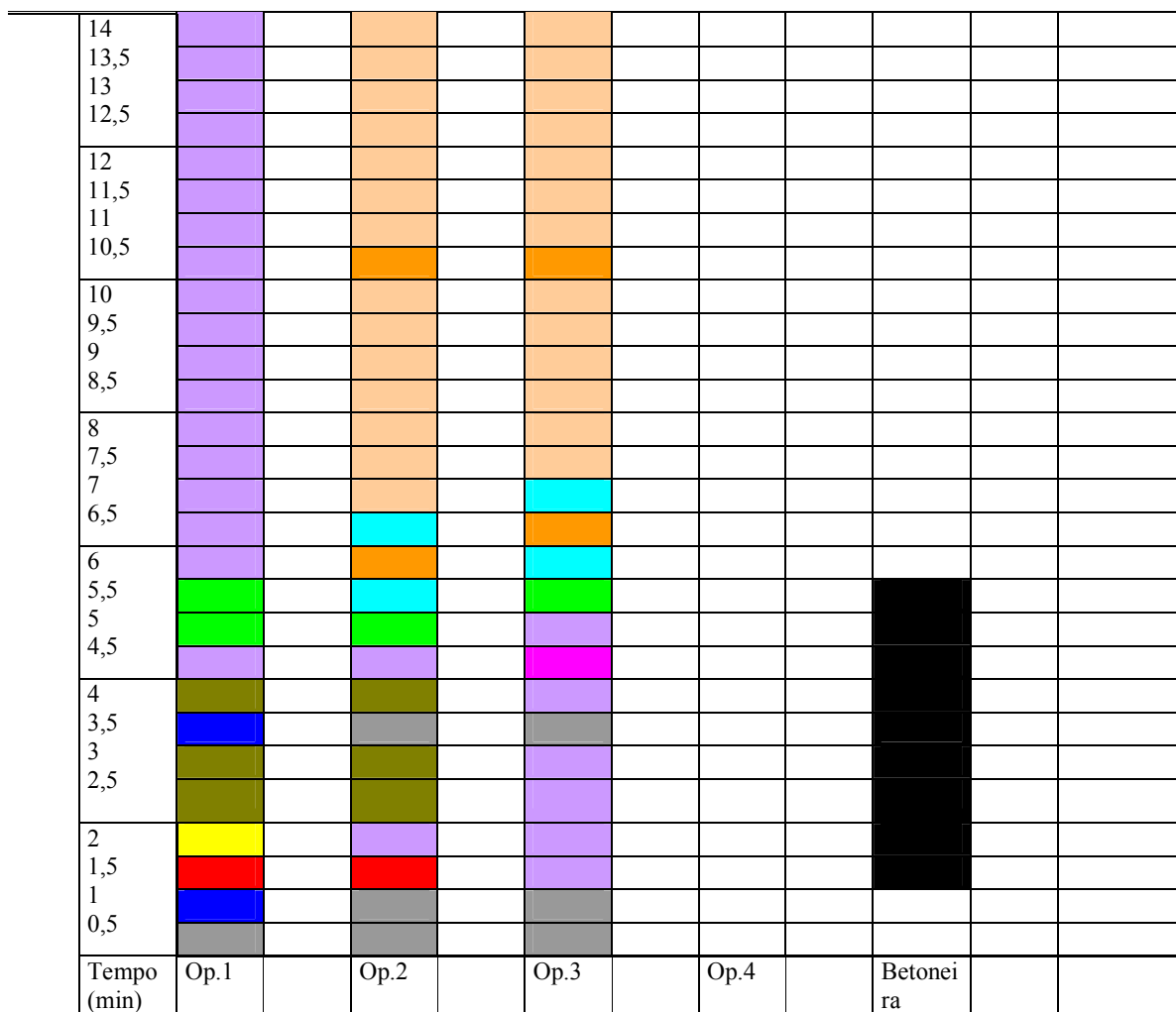
Na coluna referente ao diagrama do operário 1, a cor que representa outras atividades na legenda, poderia estar preenchida com a cor que representa espera do guincho. Porém, levou-se em consideração o fato de somente os operários 2 e 3 serem os responsáveis por carregar e descarregar os carrinhos no guincho.

A espera do guincho é um fator determinante no *lead time* (tempo de processamento mais tempo de entrega da argamassa ao pavimento solicitante) do processo. Neste caso, a problemática não está na operação da produção de argamassa propriamente dita, é bem claro que a espera pelo guincho e sua demora no descarregamento são longas, o que prejudica a produção e a agilidade no andamento da obra.

Ou seja, o tempo de espera no processamento da argamassa está na faixa normal de processamento, porém o tempo de entrega da argamassa para o pavimento preenche uma faixa de tempo maior. Além disso, mesmo sendo o processo de fabricação da argamassa para reboco com pouco tempo de espera, onde todos os colaboradores estão praticamente ocupados, esse não é necessariamente um processo eficiente e racionalizado.

Analisando-se o layout do canteiro, percebe-se que o percurso da betoneira onde sai a argamassa pronta até o guincho que levará aos pavimentos, é consideravelmente longa. O agravante é que a capacidade do guincho suporta em seu espaço físico apenas dois carrinhos-de-mão e cada traço da betoneira é suficiente para encher quatro desses. Ou seja, para cada traço é necessário a realização de duas viagens para escoar todo o traço para o(s) pavimento(s) solicitante(s). Sendo o tempo de espera dos carrinhos para a carga no guincho maior o suficiente para que haja tempo suficiente para a fabricação de outro traço, acontecerá da betoneira ter material estocado em seu interior ou mesmo teria de despejar no chão, pois ainda há uma espera pela volta dos carrinhos de mão.

Tabela 4 – Diagrama de balanço de equipes



Operários e máquinas observados

Legenda:

	Coloca água aditivo de cal (reboco interno) / impermeabilizante (reboco externo)		Limpeza		Transporta CM para guincho
	Por cimento		Despejar traço nos carros de mão		Encher padiolas (arenoso)
	Descarregar areia na betoneira		Espera do guincho		Outras atividades
	Dosar água		Carrega guincho		Operando

Por não ser permitido o transporte humano no guincho com a presença de materiais (NR 11) para descarregar a argamassa no pavimento-destino, a demora na espera do guincho se dá também pelo fato de nem sempre ter alguém no pavimento de destino esperando para a recepção do guincho.

Reiterando, esse processo foi analisado somente o ciclo completo para a fabricação de um traço (tempo de processamento mais tempo de entrega da argamassa ao pavimento solicitante). As análises dos diagramas possibilitam tirar as seguintes conclusões:

- a) Sendo um ciclo único completo em média de 14 min e o tempo intrínseco de processamento completo de insumos na betoneira para fabricação da argamassa de 6 min, pode-se fazer uma projeção para um ciclo contínuo (fabricação de traços de argamassa seguidamente), e conclui-se que haverá estoque de argamassa ou na própria betoneira, aguardando o carregamento nos carrinhos de mão ou mesmo estoque no chão, próximo a betoneira no caso em que se queira dar continuidade ao processo da produção sem que tenha sido feita a carga do carrinho de mão;
- b) Há necessidade de utilização de equipamento de transporte de argamassa para reboco com capacidade suficiente para ocupar exatamente o espaço físico do guincho com uma betonada;
- c) Com relação ao local do canteiro, pela topografia do terreno, não há possibilidade de aproximá-lo do guincho, pois os materiais como areia cimento e não disponibilizariam de espaço físico para estocagem.
- d) O fluxo de informações no canteiro para a solicitação de argamassa e o descarregamento no local de uso, dificulta a eficiência do processo.

7.5. Propostas de melhoria

Como propostas de melhoria visando à racionalização R1 do processo, têm-se:

- a) Considere o seguinte fato: a solicitação de argamassa pelos pavimentos se deu na maioria das observações o mínimo de meio traço e o máximo de um, e que os equipamentos para transporte usados eram carrinhos de mão (relação traço-carro de mão foi de 1:4). Propõe-se a utilização de giricas para o transporte de argamassa para os pavimentos, tendo em vista a relação traço-girica ser de 1:2. Isso acarretará em uma redução *lead time* (mais especificamente no tempo de transporte para os pavimentos) da média de 14 min para uma média de 10 min (deduzido o tempo de mais um carregamento e transporte de argamassa para o pavimento), ou seja, diminuição em aproximadamente 28 % do *lead time* atual.
- b) O processo de planejamento e controle de produção para ajudar a racionalizar o número de atividades do processo que não agregam valor, ou seja, aquelas atividades que consomem tempo, recursos e espaço e não somam para o andamento e agilidade do processo, como as identificadas;
- c) Realizar um estudo de local do canteiro de obras com arranjo físico que facilite o processo de fabricação de argamassa e a distribuição para os pavimentos;
- d) Melhor adequação dos materiais de medição e exposição de procedimento operacional padrão para a elaboração da argamassa (seja para reboco interno como para externo), a fim de diminuir a variabilidade da qualidade da argamassa, tanto por questão de segurança como de racionalização de materiais pelo não desperdício.
- e) O servente descarregar a argamassa transportada pelo guincho no rol do pavimento com o intuito de disponibilizar mais rapidamente possível, o guincho.
- f) O terceiro operário ser um real facilitador das atividades do betoneiro, realizado a movimentação para próximo da betoneira os insumos a serem utilizados pouco antes do instante da utilização e, além disso, nos tempos de folga, realizar o peneiramento para granulação de areia fina (considerando o fato de a areia chegar até a obra, ainda não estar pronta para o uso).
- g) A demora para o descarregamento dos carrinhos de mão no pavimento poderia ser resolvida mudando-se o canal de fluxo de informações: sistema de rádios transmissores para comunicação entre o betoneiro e os pedreiros de cada pavimento; sinal sonoro do elevador para informar a chegada do guincho ao pavimento. Essas seriam soluções racionais, que diminuiriam o tempo de descarregamento e distribuição da argamassa aos setores.
- h) Treinamento com o pessoal envolvido em todo processo para esclarecimentos de perdas de tempo em movimentos ou ações improdutivas.

i) Com relação ao tempo de atividade ao processo da produção de argamassa, sugere-se a aproximação dos instrumentos de dosagens do aditivo de cal e utilização de equipamentos com maior precisão nas atividades.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho realizou um estudo de caso na fabricação de argamassa para reboco interno e externo de um empreendimento da cidade do Natal/RN propondo a racionalização do tipo R1, desenvolvida por GEHBAUER (2002).

Ao longo do estudo do processo de produção de argamassa, foram detectadas longas demoras no transporte final da argamassa pronta para os pavimentos, seja de reboco interno ou externo, e o objetivo foi desenvolver propostas de melhoria para solucionar a problemática. Neste ponto, vale salientar a diminuição do *lead time* médio para distribuição aos pavimentos de 14 minutos para cerca de 10 minutos, caracterizando uma notável redução de 28%, que possibilita um prontidão no uso da argamassa e o aumento na produtividade e eficiência no serviço executado.

Desta forma, o trabalho visou propostas de melhorias diante da análise da etapa selecionada baseando-se em GEHBAUER (op cit), fazendo uso das suas tabelas e gráficos de diagrama de balanço, preenchidos baseando-se em dados colhidos ao longo de duas semanas de análises dos ciclos de produção, no qual cada um fabricava cerca de 1 traço de argamassa.

O estudo realizado na construtora teve total apoio da direção e dos colaboradores envolvidos na fabricação de argamassa para reboco. Seguindo os passos iniciais da produção mais limpa, o ecotime foi formado no qual se incluíam o diretor, engenheiro, arquiteto, mestre e contra-mestre, um consultor ambiental e, por fim, os estagiários.

Uma sequência de propostas de melhorias foi elaborada para que a implantação fosse o próximo passo do trabalho na construtora, tendo uma redução principal de 28% do *lead time* de produção. Espera-se dedicação substancial por parte do ecotime e do corpo geral de funcionários na empresa, com a internalização destes acerca da preocupação ambiental que se deve ter, pois, deveras, é essencial para que todos possam juntos desfrutar de um mundo melhor.

Portanto, o presente estudo buscou apresentar oportunidades que viabilizasse um fortalecimento do setor da construção civil no Estado do Rio Grande do Norte, em busca da sustentabilidade e competitividade através de métodos racionalizados.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A.F. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo em uma empresa do setor da construção civil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BERNARDES, M.M. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** LTC Editora, 2003.

CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável). 2007.

CIMINO, M. A. **Construção sustentável e eco-eficiência.** Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Disponível em:
http://www.editorasegmento.com.br/semesp2/detalhes_tese.php?cod_tese=10. Acessado em 08.05.2008.

CNTL. **Curso de Formação de Consultores em Produção Mais Limpa para Pequena e Microempresa.** Módulo 1, Porto Alegre, CNTL, 2003.

CÔTÉ, R; BOOTH, A; LOUIS B. **Eco-efficiency and SMEs in Nova Scotia, Canada.** In: Journal of Cleaner Production 14 (2006) 542 – 550.

GEHBAUER, F. **Racionalização na construção civil**. Recife: Projeto COMPETIR (SENAI, SEBRAE, GTZ), 2004.

_____. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha**. Curitiba: CEFET-PR, 2002.

GLAVIC, P.; LUKMAN, R. **Review of sustainability terms and their definitions**. Journal of Cleaner Production, v. 15, p. 1875 – 1885, February 2007.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. **Materiais ecológicos e tecnologias sustentáveis: teoria e prática das construções sustentáveis**. IDHEA, 2008.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR 11 - **Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**. Disponível em: <
http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_11.asp> Acesso em: 10/02/2008.

OLIVEIRA, J.M. **Dossiê técnico: Produção mais Limpa no Setor da Construção Civil**. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. CNTL. Rio Grande do Sul: SENAI, 2006.

WBCSD. **Eco-efficiency: creating more value with less impact**. Geneva, Switzerland: World Business Council for Sustainable Development; 2000.