

CLÁUDIA TOMIE YUKISHIMA ZÜGE

**ALINHAMENTO DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COM O
PLANO DIRETOR DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL EM PRÓ DO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

**São Paulo
2014**

CLÁUDIA TOMIE YUKISHIMA ZÜGE

**ALINHAMENTO DO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO COM O
PLANO DIRETOR DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL EM PRÓ DO
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Tese de Doutorado apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutora em
Ciências.

Área de Concentração: Departamento de
Engenharia de Energia e Automação
Elétricas

Orientador: Prof. Dr. Sergio Luiz Pereira

**São Paulo
2014**

Para meus pais,

Para Marcelo, Erik e Carol.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Doutor Sergio Luiz Pereira, pela motivação, amizade e orientação nesta tese de doutorado.

A meus pais Shigueo e Lúcia, pelo exemplo, apoio e educação.

A Marcelo Züge, pelo apoio e paciência de sempre.

A meus irmãos Cristina e Nilson, pela ajuda.

À Luzia e Marli, pela ajuda e dedicação.

À Roberta, Zulema e Odir, pelo apoio.

À Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, instituição que me formou e na qual passei alguns dos melhores anos de minha vida.

“Divida cada dificuldade
em quantas partes forem possíveis e necessárias para resolvê-la.”
(René Descartes)

RESUMO

Esta tese de doutorado apresenta uma metodologia para planejamento de projetos de automação industrial, considerando o alinhamento do Planejamento Estratégico, Plano Diretor da Automação Industrial e Desenvolvimento Sustentável. Intitulada MAPEAS, esta metodologia visa contribuir para o aprimoramento do processo de tomada de decisões em relação ao planejamento de projetos de automação industrial de forma que, além dos ganhos de eficiência e econômicos, também sejam atingidos bons níveis de sustentabilidade. A literatura apresenta alguns trabalhos relativos a Planejamento Estratégico e Sustentabilidade, porém a relação com automação industrial ainda não é abordada de forma sistemática e científica nas publicações acadêmicas ou mesmo técnicas. Para desenvolvimento da metodologia MAPEAS, o modelo de relatório da *Global Reporting Initiative* (GRI) foi utilizado devido à adoção do mesmo por 80% das 250 maiores empresas, segundo relatório da empresa KPMG *International* (2011). A avaliação da metodologia foi realizada a partir da análise de projetos de automação industrial de uma indústria química, sua aplicação e identificação dos benefícios alcançados.

Palavras-chave: Automação Industrial, Planejamento Estratégico, Alinhamento Estratégico, Plano Diretor da Automação Industrial, Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável

ABSTRACT

This thesis presents a methodology for industrial automation projects planning, considering the alignment of Strategic Planning, Master Plan of Industrial Automation and Sustainable Development. Entitled MAPEAS, this methodology aims to contribute to the improvement of the decision making process regarding industrial automation project planning so that, in addition to efficiency and economic gains, good levels of sustainability are also achieved. The literature presents some papers on the Strategic Planning and Sustainable Development, but the relationship with industrial automation is not yet addressed in a systematic and scientific way in academic or technical publications. In order to develop the methodology MAPEAS, the sustainability report model of the Global Reporting Initiative (GRI) was used due to its adoption by 80% of the 250 largest companies, according to a report from KPMG International (2011). The evaluation of the methodology is performed through the analysis of industrial automation projects in a chemical industry, its application and identification of the benefits achieved.

Keywords: Industrial Automation, Strategic Planning, Strategic Alignment, Master Plan of Industrial Automation, Sustainability, Sustainable Development

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de blocos de processo produtivo genérico	24
Figura 2 - Estágios de desenvolvimento e consumo de energia	28
Figura 3 - Participação de renováveis na matriz energética.....	29
Figura 4 - Qualidade de comunicação em relação ao nível de maturidade do processo.....	31
Figura 5 - Sete temas centrais da Responsabilidade Social segundo a norma ISO 26000	34
Figura 6 - Estágios da empresa em relação a indicador de profundidade	39
Figura 7 - Sugestão de processo de aplicação dos indicadores Ethos da RSE	40
Figura 8 - Facilitadores de integração de TI e TA	51
Figura 9 - Inibidores de integração TI e TA	52
Figura 10 - Níveis de hierarquia de automação.....	55
Figura 11 - Modelo de informação da planta de acordo com a MESA	56
Figura 12 - Modelo ISA-S95.....	57
Figura 13 - Fluxograma de implementação de um PDAI.....	60
Figura 14 - Níveis de planejamento.....	65
Figura 15 - Fluxograma do processo de planejamento estratégico do negócio	66
Figura 16 - Diagrama simplificado do Modelo de Planejamento Estratégico segundo Fischmann.....	69
Figura 17 - Etapas do planejamento, implementação e controle segundo Certo e Peter.....	71
Figura 18 - Fluxograma do modelo de análise da metodologia MAPEAS	73
Figura 19 – MAPEAS – Metodologia de Alinhamento PDAI, PE e Desenvolvimento Sustentável.....	83
Figura 20 - Procedimento A – Fluxograma das etapas adotadas para avaliação da MAPEAS	90
Figura 21- Procedimento B – Fluxograma com as etapas da avaliação da MAPEAS	92
Figura 22 - Gráfico de lacunas de economia da empresa Alcoa	96
Figura 23 - Arquitetura de Hardware do projeto na Petrocoque S.A.	101
Figura 24 - Arquitetura da rede de medidores da empresa ABC.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Princípios de desenvolvimento sustentável.....	26
Tabela 2 - Fontes de energia renováveis e não renováveis	27
Tabela 3 - Resumo dos princípios de Bellagio	36
Tabela 4 - Indicadores Ethos.....	38
Tabela 5 - Níveis de relatórios GRI	42
Tabela 6 - Princípios do Pacto Global da ONU	44
Tabela 7 - Dispositivos de acordo com os níveis de automação.....	54
Tabela 8 - Etapas do planejamento estratégico segundo Kotler	67
Tabela 9 - Etapas do planejamento estratégico segundo Stoner e Freeman.....	68
Tabela 10 - Etapas do planejamento estratégico segundo Fischmann	70
Tabela 11 - Etapas do planejamento, implementação e controle segundo Certo e Peter.....	71
Tabela 12 - Tabela comparativa do PDAI com Planejamento Estratégico	75
Tabela 13 - Indicadores do relatório de sustentabilidade GRI do grupo Econômico relacionados à Automação Industrial	77
Tabela 14 - Indicadores do relatório de sustentabilidade GRI do grupo Meio Ambiente relacionados à Automação Industrial	77
Tabela 15 - Resumo dos indicadores do relatório GRI relacionados à Automação Industrial.....	81
Tabela 16 - Escala dos níveis de automação.....	86
Tabela 17 - Projetos selecionados para aplicação da MAPEAS	104
Tabela 18 - Resultados dos projetos de automação industrial	107
Tabela 19 - Etapas da sequência de aprovação de projeto	111
Tabela 20 - Tabela relacional de metas com os projetos de automação industrial ..	113
Tabela 21 - Descrição da mão de obra utilizada nos projetos.....	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUM	Associação Brasileira da Indústria Química
AHP	Analytic Hierarchy Process
ARPA-E	Advanced Research Projects Agency-Energy
CBTA	Centro Brasileiro de Tecnologia de Automação
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CLP	Controlador Lógico Programável
CNC	Controle Numérico Computadorizado
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DCS	Distributed Control System
DOS	Disk Operating System
ERP	Enterprise Resource Planning
IAI	International Aluminium Institute
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrotécnicos
IHM	Interface Homem Máquina
IISD	International Institute for Sustainable Development
ISA	International Society of Automation
ISO	International Organization for Standardization
MES	Manufacturing Execution System
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association
MRP	Manufacturing Resource Planning
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OCS	Open Control System
ODM	Objetivos do Milênio
OHSAS	Occupation Health and Safety Assessment Series
ONU	Organização das Nações Unidas
ORNL	Oak Ridge National Laboratory
PAC	Programmable Automation Controller
PLC	Programmable Logic Controller
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
RSE	Responsabilidade Social Empresarial
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído

SWOT	Strength, Weaknesses, Opportunities and Threats
TI	Tecnologia da Informação
TA	Tecnologia da Automação
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância

SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Motivação	16
1.2 Objetivos.....	17
1.3 Justificativa	18
1.4 Metodologia.....	19
1.5 Estrutura do trabalho.....	20
2 SUSTENTABILIDADE E RESPONSABILIDADE SOCIAL CORPORATIVA (RSC)	22
2.1 Processos Produtivos e a Sustentabilidade.....	23
2.2 Fundamentos de Desenvolvimento Sustentável.....	24
2.3 Fontes de Energia Renováveis e Não Renováveis.....	27
2.4 Considerações finais do capítulo	29
3 RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVOS.....	30
3.1 Emissão de relatórios de sustentabilidade	30
3.2 Padrão ISO 26000.....	33
3.3 Projeto Bellagio.....	35
3.4 Modelo do Instituto Ethos	36
3.5 Modelo Global Reporting Initiative (GRI)	41
3.5.1 Nível de aplicação do relatório GRI.....	41
3.5.2 Relatório GRI.....	42
3.6 Pacto Global da ONU (United Nations Global Compact)	43
3.7 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (Millennium Development Goals - MDG).....	45

3.8	Considerações finais do capítulo	45
4	TECNOLOGIA DA AUTOMAÇÃO E PLANEJAMENTO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.....	46
4.1	Definições: Sistema e Planta Industrial	46
4.2	Hardware e Software de Automação Industrial	47
4.2.1	<i>Sistema SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition</i>	<i>47</i>
4.2.2	<i>Controladores Programáveis – CLP, PAC e SDCD.....</i>	<i>48</i>
4.2.3	<i>Interfaces Homem-Máquina (IHMs)</i>	<i>49</i>
4.2.4	<i>Sistemas Supervisórios</i>	<i>50</i>
4.2.5	<i>Redes de Automação</i>	<i>50</i>
4.3	Integração de Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia da Automação (TA)	51
4.3.1	<i>Computer Integrated Manufacturing (CIM)</i>	<i>54</i>
4.3.2	<i>Manufacturing Execution System (MES)</i>	<i>56</i>
4.3.3	<i>Modelo ISA-95 (International Society of Automation)</i>	<i>57</i>
4.4	Plano Diretor da Automação Industrial (PDAI).....	58
4.4.1	<i>Especialidades envolvidas no Planejamento da Automação Industrial</i>	<i>59</i>
4.4.2	<i>Fases do PDAI.....</i>	<i>60</i>
4.5	Considerações finais do capítulo	61
5	TÓPICOS DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	62
5.1	Planejamento.....	62
5.2	Estratégia.....	63
5.3	Planejamento Estratégico	64
5.4	Metodologias de Planejamento Estratégico	65
5.4.1	<i>Metodologia apresentada por Kotler.....</i>	<i>66</i>
5.4.2	<i>Metodologia apresentada por Stoner e Freeman.....</i>	<i>67</i>
5.4.3	<i>Metodologia proposta por Fischmann.....</i>	<i>69</i>
5.4.4	<i>Metodologia proposta por Certo e Peter</i>	<i>70</i>

5.5	Considerações finais do capítulo	72
6	METODOLOGIA DE ALINHAMENTO DO PDAI COM PE EM PRÓ DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - MAPEAS.....	73
6.1	Análise de Planejamento Estratégico da empresa em relação à sustentabilidade	74
6.2	Análise das etapas do PDAI em relação ao Planejamento Estratégico	74
6.3	Análise dos índices de sustentabilidade que são influenciados pela Automação Industrial	76
6.4	MAPEAS - Metodologia de Alinhamento PDAI com PE em Pró do Desenvolvimento Sustentável	82
6.4.1	<i>Etapa 1 - Análise e eventual redefinição da missão, visão e valores da empresa</i>	<i>83</i>
6.4.2	<i>Etapa 2 - Análise e definição de indicadores de sustentabilidade pertinentes à empresa</i>	<i>84</i>
6.4.3	<i>Etapa 3 - Análise do ambiente externo</i>	<i>85</i>
6.4.4	<i>Etapa 4 - Análise do ambiente interno</i>	<i>85</i>
6.4.5	<i>Etapa 5 - Análise da Situação Atual da Automação.....</i>	<i>85</i>
6.4.6	<i>Etapa 6 - Formulação de metas</i>	<i>86</i>
6.4.7	<i>Etapa 7 - Análise de recursos</i>	<i>86</i>
6.4.8	<i>Etapa 8 - Formulação de estratégia.....</i>	<i>87</i>
6.4.9	<i>Etapa 9 - Implementação da estratégia</i>	<i>87</i>
6.4.10	<i>Etapa 10 - Realimentação e controle.....</i>	<i>88</i>
6.5	Considerações finais do capítulo	88
7	AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA MAPEAS	89
7.1	Procedimento A - Análise de um projeto de automação industrial de três empresas diferentes; coleta de dados baseada em documentos de domínio público	94
7.1.1	<i>Alcoa Inc.</i>	<i>94</i>
7.1.2	<i>Lwarcel Celulose Ltda</i>	<i>98</i>
7.1.3	<i>Petrocoque S. A.</i>	<i>100</i>

7.2	Procedimento B – Análise de um conjunto de projetos de automação industrial de uma única empresa em anonimato; coleta informal de dados	103
7.2.1	<i>Etapa 1 – Definição de uma empresa de grande porte para aplicação da metodologia</i>	103
7.2.2	<i>Etapa 2 – Levantamento dos projetos de automação executados em um determinado período</i>	104
7.2.3	<i>Etapa 3A – Análise dos investimentos e metas definidos no estágio inicial dos projetos</i>	105
7.2.4	<i>Etapa 4A – Avaliação dos resultados dos projetos e eventuais ganhos de sustentabilidade</i>	107
7.2.5	<i>Etapa 3B – Aplicação da MAPEAS considerando os mesmos investimentos e metas</i>	109
7.2.6	<i>Etapa 4B – Avaliar os resultados dos projetos e eventuais ganhos de sustentabilidade</i>	117
7.2.7	<i>Etapa 5 – Análise comparativa dos resultados com e sem a aplicação da MAPEAS</i>	118
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
8.1	Conclusões	119
8.2	Contribuições	119
8.3	Trabalhos futuros	121
	REFERÊNCIAS	123

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

O cenário econômico global está em constante evolução, tanto no que se refere a suas particularidades, quanto em suas relações com outros cenários. Na trama complexa de relações que se vai tecendo, uma questão que permeia todos os setores das sociedades atuais é a do desenvolvimento sustentável. Explorar recursos do planeta não se concebe mais como atitude predatória, imediatista. A demanda por recursos já existentes e a criação de novos recursos que atendam às crescentes necessidades humanas deveriam levar em conta a vida das gerações futuras, numa atitude de comprometimento e preservação da vida no planeta.

Nesta perspectiva, atualmente, não é suficiente para uma empresa somente apresentar ao mercado um bom produto com preço competitivo. Ao lado de procurar melhorar os produtos, as empresas também devem apresentar soluções para destinação final dos mesmos, quando se dá o encerramento do seu ciclo de vida; ao lado disto impõe-se a melhoria dos processos. Assim, toda corporação que desejar continuar existindo nas próximas décadas deve incorporar os padrões de sustentabilidade nos processos de produção, já concebidos nesta direção em processos decisórios.

Em busca da obtenção de produtos de alta qualidade a preços competitivos, ou seja, para atingir a qualidade e a produtividade exigidas pelo mercado, as empresas enfatizam, cada vez mais, a necessidade de reciclar pessoal devido à introdução de novos equipamentos ou métodos de produção, a utilização de novas metodologias de planejamento e o controle da produção com o auxílio de computadores. Para isto, valem-se da automação industrial, que consiste na utilização de equipamentos e sistemas automáticos que exigem pouca ou nenhuma intervenção humana nas operações. Segundo Groover (2001), as principais razões para automação são:

- a) Barateamento da produção;
- b) Substituição do elemento humano na monitoração, supervisão e controle dos processos;
- c) Eliminação do trabalho humano em tarefas repetitivas ou perigosas;

- d) Aumento da produção por meio da redução de tempos e operações desnecessárias;
- e) Aumento da quantidade de produtos fabricados dentro das especificações dos padrões de qualidade;
- f) Aperfeiçoamento de recursos e mão de obra;
- g) Fornecimento de dados para sistemas de gerenciamento e planejamento;
- h) Aumento da segurança humana e patrimonial dos processos produtivos.

Pelo exposto, pode-se afirmar que a automação industrial deveria ser implantada em consonância com uma política de sustentabilidade adotada pela empresa. Isto significa dizer que ações pontuais relativas à automação industrial podem contribuir para a sustentabilidade da empresa, porém melhores resultados só serão obtidos caso haja um planejamento em relação às ações ligadas à automação industrial.

Uma das formas de organizar projetos de automação industrial é a formulação do Plano Diretor da Automação Industrial (PDAI). Para o sucesso do PDAI, torna-se importante que o mesmo esteja alinhado estrategicamente com o Planejamento Estratégico (PE) da empresa. Por alinhamento estratégico entende-se o ajuste entre diversos projetos da empresa considerada como um todo, no tocante às concepções e focos de ação. Segundo Miles e Snow (1984), o alinhamento estratégico procura ajustar a organização aos seus ambientes externos e aos recursos internos.

Em relação ao ambiente externo, a opinião pública e os consumidores devem ser considerados, pois exercem, cada vez mais, pressão sobre as empresas, principalmente em assuntos de sustentabilidade. Diante disto, o alinhamento estratégico das empresas que buscam sobreviver no mercado deve, necessariamente, satisfazer a estes requisitos em seus planejamentos, seja qual for a instância a que se refira.

1.2 Objetivos

Em vista do exposto, esta tese de doutorado propõe uma metodologia para planejamento de projetos de automação industrial, alinhando o Planejamento

Estratégico (PE) com o Plano Diretor da Automação Industrial (PDAI) em pró do Desenvolvimento Sustentável. Denominada MAPEAS (Metodologia de Alinhamento do Planejamento Estratégico com o Plano Diretor da Automação Industrial em pró do Desenvolvimento Sustentável), esta metodologia tem, como principal objetivo, auxiliar no processo decisório para a elaboração do planejamento de projetos de automação industrial, de forma que os mesmos sejam menos impactantes do ponto de vista ambiental e que, portanto, contribuam para que a empresa melhore, continuamente, os seus índices de sustentabilidade.

1.3 Justificativa

Existem pesquisas que apontam que o aumento da competitividade das empresas está, de alguma forma, relacionado às questões de estratégia: alinhamento estratégico nas empresas (SABHERWAL; CHAN, 2001), alinhamento de prioridades estratégicas ao longo dos níveis hierárquicos (JOSHI; KATHURIA; PORTH, 2003), integração de objetivos estratégicos (SWINK; NARASIMHAN; WANG, 2007), dentre outros.

No que se refere ao alinhamento estratégico entre o negócio empresarial e a tecnologia da informação, o assunto é discutido por vários autores (TEO; KING, 1996; MIRANI; LEDERER, 1998; LUFTMAN, 2006; CUMPS et al, 2009). Segundo Luftman (2006), o processo para atingir o alinhamento estratégico é dinâmico e necessita suporte do nível gerencial, boas relações de trabalho, liderança, priorização adequada, confiança, e comunicação efetiva. Estes fatores também devem ser considerados quando se analisa o alinhamento do PDAI com o PE e desenvolvimento sustentável. Corroborando, Bergeron; Raymond; Rivard (2004) demonstram que empresas com baixo desempenho exibem conflitos de coalinhamento de estratégia e estrutura de negócio e estratégia e estrutura de TI.

Também existem pesquisas acadêmicas para desenvolver metodologias de alinhamento ou conversão da Tecnologia da Informação (TI) com a Tecnologia da Automação (TA). Entre elas, a de Silva (2013) apresenta uma metodologia para planejamento da convergência da Tecnologia da Informação (TI) com a Tecnologia da Automação (TA) em projetos industriais.

Embora existam trabalhos relativos ao tema do alinhamento estratégico, planejamento estratégico, tecnologia da automação e tecnologia da informação, as suas relações com a sustentabilidade ainda parecem ser pouco abordadas, abrindo espaço para uma área de pesquisa que pode ser melhor explorada, englobando os seguintes tópicos: planejamento estratégico, plano diretor da automação industrial e desenvolvimento sustentável. Neste contexto, os questionamentos que esta tese de doutorado busca responder são:

- a) Como planejar os projetos de automação industrial de modo a alinhar o planejamento estratégico, plano diretor da automação industrial e desenvolvimento sustentável?
- b) Como a automação industrial pode auxiliar na melhoria dos índices de sustentabilidade?

1.4 Metodologia

A metodologia utilizada nesta tese de doutorado constou de estudos teóricos sobre sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, planejamento estratégico, plano diretor da automação industrial, Tecnologia da Informação (TI), Tecnologia da Informação (TA) e integração TI e TA. A partir da análise de relatórios de empresas, foram levantados os materiais orientadores mais utilizados para elaboração de seus relatórios de sustentabilidade com vistas à apresentação neste trabalho.

A formulação de nova uma metodologia foi obtida por meio da análise de alinhamento de grupos contendo:

- a) Planejamento estratégico e desenvolvimento sustentável;
- b) Planejamento estratégico e PDAI;
- c) Índices de sustentabilidade e PDAI.

A avaliação da metodologia foi efetuada por meio de dois procedimentos. O primeiro, denominado procedimento A, foi aplicado em três empresas a partir de informações disponíveis publicamente e o segundo, denominado procedimento B, em uma empresa cujos dados de projetos de automação industrial foram disponibilizados, porém a identidade da empresa teve que ser mantida confidencial.

Segundo Merriam (2009), um estudo de caso qualitativo deve compartilhar quatro características com as outras formas de pesquisa qualitativa:

- a) A pesquisa do significado e entendimento;
- b) O pesquisador como instrumento primário de coleta e análise de dados;
- c) Uma estratégia de investigação indutiva;
- d) Produto final ricamente descritivo.

De acordo com este autor, estudo de caso é uma análise descritiva em profundidade de um sistema delimitado. Para Yin (1994), é uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo em um contexto de vida real. Conforme Amaratunga et al. (2002), estudos de caso detalhados são importantes para o entendimento do significado de conceitos anexados a comportamentos particulares e de como os comportamentos se relacionam.

1.5 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em oito capítulos:

O Capítulo 1 apresenta a introdução deste trabalho.

O Capítulo 2 apresenta tópicos de sustentabilidade e responsabilidade social corporativa. Está dividido em quatro seções:

- a) Processos produtivos e a sustentabilidade;
- b) Fundamentos de desenvolvimento sustentável;
- c) Fontes de energia renováveis e não renováveis;
- d) Considerações finais do capítulo.

O Capítulo 3 traz exemplos de relatórios de sustentabilidade corporativos. Eles foram selecionados a partir de pesquisa bibliográfica e análise de relatórios de sustentabilidade empregados por empresas de grande porte. Possui sete seções:

- a) Padrão ISO 26000;
- b) Projeto Bellagio;
- c) Modelo do Instituto Ethos;
- d) Modelo *Global Reporting Initiative* (GRI);
- e) Pacto Global da ONU (*United Nations Global Compact*);

- f) Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (MDG – *Millennium Development Goals*);
- g) Considerações finais do capítulo.

O Capítulo 4 apresenta tópicos de tecnologia da automação e planejamento da automação industrial. Tem cinco seções:

- a) Definições: Sistema e Planta Industrial;
- b) *Hardware* e *Software* de Automação Industrial;
- c) Integração de Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia da Automação (TA);
- d) Plano Diretor da Automação Industrial (PDAI);
- e) Considerações finais do capítulo.

O Capítulo 5 apresenta tópicos de planejamento estratégico. Possui cinco seções:

- a) Planejamento;
- b) Estratégia;
- c) Planejamento estratégico;
- d) Metodologias de planejamento estratégico;
- e) Considerações finais do capítulo.

O Capítulo 6 apresenta a Metodologia de Alinhamento do PDAI com PE em Pró do Desenvolvimento Sustentável denominada MAPEAS.

O Capítulo 7 é dedicado à apresentação da avaliação da metodologia proposta neste trabalho.

O Capítulo 8 traz as considerações finais. Nele são pontuadas as conclusões, contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

2 SUSTENTABILIDADE E RESPONSABILIDADE SOCIAL CORPORATIVA (RSC)

Embora todo processo produtivo tenha, como objetivo, gerar um produto, ao mesmo tempo, produz sucata e lixo. Concomitantemente, índices de sustentabilidade podem ser obtidos ao longo da cadeia produtiva; para tanto, a monitoração dos gastos de energia, de matéria-prima e de produção de resíduos é essencial para obtenção dos índices de sustentabilidade e para a identificação de melhorias no processo. Por isto, na atual conjuntura, além de produtos de qualidade a preços competitivos, a Responsabilidade Social Corporativa é essencial para que uma empresa se mantenha no mercado.

A Responsabilidade Social Corporativa também é conhecida como Responsabilidade Social Empresarial. Segundo o Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social (INSTITUTO ETHOS - EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL, 2003, p. 13):

a Responsabilidade Social Empresarial (RSE) está além do que a empresa deve fazer por obrigação legal. A relação e os projetos com a comunidade ou as benfeitorias para o público interno são elementos fundamentais e estratégicos para a prática da RSE. Mas não é só. Incorporar critérios de responsabilidade social na gestão estratégica do negócio e traduzir as políticas de inclusão social e de promoção da qualidade ambiental, entre outras, em metas que possam ser computadas na sua avaliação de desempenho é o grande desafio.

De acordo com Wether e Chandler (2011), RSC envolve o relacionamento entre as corporações e as sociedades com as quais elas interagem. Para a RSC, a sociedade é definida em seu sentido mais amplo, incluindo todas as partes ou grupos que possuem interesse nas operações da empresa.

Os *stakeholders*, ou as partes interessadas, variam desde consumidores, empregados, fornecedores e autoridades reguladoras, até outros constituintes, tais como comunidades locais e meio ambiente.

Cada vez mais, as empresas devem considerar as partes interessadas em seu planejamento. Nos dias atuais, é reconhecida a sua importância no sucesso das empresas que buscam atuar de forma a não ignorá-las.

2.1 Processos Produtivos e a Sustentabilidade

Em sua busca por sobrevivência, a necessidade fez o homem aprender a observar a natureza e tentar reproduzir, controlar e transformar diferentes eventos. Para tanto, utilizando sua criatividade, ele desenvolveu ferramentas e processos artificiais a fim de atingir seus objetivos de transformação e controle de processos (PEREIRA, 2009).

Ritzman e Krajewski (2004, p. 3) definem processo como:

um processo é uma atividade que parte de um ou mais insumos, transforma-os e lhes agrega valor, criando um ou mais produtos (ou serviços) para os clientes. O tipo de processo pode variar. Em uma fábrica, por exemplo, um processo primário seria a transformação física ou química de matérias-primas em produtos. Existem, porém, muitos processos não relacionados à manufatura em uma fábrica, como o processamento de pedidos, o acerto de compromissos com os clientes e o controle do processo.

Ogata (2003, p. 2) apresenta outra definição:

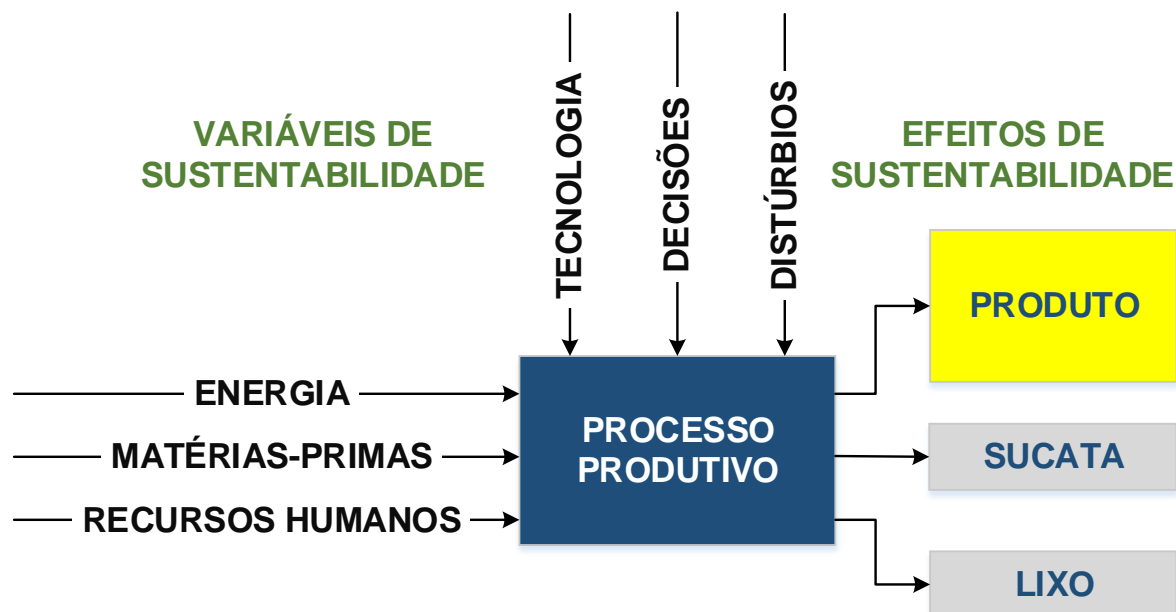
processo é uma operação ou desenvolvimento natural que evolui progressivamente, caracterizado por uma série de mudanças graduais que se sucedem, umas em relação às outras, de um modo relativamente estável e objetivando um particular resultado ou meta; ou uma operação artificial ou voluntária, que se constitui por uma série de ações controladas ou movimentos sistematicamente dirigidos objetivando um particular resultado ou meta. Processo é toda operação a ser controlada.

Neste trabalho, é utilizada a definição de Ritzman e Krajewski (2004); para diferenciação dos processos desenvolvidos pela atividade humana dos processos naturais, é utilizado o termo processo produtivo.

Conforme Pereira (2009), os processos produtivos podem ser modelados conforme ilustrado na Figura 1.

Observa-se que todo processo produtivo demanda como variáveis físicas de entrada: energia, matérias-primas e recursos humanos e que gera, ao lado de seu produto, lixo e sucata. Sugere-se também que a Tecnologia da Informação (TI) e a Tecnologia da Automação (TA) podem contribuir, de forma significativa, para que processos produtivos sejam menos impactantes ao meio ambiente.

Figura 1 - Diagrama de blocos de processo produtivo genérico



Fonte: Pereira (2009)

Entretanto, para que os melhores benefícios da TI e da TA sejam obtidos, é necessário que os primeiros estágios de definição dos projetos materializados no PDAI já tenham um perfeito alinhamento com desenvolvimento sustentável.

2.2 Fundamentos de Desenvolvimento Sustentável

Nos anos 80, a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED) definiu sustentabilidade como desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das futuras gerações (SCOTT, 2010).

O desenvolvimento sustentável enfatiza a evolução da sociedade de acordo com os processos de meio ambiente. Segundo Glavic e Lukman (2007), as limitações dos recursos econômicos, da sociedade e ambientais devem ser consideradas para contribuir com as gerações atuais e futuras.

A legislação, juntamente com as partes interessadas, tem atuado como força para que a indústria passe a se interessar no tema da sustentabilidade. Existem várias definições para sustentabilidade corporativa.

De acordo com o *International Institute for Sustainable Development* (IISD), para atingir o desenvolvimento sustentável, seu conceito deve ser expresso de forma que seja familiar para líderes de negócio.

Segundo o *International Institute for Sustainable Development* (IISD) (2012, p.1), desenvolvimento sustentável significa:

a adoção de estratégias de negócio e atividades que atendam às necessidades da empresa e das partes interessadas nos dias atuais enquanto protegendo, sustentando e melhorando os recursos humanos e naturais que serão necessários no futuro.

A definição, conforme a IISD, visa auxiliar diretores de negócio a aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável em suas organizações. É importante ressaltar que o desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado por, somente, uma empresa isolada; é necessário que cada participante da economia global ponha em prática o significado de desenvolvimento sustentável.

De acordo com o relatório “Avaliando desenvolvimento sustentável”, os termos sustentabilidade, desenvolvimento e desenvolvimento sustentável são definidos (HARDI; ZDAN, 1997, p. 8-9):

A idéia de sustentabilidade é a permanência de certas características necessárias e desejadas de pessoas, suas comunidades e organizações, e para o ecossistema circundante ao longo de um período muito longo de tempo (indefinidamente). Conseguir progresso rumo à sustentabilidade implica, portanto, manutenção e melhoria de preferência, bem-estar humano e do ecossistema, não um em detrimento do outro. A idéia expressa a interdependência entre as pessoas e o mundo ao redor. Desenvolvimento significa expandir ou perceber as potencialidades, trazer gradualmente para um estado mais completo, maior ou melhor. Tem tanto características qualitativa e quantitativa e é para ser diferenciado do crescimento que se aplica a um aumento quantitativo das dimensões físicas. O desenvolvimento sustentável não é um "estado fixo de harmonia." Pelo contrário, é uma processo contínuo de evolução em que as pessoas tomam as ações condizentes ao desenvolvimento que satisfaz as suas necessidades atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades. Por outro lado, as ações que reduzem a capacidade das gerações futuras satisfazerem suas próprias necessidades devem ser evitadas.

Segundo o *International Institute for Environment and Development* e o *World Business Council for Sustainable Development* (2002), a contribuição para o desenvolvimento sustentável envolve quatro dimensões: social, econômica, ambiental e governança, com traçados de objetivos específicos para cada uma delas. O conjunto constitui um rol de princípios de desenvolvimento sustentável. É o que mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Princípios de desenvolvimento sustentável

Esfera	Objetivos
Econômica	Maximizar o bem estar do homem.
	Assegurar o uso eficiente dos recursos, naturais ou não.
	Procurar identificar e internalizar custos ambientais e sociais.
	Manter e aprimorar condição para viabilizar a empresa.
Social	Assegurar distribuição justa dos custos e benefícios de desenvolvimento.
	Respeitar e reforçar os direitos fundamentais dos seres humanos.
	Procurar manter as melhorias ao longo do tempo; assegurar que o esgotamento dos recursos naturais não irá privar as gerações futuras.
Ambiental	Promover gestão responsável dos recursos naturais e do meio ambiente, incluindo remediação de danos passados.
	Minimizar o desperdício e danos ambientais ao longo de toda a cadeia de abastecimento.
	Ter exercício de prudência onde os impactos são desconhecidos ou incertos.
	Operar dentro de limites ecológicos e proteger o capital natural crítico.
Governança	Dar suporte à democracia representativa, incluindo tomada de decisão participativa.
	Estimular a livre iniciativa dentro de um sistema de regras claras e justas e incentivos.
	Evitar excessiva concentração de poder.
	Assegurar a transparência através da prestação de contas a todos os interessados, com acesso a informações relevantes e precisas.
	Garantir a responsabilização pelas decisões e ações, que são baseadas em uma análise abrangente e confiável.
	Incentivar a cooperação, a fim de construir a confiança e os objetivos e valores comuns.
	Assegurar que as decisões sejam tomadas no nível hierárquico adequado dentro da empresa.

Fonte: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT AND WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT, 2002

Embora o *International Institute for Environment and Development* e o *World Business Council for Sustainable Development* (2002) apresentem quatro pilares para o desenvolvimento sustentável, o conceito mais utilizado na literatura acadêmica é o do *Triple Bottom Line* no qual, conforme apresentado inicialmente por Elkington (1997)¹ apud Ljungberg (2007), o desenvolvimento sustentável é constituído de três pilares: econômico, social e meio ambiente. Segundo o autor, o conceito de *Triple Bottom Line* pode ser representado por um triângulo cujos vértices

¹ J. Elkington. *Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business*. New Society Publishers, Gabriola Island (1997)

são: ecologia (proteção ao meio ambiente), igualdade (igualdade social) e economia (crescimento econômico).

2.3 Fontes de Energia Renováveis e Não Renováveis

No contexto de responsabilidade social corporativa, o uso das fontes de energia possui grande importância devido a seu grande impacto nos índices de sustentabilidade.

As fontes de energia são classificadas em renováveis e não renováveis. A Tabela 2 apresenta um resumo das fontes de energia renováveis e não renováveis.

Tabela 2 - Fontes de energia renováveis e não renováveis

Fontes		Energia Primária	Energia Secundária
Não-renováveis	Fósseis	carvão mineral	termoeletricidade, calor, combustível para transporte
		petróleo e derivados	
		gás natural	
	Nuclear	materiais físséis	termoeletricidade, calor
Renováveis	"Tradicionais"	biomassa primitiva: lenha de desmatamento	calor
	"Convencionais"	potenciais hidráulicos de médio e grande porte	hidroeletricidade
		potenciais hidráulicos de pequeno porte	
	"Novas"	biomassa "moderna": lenha replantada, culturas energéticas (cana-de-açúcar, óleos vegetais)	biocombustíveis (etanol, biodiesel), termoeletricidade, calor
		outros	calor, eletricidade fotovoltaica
			calor e eletricidade
			eletricidade

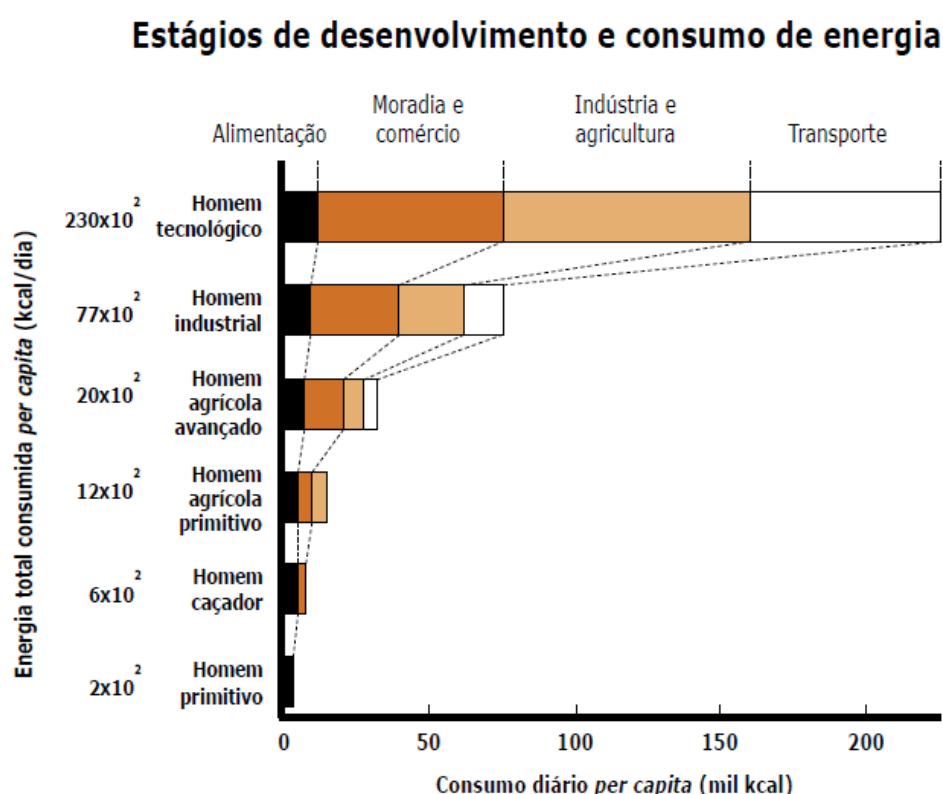
Fonte: GOLDEMBERG ; LUCON, 2006-2007

As fontes fósseis de energia (petróleo, carvão mineral, gás natural, dentre outros) e nuclear necessitam de um horizonte de tempo geológico para se renovarem; por isto, elas são consideradas fontes de energia não renováveis.

No caso das fontes renováveis de energia, as mesmas são repostas imediatamente pela natureza, como é o caso da energia solar e eólica.

Um grande problema é que as necessidades atuais do ser humano são muito maiores do que eram antigamente, desde o simples consumo de alimentos até o uso de recursos produtivos. Segundo Goldemberg e Lucon (2006-2007), há um milhão de anos atrás, o homem primitivo necessitava duas mil calorias por dia para viver, enquanto que, nos dias atuais, o homem tecnológico consome mais de cem vezes o que o homem primitivo consumia. A Figura 2 apresenta os estágios de desenvolvimento do homem e o seu consumo de energia.

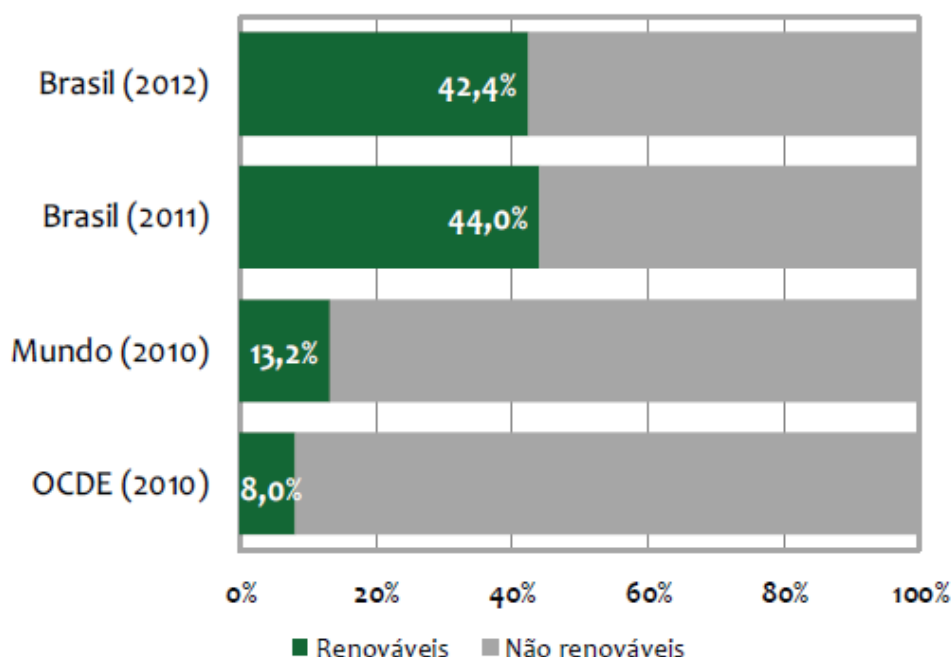
Figura 2 - Estágios de desenvolvimento e consumo de energia



Fonte: GOLDEMBERG ; LUCON, 2006-2007.

O maior consumo de energia do homem repercute em questões de desenvolvimento sustentável porque a maior parte da energia consumida por ele é proveniente de fontes não renováveis. Apesar da matriz energética do Brasil possuir mais de 40% de fontes renováveis, a situação da média mundial é muito mais crítica, apresentando somente 13.2%, conforme apresentado na Figura 3, que ilustra a participação de fontes renováveis na matriz energética, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2013).

Figura 3 - Participação de renováveis na matriz energética



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética – EPE , 2013

A OCDE corresponde aos países membros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico que promove políticas para melhorar a situação econômica e social das pessoas ao redor do mundo (OECD, 2014).

Outro fator que torna as fontes de energia um fator crítico em relação ao desenvolvimento sustentável é que, segundo o Balanço Energético Nacional 2013, elaborado pela EPE, o consumo de energia elétrica e gás natural pelas famílias aumentou mais de 5% em 2012, devido ao aumento de renda, facilidades de crédito e aumento da oferta.

2.4 Considerações finais do capítulo

Para entender o exercício da RSC, que está vinculado à adesão a uma política de sustentabilidade, este capítulo apresenta alguns fundamentos de desenvolvimento sustentável e como os processos produtivos podem desenvolver-se em conexão com eles. A questão do uso das fontes de energia nos processos produtivos (que implica, diretamente, na exploração de recursos naturais) assume um lugar importante nas discussões sobre sustentabilidade, motivo pelo qual este aspecto da produção interessa, particularmente, a este trabalho.

3 RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE CORPORATIVOS

Questões relacionadas à sustentabilidade têm ganho ênfase nas empresas. É possível observar uma grande quantidade de empresas que passaram a utilizar relatórios versando sobre o assunto. Segundo Roca e Searcy (2012), os relatórios de sustentabilidade corporativos possuem várias denominações: relatórios de sustentabilidade, de desenvolvimento sustentável, de responsabilidade social corporativa, de responsabilidade corporativa, dentre outros. Neste trabalho, o termo utilizado é relatório de sustentabilidade.

3.1 Emissão de relatórios de sustentabilidade

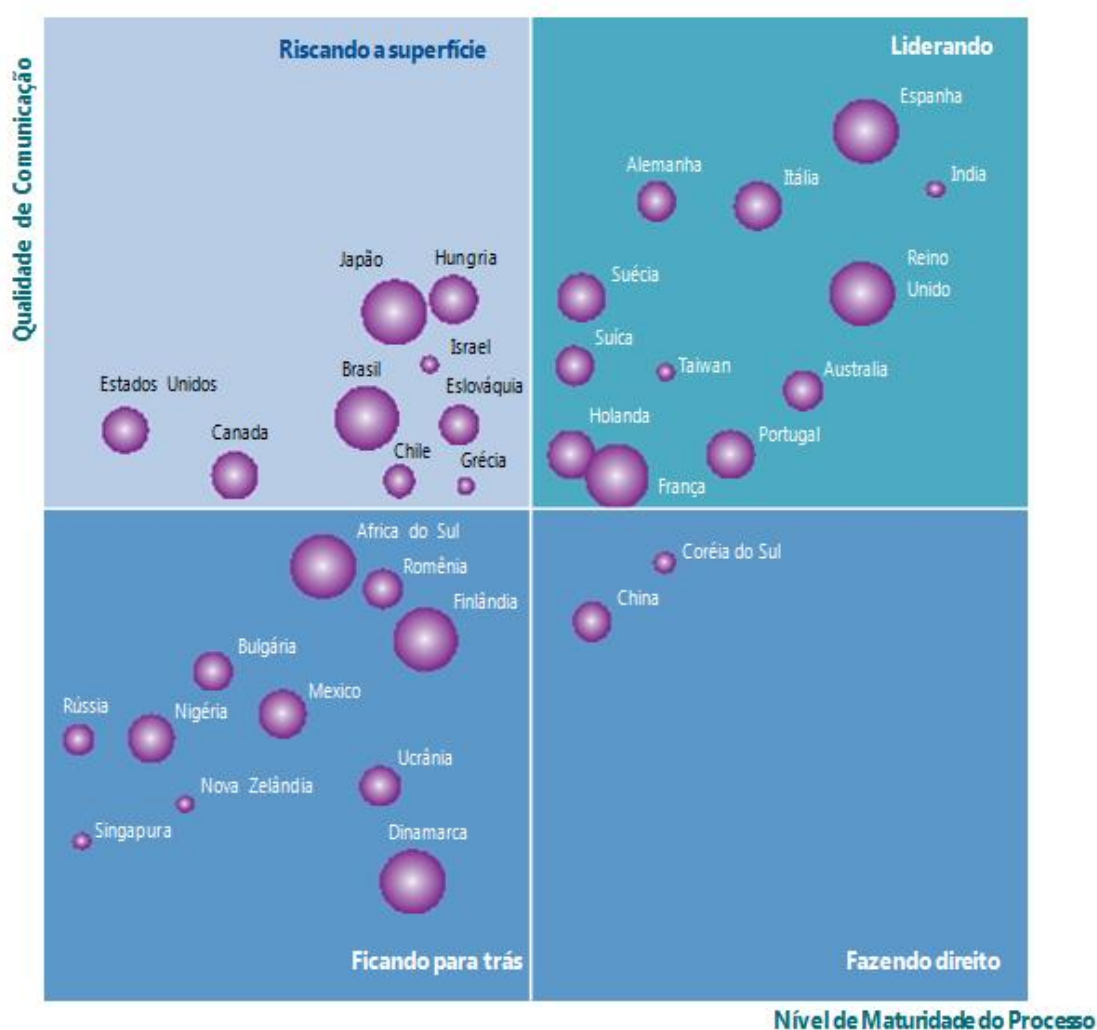
Segundo a KPMG *International* (2011), as empresas começaram a perceber que os relatórios de sustentabilidade significam mais do que ser um bom cidadão corporativo; eles direcionam a inovação e promovem o aprendizado, o que auxilia no crescimento do negócio e aumento do valor da organização. Os relatórios de sustentabilidade têm sido usados para a descoberta de novas oportunidades de melhoria e para o desenvolvimento de programas de melhoria contínua.

No exercício da RSC, as empresas atentam para emissão de relatórios de sustentabilidade que podem gerar economia nos custos diretos e também melhor reputação no mercado. Os relatórios de sustentabilidade corporativos são uma importante ferramenta para divulgar à sociedade as ações da empresa relativas aos três alicerces do desenvolvimento sustentável (*Triple Bottom Line*): econômico, social e ambiental. Por meio deles, sistemas de medição e análise mais efetivos relativos à sustentabilidade auxiliarão os tomadores de decisão a responder mais proativamente (HODGE; HARDI; BELL, 1999).

A empresa KPMG *International* realizou uma pesquisa em relação a relatórios de sustentabilidade, que incluiu 34 países e 16 setores. Dois grupos de empresas foram utilizados na pesquisa: o primeiro grupo foi o N100 que agrupa as 100 maiores empresas de cada país e o segundo grupo foi o G250, composto pelas 250 maiores empresas de cada país. A avaliação foi feita nos anos de 2008 e 2011.

Os países foram analisados em relação à qualidade de comunicação e nível de maturidade do processo dos relatórios de sustentabilidade. O resultado é apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Qualidade de comunicação em relação ao nível de maturidade do processo



Fonte: KPMG INTERNATIONAL, 2011

O gráfico da Figura 4 possui dois eixos denominados: nível de maturidade do processo e qualidade de comunicação. É dividido em quadrantes: Liderando, Riscando a superfície, Ficando para trás e Fazendo direito.

O tamanho do círculo está relacionado com a quantidade de empresas que emitem relatórios de sustentabilidade no país.

No quadrante “Liderando”, a maior parte dos círculos corresponde a países europeus que iniciaram o processo de emissão de relatórios de sustentabilidade há mais de dez anos. As empresas localizadas neste quadrante têm utilizado auditorias externas para analisar seus relatórios de sustentabilidade.

Os países localizados no quadrante “Riscando a superfície” possuem grande probabilidade de falha por focar mais na qualidade de comunicação. O Brasil encontra-se neste quadrante.

As Américas parecem concentrar seus esforços mais na qualidade da comunicação do que no nível de maturidade do processo.

Por outro lado, localizadas no quadrante “Fazendo direito”, a China e Coréia do Sul precisam dar mais ênfase à qualidade de comunicação. As empresas destes países também se utilizam de auditorias externas para garantir a qualidade de seus relatórios.

No quadrante “Ficando para trás” encontram-se muitos países de economias emergentes e mais pobres. As empresas tendem a utilizar somente um canal de comunicação para divulgar os resultados do relatório de sustentabilidade e não demonstram melhoria no nível de maturidade dos seus processos.

Em relação ao caso brasileiro pode-se dizer que, apesar de o país possuir grande quantidade de empresas que emitem os relatórios de sustentabilidade, deve haver um foco maior na qualidade do relatório emitido, principalmente no tocante a auditorias externas para análise do mesmo.

A partir da análise de informações de relatórios de sustentabilidade de empresas disponíveis na internet, neste trabalho, são apresentados os seis guias orientadores para sua formulação mais comumente utilizados pelas empresas.

- a) Norma ISO 26000;
- b) Projeto Bellagio;
- c) Modelo do instituto Ethos;
- d) Modelo *Global Reporting Initiative* (GRI);
- e) Pacto Global da ONU (United Nations Global Compact);

- f) Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (MDG - *Millennium Development Goals*).

Na elaboração não obrigatória destes relatórios, as empresas podem mesclar orientações de vários guias.

3.2 Padrão ISO 26000

O padrão internacional ISO 26000 é um guia de responsabilidade social que fornece orientação para organizações do setor público e privado, com base em um consenso internacional representado por especialistas das principais partes interessadas; assim, incentiva a implantação de melhores práticas em responsabilidade social em todo o mundo (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO, 2010).

Além de adicionar valor aos trabalhos existentes na área de responsabilidade social, a norma ISO 26000 estende o entendimento e implantação da Responsabilidade Social por meio de:

- a) Desenvolvimento de consenso internacional em relação à responsabilidade social e às questões da Responsabilidade Social que devem ser consideradas;
- b) Fornecimento de orientação para transformar princípios em ações efetivas;
- c) Refinamento das práticas que já têm sido desenvolvidas e divulgação da informação em âmbito mundial.

Conforme pode ser visualizado na Figura 5, os sete temas centrais da Responsabilidade Social, segundo a ISO 26000 são:

- a) Envolvimento da comunidade e desenvolvimento;
- b) Direitos humanos;
- c) Práticas de trabalho;
- d) Meio ambiente;
- e) Práticas de operação justas;
- f) Questões de consumo;
- g) Organização, governança organizacional.

Figura 5 - Sete temas centrais da Responsabilidade Social segundo a norma ISO 26000



Fonte: *International Organization for Standardization - ISO, 2010*

A *International Organization for Standardization* (ISO) objetiva utilizar sua experiência para desenvolver acordos internacionais entre as principais partes interessadas e os países.

A norma ISO 26000 é estruturada em prefácio, introdução, sete capítulos, dois anexos e bibliografia (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO, 2010):

- a) Prefácio;
- b) Introdução;
- c) Escopo;

- d) Termos e definições;
- e) Entendimento da responsabilidade social;
- f) Princípios de responsabilidade social;
- g) Reconhecimento da responsabilidade social e engajamento das partes interessadas;
- h) Diretrizes sobre assuntos essenciais da responsabilidade social;
- i) Orientação sobre a integração da responsabilidade social em toda uma organização;
- j) Anexo A - Exemplos de iniciativas voluntárias e ferramentas de responsabilidade social;
- k) Anexo B – Termos abreviados;
- l) Bibliografia.

3.3 Projeto Bellagio

O projeto Bellagio foi conduzido pelo quadro de funcionários do *International Institute for Sustainable Development* (IISD) e um grupo de especialistas e colaboradores. A Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 e a Agenda 21 em 1992 fizeram uma chamada para desenvolvimento de medição e avaliação em relação ao desenvolvimento sustentável (HARDI; ZDAN, 1997).

Os princípios foram desenvolvidos por um grupo de pesquisadores de cinco continentes no Centro de Conferências e Estudo da Fundação Rockefeller em Bellagio, na Itália.

A intenção dos princípios é ser ponto de partida para atividades de avaliação. Os princípios lidam com quatro aspectos do progresso da avaliação do desenvolvimento sustentável:

- a) Princípio 1: ponto de partida para a avaliação – estabelecimento de visão de desenvolvimento sustentável e objetivos claros;
- b) Princípios 2 a 5: avaliação e necessidade de fundir o sistema com um enfoque prático em relação às prioridades;
- c) Princípio 6 a 8: lidam com questões-chave do processo de avaliação;
- d) Princípios 9 e 10: lidam com a necessidade de estabelecer a continuidade da avaliação.

A Tabela 3 apresenta um resumo dos princípios de Bellagio.

Tabela 3 - Resumo dos princípios de Bellagio

Princípio		Descrição
Número	Nome	
1	Orientação da Visão e Objetivos	A avaliação do progresso do desenvolvimento sustentável deve ser guiada por uma visão clara e objetivos que a definam.
2	Perspectiva Holística	Considerar todo o sistema e também as suas partes separadamente, bem como a interação entre elas. Subsistemas a serem considerados são: bem estar social, ecológico e econômico. As consequências negativas e positivas da atividade humana devem ser consideradas.
3	Elementos essenciais	Considerar igualdades e disparidades. Considerar condições ecológicas e desenvolvimento econômico.
4	Escopo adequado	Adotar um horizonte de tempo longo o suficiente para capturar escalas de tempo humanas e dos ecossistemas. Utilizar dados atuais e históricos para antecipar condições futuras.
5	Foco prático	Utilizar categorias explícitas ou estrutura organizada, conectando visão e objetivos de indicadores. Utilizar número limitado de questões para análise e indicadores. Padronizar medição, quando possível, para facilitar comparação.
6	Abertura	Os métodos e dados devem ser acessíveis a todos.
7	Comunicação efetiva	Utilizar linguagem clara e simples.
8	Ampla participação	Obter ampla representação de profissionais e grupos sociais. Assegurar participação de tomadores de decisão.
9	Avaliação contínua	Os objetivos, estruturas e indicadores devem ser dinâmicos e, ao mesmo tempo, deve haver uma capacidade para efetuar medidas repetidas para determinação de tendências.
10	Capacidade institucional	A instituição deve prover estrutura para coleta, manutenção e documentação e também atribuir, claramente, responsabilidades.

Fonte: HARDI ; ZDAN, 1997 – tabela resumo preparada pela autora

3.4 Modelo do Instituto Ethos

O Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social é uma organização sem fins lucrativos cuja missão é mobilizar, sensibilizar e ajudar as empresas a gerirem seus negócios de forma socialmente responsável, tornando-as parceiras na construção de uma sociedade justa e sustentável (INSTITUTO ETHOS, 2012).

O Instituto Ethos foi criado em 1998 por um grupo de empresários e executivos da iniciativa privada e promove a organização de conhecimento, troca de experiências e desenvolvimento de ferramentas para gestão com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável.

Os Indicadores Ethos, criados em 2000, são uma ferramenta de gestão para o autodiagnóstico e planejamento das práticas de responsabilidade social. Os Indicadores Ethos subsidiam o estabelecimento de estratégias e a definição de metas para a sustentabilidade. A partir da aplicação da ferramenta, a empresa recebe um relatório de diagnóstico com os desempenhos obtidos e visualiza as ações necessárias para o avanço da gestão socialmente responsável.

Existem dois tipos de relatório que as empresas podem escolher: Indicadores Ethos (grandes e médias empresas) ou Indicadores Ethos-Sebrae (micro e pequenas empresas). O relatório Ethos apresenta possíveis integrações com outras ferramentas voltadas para padrões de responsabilidade social empresarial, como por exemplo:

- a) Norma Internacional ISO 26000 – Diretrizes sobre Responsabilidade Social da Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- b) Versão 3 (G3) das Diretrizes para Relatórios de Sustentabilidade da *Global Reporting Initiative* (GRI);
- c) Metas do Milênio;
- d) Pacto Global das Nações Unidas;
- e) Norma SA8000 do *Council on Economic Priorities Accreditation Agency*.

Segundo o Instituto Ethos (2011), a responsabilidade social das empresas está organizada em sete tópicos:

- a) Valores e Transparência;
- b) Público Interno;
- c) Meio ambiente;
- d) Fornecedores;
- e) Comunidade;
- f) Consumidores/Clientes;
- g) Governo e Sociedade.

A Tabela 4 apresenta os indicadores do Instituto Ethos agrupados por valores e foco.

Tabela 4 - Indicadores Ethos

Valores	Foco	N	Indicador
Valores, Transparência e Governança	Auto-regulação da conduta	1	Compromissos Éticos
		2	Enraizamento na Cultura Organizacional
		3	Governança Corporativa
	Relações Transparentes com a Sociedade	4	Relações com a Concorrência
		5	Diálogo e Engajamento das Partes Interessadas (Stakeholders)
		6	Balanço Social
Público Interno	Diálogo e Participação	7	Relações com Sindicatos
		8	Gestão Participativa
	Respeito ao Indivíduo	9	Compromisso com o Futuro das Crianças
		10	Compromisso com o Desenvolvimento Infantil
		11	Valorização da Diversidade
		12	Compromisso com a não discriminação e promoção da equidade racial
		13	Compromisso com a Promoção da Equidade de Gênero
	Trabalho Decente	14	Relações com Trabalhadores Terceirizados
		15	Política de Remuneração, Benefícios e Carreira
		16	Cuidados com Saúde, Segurança e Condições de Trabalho
		17	Compromisso com o Desenvolvimento Profissional e a Empregabilidade
		18	Comportamento nas Demissões
Meio Ambiente	Responsabilidade com as Gerações futuras	19	Preparação para Aposentadoria
		20	Compromisso com a Melhoria da Qualidade Ambiental
	Gerenciamento do Impacto Ambiental	21	Educação e Conscientização Ambiental
		22	Gerenciamento do Impacto no Meio Ambiente e do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços
Fornecedores	Seleção, Avaliação e Parceria com Fornecedores	23	Sustentabilidade da Economia Florestal
		24	Minimização de Entradas e Saídas de Materiais
		25	Critérios de Seleção e Avaliação de Fornecedores
		26	Trabalho infantil na Cadeia Produtiva
Consumidores e Clientes	Dimensão Social do Consumo	27	Trabalho Forçado (ou Análogo ao Escravo) na Cadeia Produtiva
		28	Apoio ao Desenvolvimento de Fornecedores
		29	Política de Comunicação Comercial
		30	Excelência do Atendimento
Comunidade	Relações com a Comunidade Local	31	Conhecimento e Gerenciamento dos Danos Potenciais de Produtos e Serviços
		32	Gerenciamento do Impacto da Empresa na Comunidade de Entorno
	Ações Sociais	33	Relações com Organizações Locais
		34	Financiamento da Ação Social
Governo e Sociedade	Transparência Política	35	Envolvimento com a Ação Social
		36	Contribuições para Campanhas Políticas
		37	Construção da Cidadania pelas Empresas
	Liderança Social	38	Práticas Anticorrupção e Antipropina
		39	Liderança e Influência Social
		40	Participação em Projetos Sociais Governamentais

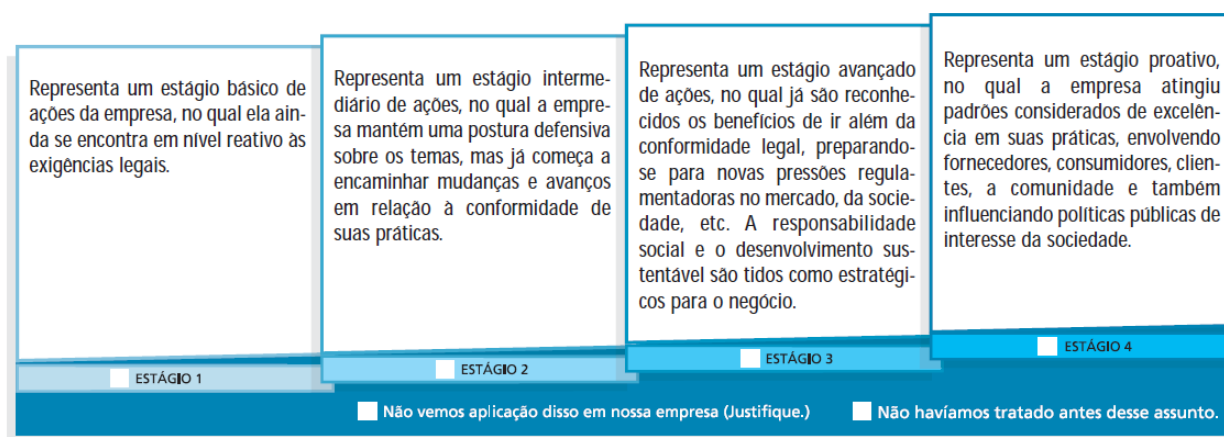
Fonte: INSTITUTO ETHOS, 2011

Cada tema é organizado por um conjunto de indicadores e cada indicador é composto por uma questão de profundidade, questões binárias e questões quantitativas.

Questão de profundidade ou indicador de profundidade:

O objetivo deste indicador é avaliar o estágio atual da gestão da empresa em relação a determinada prática. A empresa pode estar situada em um dos quatro estágios, conforme pode ser visualizado na Figura 6.

Figura 6 - Estágios da empresa em relação a indicador de profundidade



Fonte: INSTITUTO ETHOS, 2011

Caso nenhum estágio corresponda à realidade da empresa, os seguintes motivos podem ser escolhidos:

- a) Não vemos aplicação disso em nossa empresa;
- b) Não havíamos tratado antes desse assunto.

Questões binárias ou indicadores binários:

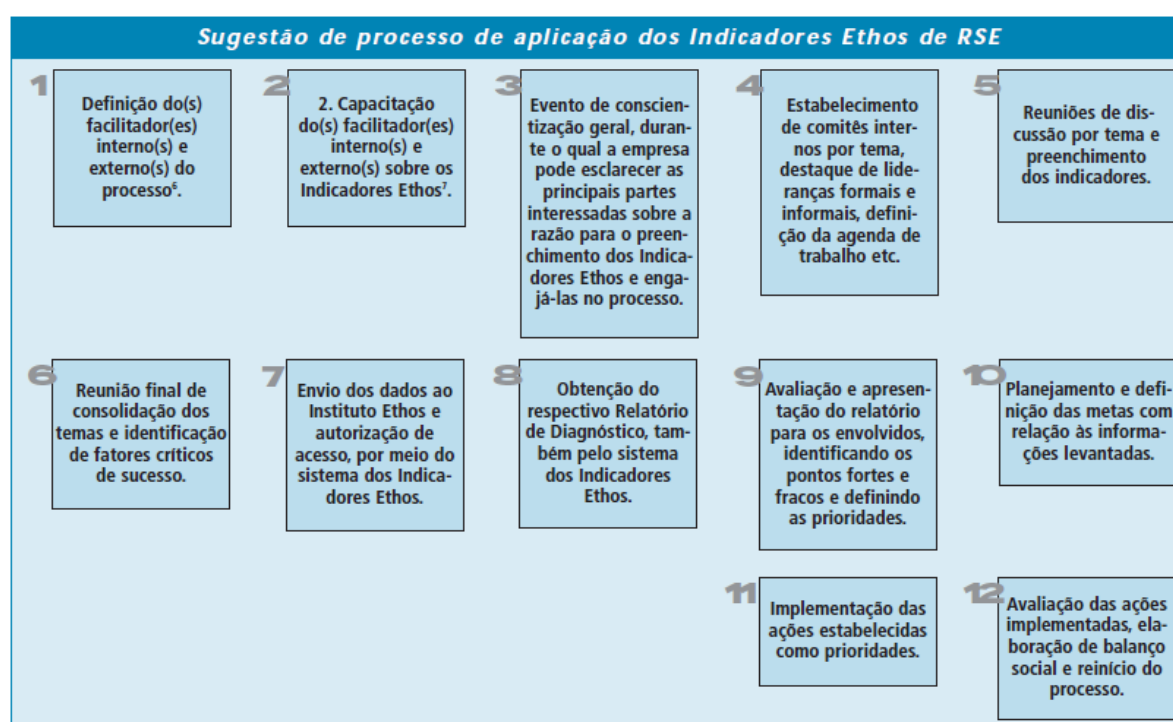
As questões binárias ou indicadores binários são compostos por questões com respostas “Sim ou Não”. Estas questões têm, por objetivo, a validação e aprofundamento do estágio de responsabilidade social.

Questões quantitativas ou indicadores quantitativos:

O terceiro tipo de indicadores são as questões quantitativas ou indicadores quantitativos. Nem todos indicadores apresentam dados quantitativos, mas, quando possível, os mesmos devem ser armazenados, pois podem ser utilizados para avaliação e monitoramento da empresa.

A Figura 7 apresenta um diagrama com uma sequência sugerida pela Ethos para o processo de aplicação dos indicadores Ethos de RSE.

Figura 7 - Sugestão de processo de aplicação dos indicadores Ethos da RSE



Fonte: INSTITUTO ETHOS, 2011

Em relação ao preenchimento dos questionários, o Instituto Ethos (2011) recomenda atendimento às seguintes orientações:

- a) Centralizar e sistematizar as informações por meio de um coordenador;
- b) Envolver o maior número de pessoas, de diferentes níveis e áreas, devido à grande quantidade de temas envolvidos no preenchimento dos questionários. Cada unidade de negócio deve responder ao seu questionário;

c) Acompanhamento da direção da empresa.

O preenchimento dos indicadores Ethos pode servir como um autodiagnóstico. Algumas empresas optam por contratar profissionais externos para auxiliar no processo.

3.5 Modelo Global Reporting Initiative (GRI)

A *Global Reporting Initiative* (GRI) é uma organização sem fins lucrativos cujo objetivo é promover a sustentabilidade econômica, ambiental e social. Ela fornece uma estrutura de relatório de sustentabilidade por meio de diretrizes, que é amplamente utilizada por empresas no mundo inteiro.

Segundo mostra o relatório da empresa KPMG *International* (2011), para o grupo das 100 maiores empresas do país pesquisado (N100), 69% delas utilizam os índices de sustentabilidade GRI. Para o grupo das 250 maiores empresas do país pesquisado (G250), no ano de 2008, 77% utilizavam o GRI. Em 2011, esta porcentagem alterou-se para 80%. Segundo o documento emitido por esta empresa, o relatório mais utilizado pelas organizações é o GRI (KPMG INTERNATIONAL, 2011).

3.5.1 Nível de aplicação do relatório GRI

Quando uma empresa decide utilizar o relatório GRI, ela deve fazer uma declaração do nível de aplicação do relatório (GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2011).

A Tabela 5 apresenta os três níveis para aplicação do relatório GRI: A, B e C. Caso uma garantia externa seja utilizada pela empresa, três níveis podem ser alcançados: A+, B+ e C+. A garantia externa, executada por uma empresa independente, serve para avaliação do relatório e conferência do nível de aplicação do GRI.

Tabela 5 - Níveis de relatórios GRI

Nível do relatório	C	B	A
Declaração de perfil	Relatório de: 1.1 2.1 - 2.10 3.1 - 3.8, 3.10 - 3.12 4.1 - 4.4, 4.14 - 4.15	Relatório de todos os critérios listados para o nível C com a adição de: 1.2 3.9, 3.13 4.5-4.13, 4.16-4.17	Mesmo requisito do nível B
Declaração de abordagem gerencial	Não necessário	Declaração de abordagem gerencial para cada categoria de indicador	Declaração de abordagem gerencial para cada categoria de indicador
Indicadores de Desempenho e Indicadores de Desempenho do Suplemento de Setor	Relatório completo com, no mínimo, 10 Indicadores de Desempenho, incluindo, pelo menos, um de cada grupo: social, econômico e ambiental	Relatório completo com, no mínimo, 20 Indicadores de Desempenho, incluindo, pelo menos, um de cada grupo: econômico, ambiental, direitos humanos, trabalho, sociedade e responsabilidade de produto	Responder em cada núcleo e indicador de Suplemento de Setor relativo ao princípio da materialidade por meio de uma das seguintes opções: a) reportar o indicador ou b) explicar a razão para sua omissão

Fonte: GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2011

A empresa pode fazer uma autodeclaração do nível do relatório GRI ou utilizar uma das duas opções:

- a) Valer-se de uma empresa terceirizada para oferecer uma opinião em relação à autodeclaração;
- b) Requisitar uma verificação do GRI em relação à autodeclaração feita pela empresa.

3.5.2 Relatório GRI

Alguns índices de sustentabilidade do relatório GRI são facilmente obtidos, enquanto outros podem exigir a implementação de uma série de ações, como, por exemplo, criação de um grupo de trabalho dentro da empresa para estabelecer uma estrutura que possibilite a coleta de dados para obtenção do índice de sustentabilidade.

A GRI disponibiliza orientações em seu site <https://www.globalreporting.org/>.

Os 10 passos para preparação de um relatório básico GRI são (GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2012):

- 1 – Ler todo o modelo e caixas de seleção, marcando, primeiramente, os mais fáceis de preencher. Para os mais difíceis, organizar um grupo para auxiliar a compreender e planejar o processo;
- 2 – Fazer download gratuito das Diretrizes G3 da GRI para compreender as ações que devem ser realizadas;
- 3 – Ler os 10 princípios de Relatórios das Diretrizes;
- 4 – Elaborar um plano de atividades para coletar e organizar informações ou implantar processos para possibilitar o preparo do relatório. Definir uma data para a conclusão do relatório;
- 5 – Montar uma equipe relatora para implantar o plano;
- 6 – Organizar discussões internas para avaliar quais aspectos das diretrizes são prioritários para a organização saber mais a respeito e gerir;
- 7 – Identificar com quais partes interessadas é mais importante que a organização discuta a lista de aspectos prioritários, de forma a obter sugestões sobre aspectos adicionais;
- 8 – Fazer uma lista dos indicadores de desempenho da GRI relacionados a cada aspecto elencado. Definir quais indicadores da GRI são os mais críticos, importantes ou relevantes. Recomenda-se o teste do “Princípio da Materialidade”, que pode ser encontrado nas Diretrizes e na Publicação das Séries de Aprendizagem da GRI;
- 9 – Para um relatório de Nível C, pelo menos 10 indicadores da GRI devem ser identificados, sendo, no mínimo, um indicador econômico, um ambiental e um social. Preparar para monitorar os indicadores selecionados e coletar informações para incluir no relatório;
- 10 – Incluir todas as informações coletadas nos campos pertinentes. Verificar, publicar o relatório e enviar uma cópia para a GRI.

3.6 Pacto Global da ONU (United Nations Global Compact)

O Pacto Global da ONU é uma plano de liderança para o desenvolvimento, implementação e divulgação de políticas e práticas empresariais sustentáveis e responsáveis. Endossado por executivos, busca alinhar as operações e estratégias

do negócio com dez princípios universalmente aceitos nas áreas dos direitos humanos, trabalho, meio ambiente e combate à corrupção.

Os dez princípios do Pacto Global da ONU são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Princípios do Pacto Global da ONU

Dimensão	Número	Objetivo
Direitos humanos	Princípio 1	As empresas devem apoiar e respeitar a proteção dos direitos humanos reconhecidos internacionalmente
	Princípio 2	Certificar-se que as empresas não são cúmplices de abusos dos direitos humanos
Trabalho	Princípio 3	As empresas devem apoiar a liberdade de associação e o reconhecimento efetivo do direito à negociação coletiva
	Princípio 4	Eliminação de todas as formas de trabalho forçado ou compulsório
	Princípio 5	Abolição efetiva do trabalho infantil
	Princípio 6	Eliminação da discriminação em matéria de emprego e ocupação
	Princípio 7	As empresas devem apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais
	Princípio 8	Desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental
	Princípio 9	Incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis
Ambiente	Princípio 7	As empresas devem apoiar uma abordagem preventiva aos desafios ambientais
	Princípio 8	Desenvolver iniciativas para promover maior responsabilidade ambiental
	Princípio 9	Incentivar o desenvolvimento e difusão de tecnologias ambientalmente amigáveis
Anticorrupção	Princípio 10	As empresas devem combater a corrupção em todas as suas formas, inclusive extorsão e propina

Fonte: UN GLOBAL COMPACT, 2013

Em 2010, as duas maiores instituições de iniciativas de responsabilidade social (GRI e Pacto Global da ONU) uniram forças para construir uma estrutura universal para o desempenho de sustentabilidade corporativa e divulgação, com o objetivo de transformar as práticas de negócios em escala global.

O Pacto Global da ONU pede às empresas para abraçar, apoiar e aprovar, dentro de sua esfera de influência, um conjunto de valores fundamentais nas áreas de direitos humanos, padrões trabalhistas, meio ambiente e combate à corrupção.

3.7 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (Millennium Development Goals - MDG)

Em setembro de 2000, os líderes mundiais reuniram-se na sede das Nações Unidas em Nova York para adotar a Declaração do Milênio das Nações Unidas, comprometendo suas nações para uma nova parceria global para reduzir a pobreza extrema e estabelecendo uma série de metas com prazos (até 2015) que ficaram conhecidos como os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA-UNICEF, 2013).

Segundo o Fundo das Nações Unidas para a Infância - UNICEF (2013), os oito Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) são:

- a) Erradicar a extrema pobreza e a fome;
- b) Universalizar a educação primária;
- c) Promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres;
- d) Reduzir a mortalidade na infância;
- e) Melhorar a saúde materna;
- f) Combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças;
- g) Garantir a sustentabilidade ambiental;
- h) Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.

3.8 Considerações finais do capítulo

A emissão de relatórios de sustentabilidade é utilizada pelas empresas não só como ferramenta para identificação de melhorias, como também para divulgação de suas ações relativas à sustentabilidade. Este capítulo apresenta os padrões de relatórios mais utilizados pelas empresas. Segundo pesquisa da empresa KPMG, a maioria das empresas segue o modelo GRI juntamente com diretrizes mundiais para políticas de sustentabilidade, direitos humanos, trabalhistas, etc. Exemplos destas diretrizes são: Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e Pacto Global da ONU.

4 TECNOLOGIA DA AUTOMAÇÃO E PLANEJAMENTO DA AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

A tecnologia da automação além de ser utilizada como ferramenta para alcançar os objetivos de qualidade e produtividade, também pode ser utilizada para o desenvolvimento sustentável da empresa. Sua implementação deve se dar à luz de um planejamento que atenda a princípios de desenvolvimento sustentável.

Para um melhor entendimento da tecnologia de automação industrial, este capítulo apresenta definições de sistema e planta industrial e, de forma sucinta, discorre sobre os principais equipamentos de uma planta industrial automatizada. Também examina a interligação da Tecnologia da Informação (TI) com a Tecnologia da Automação (TA), visto que a mesma desempenha papel importante para disponibilização dos dados de chão de fábrica para o nível gerencial das empresas, sendo que índices de sustentabilidade podem fazer parte dos mesmos. Devido a vários fatores inibidores que dificultam a interligação da TI com a TA, esta conexão nem sempre ocorre de forma fácil, fato já apontado por Silva (2013) que apresenta uma metodologia para convergência de TI e TA em processos industriais. Desta forma, faz-se necessária uma discussão sobre a existência de inibidores e facilitadores da interligação de TI e TA, o que é assunto presente neste capítulo.

Para completar o quadro a ser exposto, também é apresentada a base teórica do Plano Diretor da Automação Industrial denominado PDAI pois, conforme já foi dito, o planejamento é importante para direcionar as ações relativas à automação industrial em direção aos objetivos de sustentabilidade.

4.1 Definições: Sistema e Planta Industrial

Esta seção apresenta definições de sistema e planta industrial utilizados neste trabalho.

Sistema é um conjunto de partes inter-relacionadas que interagem para desenvolver determinada função. O termo sistema é muito abrangente e pode ser utilizado em inúmeras áreas.

Ogata (2003, p. 2) define sistema como:

uma combinação de componentes que agem em conjunto para atingir um determinado objetivo. A ideia de sistema não fica restrita apenas a algo físico. O conceito de sistema pode ser aplicado a fenômenos abstratos dinâmicos, como aqueles encontrados na economia. Dessa maneira, a palavra sistema pode ser empregada para se referir a sistemas físicos, biológicos, econômicos e outros.

O termo planta industrial pode ser empregado de diferentes formas. Uma delas refere-se à estrutura física da planta. Outra utilização relaciona-se com unidade industrial a que se refere; por exemplo, para uma indústria química, determinada planta industrial está relacionada com o produto que fabrica.

4.2 Hardware e Software de Automação Industrial

A arquitetura de automação industrial é composta por *hardware* e *software* específicos. Esta seção apresenta os *hardwares* e *softwares* mais comuns disponíveis para automatização de processos produtivos.

4.2.1 Sistema SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

O termo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) é utilizado, genericamente, para se referir a sistemas de monitoração e controle de plantas industriais. A Norma IEEE C37.1 do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrotécnicos (IEEE), revisão de 2007, fornece a base para definição, especificação, análise de desempenho e aplicação de SCADA e de sistemas de automação em subestações elétricas (INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETROTÉCNICOS – IEEE, 2007).

Resumidamente, os sistemas SCADA são compostos por: *Remote Telemetry Units* (RTUs) ou controladores, comunicação, estação mestre e IHM (Interface Homem-Máquina). Normalmente, um sistema SCADA é composto por, pelo menos, uma estação mestre e uma ou mais RTUs ou controladores.

Estações mestres de SCADAs modernos possuem *software* e *hardware* em arquitetura distribuída. O poder de processamento é distribuído entre vários computadores e servidores que se comunicam por meio de rede local (LAN). A seguir, são apresentadas algumas vantagens de sistemas distribuídos em relação

aos sistemas centralizados (INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETROTÉCNICOS - IEEE, 2007):

- a) Vários servidores necessitam menor poder de processamento;
- b) Custo reduzido dos computadores;
- c) Facilidade de atualização ou adição de servidores;
- d) Falha em um servidor não afeta, necessariamente, todo o sistema.

4.2.2 Controladores Programáveis – CLP, PAC e SDCD

O controlador programável é o principal equipamento de um sistema de automação. Os controladores programáveis são os equipamentos responsáveis pela monitoração e controle direto do processo, por meio de programas aplicativos armazenados no controlador que contêm toda a lógica de execução do mesmo (YAMAGUCHI, 2009).

Os controladores programáveis podem ser classificados em:

- a) Controlador Lógico Programável (CLP);
- b) Controlador de Automação Programável (CAP) ou *Programmable Automation Controller* (PAC);
- c) Sistema Digital de Controle Distribuído.

Os Controladores Lógicos Programáveis (CLP) são dispositivos que permitem o controle das máquinas e processos da planta industrial. O controlador armazena as rotinas para este controle na memória interna do dispositivo.

A aceitação dos CLPs no mercado foi rápida, principalmente devido à linguagem de programação (Linguagem *Ladder*) que se baseia em lógica de relés e símbolos já conhecidos pelos engenheiros e técnicos nas fábricas.

Os CLPs podem ser classificados de acordo com sua capacidade. Segundo este critério, Carvalho (2002) adota a seguinte classificação:

- a) CLP de pequeno porte: até 64 pontos de entrada e saída;
- b) CLP de médio porte: acima de 64 até 500 pontos de entrada e saída;
- c) CLP de grande porte: acima de 500 pontos de entrada e saída.

Segundo Downey e Femia (2008), os controladores de automação programáveis (*Programmable Automation Controllers - PAC*) atendem às principais demandas das aplicações atuais de automação por meio da combinação de características de tecnologias de automação mais atuais, tais como: CLPs, SDCDs e computadores pessoais.

De acordo com a ARC, um PAC deve preencher sete critérios (OPTO 22, 2013):

- a) Operação utilizando uma plataforma única em domínios múltiplos, incluindo lógica, drives e controle de processo;
- b) Emprego de uma plataforma de desenvolvimento única: *tags* e base de dados única;
- c) Integração do *hardware* e *software* do controlador;
- d) Programação usando ferramentas de *software*;
- e) Operação em arquiteturas abertas e modulares;
- f) Emprego de padrões para permitir troca de dados de uma rede com vários fornecedores de equipamentos;
- g) Fornecimento de processamento eficiente e *scan* de Entrada e Saída.

Os SDCD (Sistema Digital de Controle Distribuído) são equipamentos de elevada confiabilidade cujas funções básicas de monitoração e controle de processo já vêm pré-programadas. Normalmente, a tecnologia do sistema é fornecida por um único fabricante, proporcionando uma arquitetura altamente integrada.

4.2.3 Interfaces Homem-Máquina (IHMs)

A IHM é um *hardware* utilizado em processos automatizados que, normalmente, possui um conjunto de teclas para navegação ou inserção de dados.

A IHM, geralmente, é utilizada em ambientes agressivos devido à robustez de sua construção. Segundo Moraes e Castrucci (2007), alguns benefícios das IHMs são:

- a) Operação amigável;
- b) Aumento da capacidade de comando e controle;
- c) Flexibilidade para alterações;
- d) Facilidade de programação e manutenção.

4.2.4 Sistemas Supervisórios

Os Sistemas Supervisórios têm o objetivo de possibilitar a atuação e o controle da planta industrial automatizada remotamente. Eles são baseados em *tags*, que correspondem aos nomes que associam um endereço ou registrador de um dispositivo ao sistema de supervisão e controle, como unidade básica de dados (ZEILMANN, 2002).

A programação dos Sistemas Supervisórios é feita em computadores pessoais, gerando uma interface amigável onde os operadores podem monitorar variáveis, enviar comandos remotos, configurar parâmetros, visualizar a planta industrial, monitorar alarmes, etc. Devido à possibilidade de utilização de um computador pessoal comum para instalação e configuração, o desenvolvimento de aplicativos é facilitado e os custos com *hardware* diminuem (ZÜGE; ANDRADE; BURIAN, 2009).

4.2.5 Redes de Automação

As redes de automação industrial são utilizadas na indústria para conectar dispositivos utilizados na automação industrial, tais como sensores, atuadores, Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), sistemas supervisórios, *racks* remotos, etc.

A utilização de redes de automação industrial promove muitas vantagens, como, por exemplo:

- a) Menor quantidade de cabos;
- b) Instalação mais rápida;
- c) Facilidade de manutenção;
- d) Flexibilidade;
- e) Ferramentas para instalação.

Por outro lado, também pode apresentar desvantagens:

- a) Necessidade de mão de obra especializada para manutenção;
- b) Necessidade de aplicativo específico para manutenção e instalação;
- c) Implantação de redes diferentes, dependendo do tipo de dispositivo;

- d) Menor quantidade de cabos - também pode ser considerada desvantagem, visto que, caso um cabo apresente problemas, todos os dispositivos daquele segmento podem perder comunicação.

4.3 Integração de Tecnologia da Informação (TI) e Tecnologia da Automação (TA)

Nos dias atuais, muitos projetos de automação industrial estão interligados com tecnologia da informação. A integração da TI com a TA fornece dados desde o chão de fábrica até o nível gerencial das empresas. Esta conexão é importante para que a informação necessária alcance seu público alvo.

A propriedade desta integração mobiliza estudos sobre o tema. Silva (2013) apresenta uma metodologia para planejamento da convergência da Tecnologia da Informação e Tecnologia da Automação em processos industriais.

As condições que facilitam a integração são classificadas como facilitadores. Se uma condição a torna mais difícil, ela é classificada como inibidora.

A Figura 8 apresenta os facilitadores de integração TI e TA e a Figura 9 os seus inibidores, adaptada pela autora com a adição da World Wide Web como fator inibidor do grupo Software.

Figura 8 - Facilitadores de integração de TI e TA

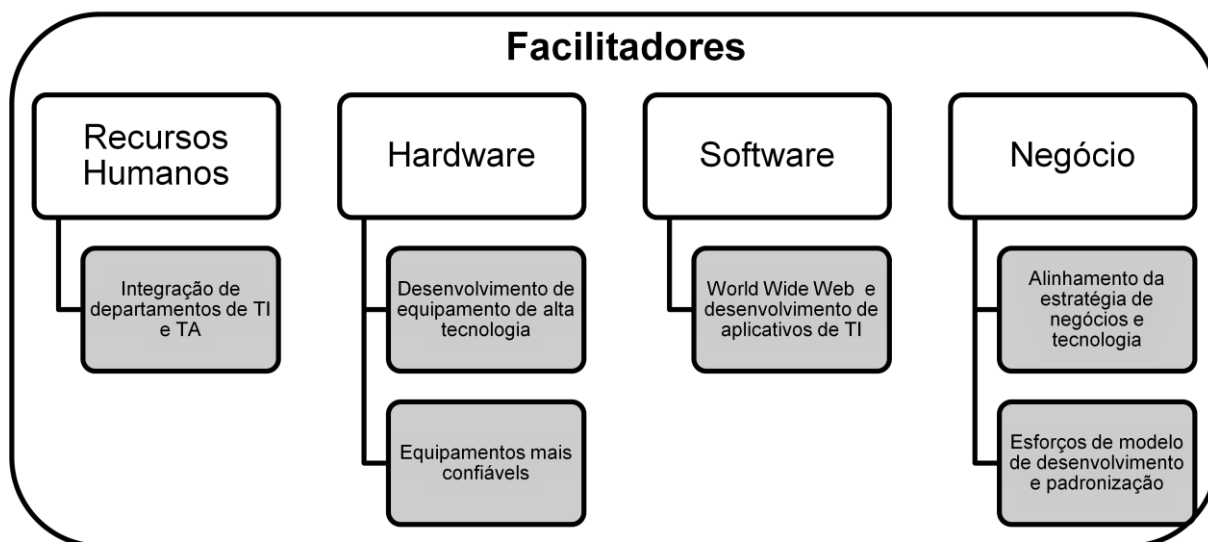
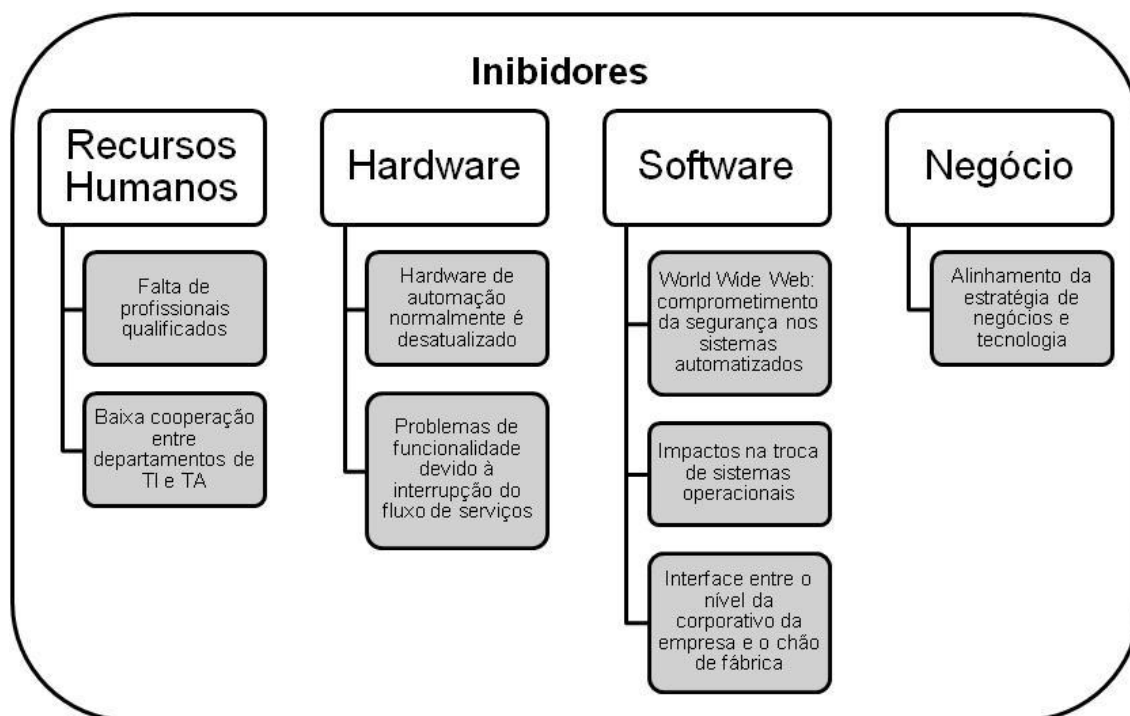


Figura 9 - Inibidores de integração TI e TA



Fonte: ZUGE; PEREIRA; DIAS, 2010 adaptada pela autora

A fim de organizar facilitadores e inibidores de integração de TI e TA, eles foram agrupados em Recursos Humanos, *Hardware*, *Software* e Negócios, como é apresentado nas Figuras 8 e 9.

Normalmente, gerentes de projetos de automação industrial podem encontrar profissionais qualificados na área de TI ou TA. Por outro lado, é difícil encontrar profissionais com conhecimentos em ambas as áreas; portanto, a falta de conhecimento nestas áreas é um dos inibidores para a integração de TI e TA (ZUGE; PEREIRA; DIAS, 2010).

Outro inibidor é a falta de uma boa estratégia para integração horizontal entre todos os departamentos, principalmente TI e TA. O termo horizontal refere-se a departamentos de mesmo nível hierárquico; portanto, treinamento específico na área de TI e TA é uma boa estratégia para transformar Recursos Humanos em facilitadores. Os treinamentos devem ser combinados com reuniões de alinhamento.

A diferença entre os ciclos de vida de equipamentos de TI e TA, usualmente, cria inibidores naturais para a integração entre eles, porque não há compatibilidade entre

o novo *software* e o *hardware* antigo. O *hardware* de TI, normalmente, está sempre atualizado, enquanto muitas plantas industriais automatizadas usam os mesmos computadores e equipamentos há mais de uma década (ZUGE; PEREIRA; DIAS, 2010).

Enquanto os sistemas interoperáveis podem funcionar de forma independente, um sistema integrado perde sua funcionalidade significativamente se o fluxo de serviços for interrompido (PANNETO; MOLINA, 2008).

A maioria dos aplicativos de automação industrial é certificada para ser usada apenas com sistemas operacionais pré-determinados.

Devido a diferentes aplicativos de software em execução no nível corporativo e chão de fábrica, pode haver dificuldades na comunicação entre eles.

Segundo Züge; Pereira e Dias (2010), a integração de departamentos de TI e TA pode ser um inibidor ou facilitador, dependendo de como a empresa lida com esses departamentos. Da mesma forma, o alinhamento estratégico de negócios e tecnologia pode ser um inibidor ou um facilitador, dependendo da maneira como as empresas o enfrentam.

Panneto e Molina (2008) afirmam que a arquitetura corporativa deveria abordar mais o tema do alinhamento da estratégia de negócios com a tecnologia para implementações, e não apenas ficar focada em negócios ou TI, com pesquisa e desenvolvimento separados.

Um facilitador da integração é o desenvolvimento de equipamentos de alta tecnologia que proporcionam maior confiabilidade. A memória de armazenamento e capacidade de processamento de equipamentos TI e TA têm crescido em velocidade acelerada nos últimos anos (ZUGE; PEREIRA; DIAS, 2010).

Segundo Gelle; Koch e Sager (2005), a World Wide Web e as novas tecnologias da informação permitem uma maior integração de sistemas de *software* e *hardware* para além das fronteiras da empresa. Porém a Web também pode ser um inibidor, visto que pode representar riscos à segurança do sistema automatizado, tais como ataques de hackers e vírus. Os esforços para a padronização e desenvolvimento de

modelos de integração, como por exemplo, ISA-95 são os viabilizadores mais fortes de integração da empresa.

Os principais modelos de integração de TI e TA são: *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) ou Manufatura Integrada por Computador, *Manufacturing Enterprise System* (MES) ou Sistema de Execução da Manufatura e ISA-95 da *International Society of Automation* ou Sociedade Internacional de Automação . Um resumo de cada modelo é apresentado a seguir.

4.3.1 Computer Integrated Manufacturing (CIM)

Segundo Sauter (2005) o uso do computador na indústria começou, aproximadamente, há 50 anos e continuou a ser atualizado nas últimas décadas. Os computadores foram utilizados em várias áreas das plantas industriais e o objetivo da *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) foi a integração das várias ilhas de automação (HARRINGTON, 1973) que se formaram.

Para facilitar o entendimento do modelo, uma representação do modelo hierárquico foi criada e representada por uma pirâmide, da qual existem várias versões. A Figura 10 mostra a representação proposta por Webb e Greshock (1992) com adaptações feitas pela autora por meio da inclusão de exemplos de equipamentos em cada um dos cinco níveis da pirâmide de automação.

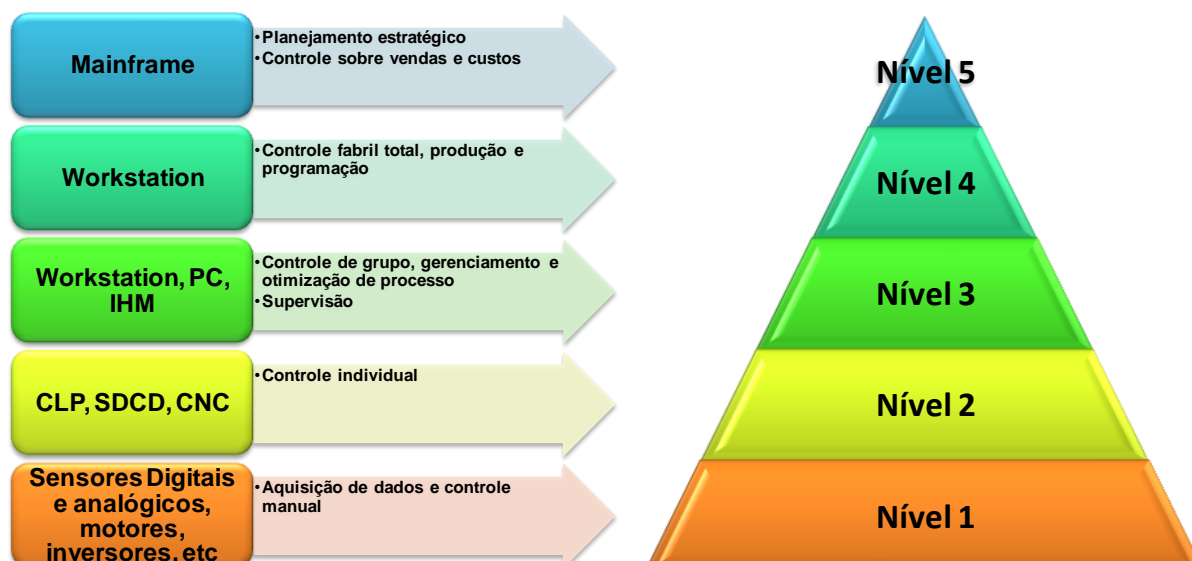
A Tabela 7 apresenta os dispositivos e sistemas, de acordo com o nível de automação.

Tabela 7 - Dispositivos de acordo com os níveis de automação

Nível	Dispositivos/Sistemas
5	ERP (<i>Enterprise Resources Planning</i>)
4	MES (<i>Manufacturing Enterprise Systems</i>) MRP (<i>Material Requirement Planning</i>)
3	Sistemas Supervisórios
2	Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) Sistemas Digitais de Controle Distribuídos (SDCD)
1	Sensores, botões, <i>drivers</i> , etc.

Fonte: Elaborada pela autora

Figura 10 - Níveis de hierarquia de automação



Fonte: WEBB ; GRESHOCK, 1992. Adaptada pela autora

No nível 1, além dos sensores, podem existir também motores, inversores, válvulas, etc. que são os dispositivos de saída atuantes do sistema, a partir dos comandos do controlador.

Sensores são dispositivos que traduzem variáveis físicas encontradas no ambiente em sinais elétricos. Existem diversas variáveis que podem ser transformadas em sinais elétricos, como, por exemplo, posição, temperatura, nível, etc. Essas variáveis precisam ser transformadas de modo que o sistema de automação industrial possa identificar o sinal; portanto, devem ser convertidas em corrente ou tensão para que os cartões de um controlador possam ler os dados.

O nível 2 é constituído de Controladores Lógico Programáveis (CLPs), Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCDs), Controle Numérico Computadorizado (CNCs), etc. Neste nível é feito o controle individual de equipamentos da planta industrial.

O nível 3 é composto por computadores, Interfaces Homem- Máquina (IHMs) com o objetivo de supervisão.

No nível 4 é efetuado o controle fabril total, produção e programação. O MES é localizado neste nível.

No nível 5 é executado o planejamento estratégico. O *Enterprise Resource Planning (ERP)* ou Planejamento de Recursos da Empresa pode ser encontrado neste nível.

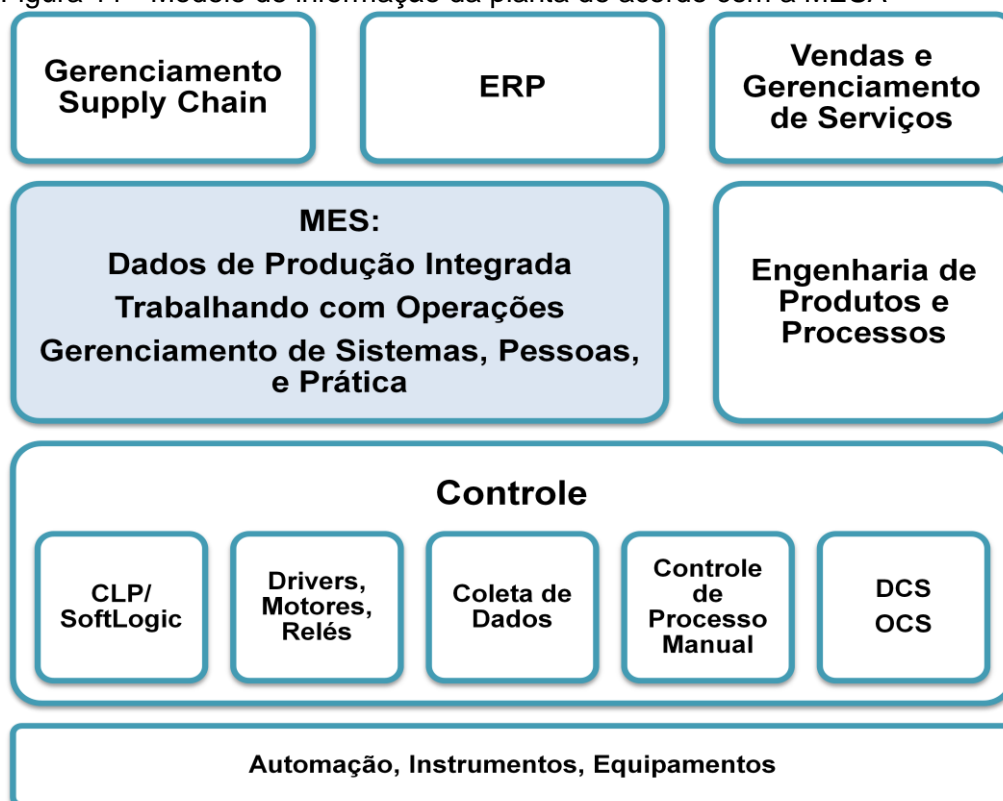
4.3.2 Manufacturing Execution System (MES)

A definição de MES pela Associação para Soluções de Manufatura Empresarial (*Manufacturing Enterprise Solutions Association - MESA*) é (MESA INTERNATIONAL, 1997, p. 3):

MES fornece informação que possibilita a otimização das atividades de produção desde o lançamento de ordens até produtos acabados. Usando dados atuais e precisos, o MES guia, inicia, responde, e reporta as atividades da planta assim que elas ocorrem. A resultante resposta rápida às mudanças de condições, juntamente com um foco na redução de atividades de valor não agregado, direciona eficazmente as operações e processos da planta. MES melhora o retorno sobre os ativos operacionais, bem como a entrega dentro do prazo, giro de estoque, a margem bruta, e desempenho do fluxo de caixa. O MES fornece informações críticas sobre as atividades de produção em toda a empresa e cadeia de suprimentos através de comunicações bidirecionais.

A Figura 11 apresenta o modelo de informação da planta, de acordo com a MESA.

Figura 11 - Modelo de informação da planta de acordo com a MESA



Fonte: MESA INTERNATIONAL, 1997

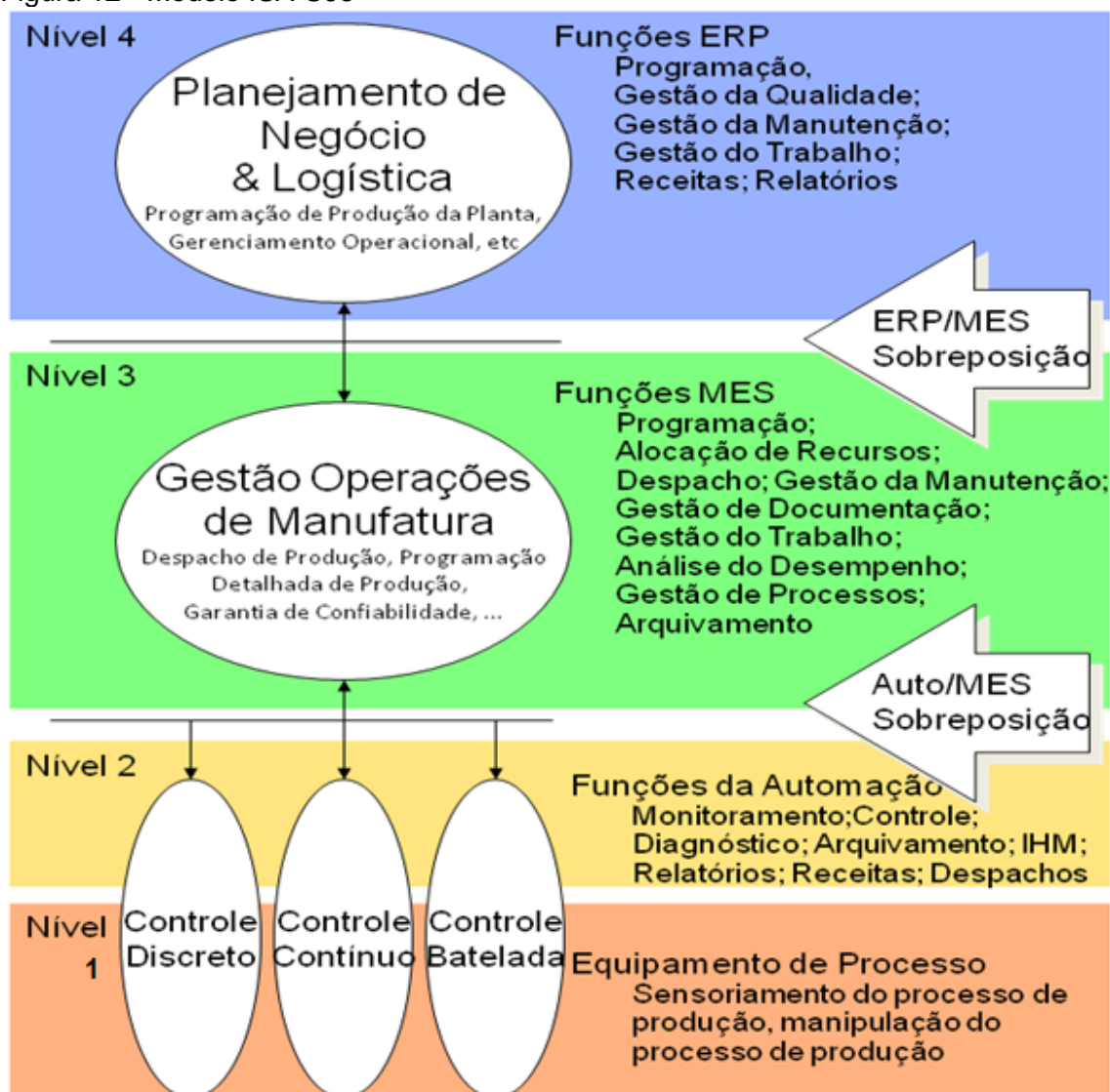
O modelo de informação da planta apresentado na Figura 11 ilustra como as informações são agrupadas segundo a MESA *International*. O chão de fábrica é

representado pelo nível automação, instrumentos e equipamentos. O próximo nível é o controle, onde é efetuada a coleta de dados do nível chão de fábrica e os controles são executados. O nível MES possibilita comunicações bidirecionais rápidas entre o nível de controle e gerenciamento.

4.3.3 Modelo ISA-95 (International Society of Automation)

A *International Society of Automation 95 (ISA-95)* é um padrão para Integração de Sistemas Controle e Negócio que pode ser aplicado em processos de batelada, contínuos e discretos. A Figura 12 apresenta o modelo S-95 que é composto por quatro níveis.

Figura 12 - Modelo ISA-S95



Fonte: ISA-95 (2009)

O modelo e a terminologia ISA-95 podem ser usados para determinar quais informações devem ser trocadas entre sistemas para vendas, finanças e logísticas e sistemas de produção, manutenção e qualidade (ISA-95, 2009).

A ISA-95 pode ser usada com vários objetivos, como, por exemplo: guia para definição de necessidades do usuário, seleção de fornecedores de MES e base para desenvolvimento de sistemas e base de dados MES.

A ISA-95 considerou outros padrões em seu desenvolvimento. Três trabalhos influenciaram a ISA-95: ISA-88 (Controle em Batelada), Modelo de Referência CIM e a MESA Internacional para o modelo de contexto MES.

O modelo da ISA-95 é composto por quatro níveis:

Nível 1: composto pelos sensores da planta industrial;

Nível 2: é composto pelas funções de automação. Neste nível ocorre o monitoramento e controle de equipamentos;

Nível 3: este nível é composto pelas funções do MES: programação, alocação de recursos, etc.;

Nível 4: este nível é composto pelas funções de ERP; programação, gestão da qualidade, etc.

Entre o Nível 2 e 3, a ISA-95 considera a sobreposição da automação e MES. Entre o nível 3 e 4, ocorre a sobreposição entre o ERP e MES segundo a ISA-95. A ISA-95 considera estas sobreposições visto que é necessário um compartilhamento de informações entre os níveis.

4.4 Plano Diretor da Automação Industrial (PDAI)

O objetivo do Plano Diretor da Automação Industrial (PDAI) é analisar a situação atual do sistema (AS-IS – termo em inglês que significa situação atual) e traçar um roteiro orientador de ações para alcance das metas da organização.

Além disso, o PDAI busca a conscientização e capacitação de dirigentes, gerência, engenheiros e responsáveis pelos investimentos na organização, para a implantação do mesmo.

O termo PDAI pode ter diferentes significados, dependendo da empresa ou instituição onde é utilizado. Para o Centro Brasileiro de Tecnologia de Automação - CBTA (2013), PDAI significa Plano Diretor da Automação Integrada; para a ISA, Plano Diretor da Automação e Informação. A empresa Petrobras utiliza-o como Plano Diretor da Automação Industrial (PROMINP, 2007), denominação adotada neste trabalho.

O PDAI é implantado nas indústrias por empresas especializadas e apresentado em cursos de graduação e pós-graduação; porém, não foram encontradas fontes acadêmicas mais formais sobre o assunto. Em vista disto, foram utilizadas as informações sobre PDAI de acordo com Coghi (2012).

Segundo o autor, com o PDAI pode-se alcançar:

- a) Planejamento integrado da troca de informações entre os níveis hierárquicos de uma empresa;
- b) Melhora no alinhamento entre os projetos de TA e TI;
- c) Proposta de padronização de soluções de arquitetura desejada;
- d) Consolidação de tecnologias para os sistemas atuais e futuros a serem implantados;
- e) Obtenção de ganhos de escala na compra de *hardware* e *software*;
- f) Previsão de investimentos em *hardware*, *software* e serviços;
- g) Sequenciamento da carteira de investimentos em TA e TI;
- h) Previsão da estratégia de atualização dos sistemas de TA e TI compatíveis com a velocidade de evolução da tecnologia.

4.4.1 Especialidades envolvidas no Planejamento da Automação Industrial

Visto que a automação industrial envolve várias áreas, é importante que colaboradores diversos sejam envolvidos no processo de PDAI. Exemplos das áreas que devem participar do PDAI são (COGHI, 2012): Tecnologia de automação; Tecnologia de informação; Meio Ambiente; Qualidade; Operação; Planejamento de controle de produção, etc.

4.4.2 Fases do PDAI

Segundo Coghi (2012), o processo de PDAI pode ser dividido em oito fases:

- a) Entendimento do processo;
- b) Entendimento do negócio;
- c) Análise das necessidades operacionais;
- d) Identificação das oportunidades;
- e) Identificação das soluções para aproveitamento as oportunidades;
- f) Estimativa de investimentos e retornos;
- g) Desenvolvimento de um roteiro para implantar os projetos;
- h) Implementação de projeto.

A Figura 13 ilustra um fluxograma com as etapas de implementação de um PDAI.

Figura 13 - Fluxograma de implementação de um PDAI



Fonte: Elaborada pela autora a partir de Coghi (2012)

Observe-se que, na implementação tradicional de um PDAI, não existe a possibilidade de um retorno para alguma das etapas anteriores. Esta é uma deficiência deste modelo, uma vez que, nem sempre, o desenvolvimento de qualquer atividade de planejamento ocorre de forma linear.

A implementação do PDAI pode ser feita de três maneiras:

- a) Desenvolvimento interno: a equipe responsável pela implementação do PDAI faz parte da própria empresa;
- b) Desenvolvimento conjunto: ocorre quando o PDAI é implementado com mão de obra interna e também utilizando uma empresa terceirizada;
- c) Subcontratação de uma empresa: uma empresa de consultoria é contratada para implementação do PDAI.

A determinação da equipe para implementação do PDAI depende dos recursos humanos disponíveis na empresa.

4.5 Considerações finais do capítulo

Este capítulo apresentou uma visão geral dos componentes da Tecnologia de Automação e enfatizou a importância da integração da Tecnologia da Informação e Tecnologia da Automação para que possa ocorrer um melhor fluxo de informações e para que as mesmas alcancem seu público alvo. Inibidores e facilitadores da integração da TI e TA são apresentados, juntamente com alguns modelos de integração. Devido ao aumento da complexidade dos projetos de automação e integração com TI faz-se necessário um melhor planejamento, que é executado utilizando-se o Plano Diretor da Automação Industrial.

5 TÓPICOS DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

O alinhamento do Planejamento Estratégico com o desenvolvimento sustentável pode contribuir para a melhoria do desempenho das empresas. Segundo Judge e Douglas (1998), o nível de integração de preocupações com o meio ambiente no planejamento estratégico possui relação positiva com o desempenho ambiental e financeiro da empresa.

Para melhor explorar o tópico Planejamento Estratégico, este capítulo inicia-se com seções sobre planejamento e estratégia. Posteriormente, é apresentada a base teórica referente a Planejamento Estratégico, e, por fim, metodologias de planejamento estratégico segundo quatro perspectivas: Kotler (1998), Stoner e Freeman (1995), Fischmann (1987), e Certo e Peter (1993), com o objetivo de comparação e utilização como base para desenvolvimento da metodologia MAPEAS.

5.1 Planejamento

O planejamento consiste na definição das ações a serem tomadas para alcançar determinado objetivo. Com o planejamento é possível antecipar-se a eventuais contratempos, determinando o que deve ser feito, caso eles ocorram.

Alguns dos benefícios do planejamento são (KOTLER; ARMSTRONG, 1993) e (STONER; FREEMAN, 1995):

- a) Melhor definição de objetivos e políticas da empresa;
- b) Pensamento sistemático no futuro e melhoria das intenções dos executivos da organização;
- c) Execução consistente das atividades em relação aos objetivos e procedimentos escolhidos;
- d) Definição de padrões de desempenho;
- e) Obtenção e aplicação dos recursos necessários para alcançar os objetivos;
- f) Adoção de ações corretivas, caso o resultado das ações não seja satisfatório.

5.2 Estratégia

A palavra estratégia é muito utilizada tanto no ambiente empresarial quanto no acadêmico. A estratégia é definida como o plano da alta administração para obter resultados consistentes com a missão e objetivos da organização (WRIGHT, PRINGLE; KROLL, 1992 ² apud MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 1998).

Por outro lado, Mintzbert; Ahlstrand e Lampel (1998) afirmam que o termo estratégia possui cinco definições:

- a) Estratégia como plano: direção, orientação ou curso de ação para o futuro, também chamada de estratégia projetada;
- b) Estratégia como padrão: consistência de comportamento ao longo do tempo, também chamada de estratégia realizada;
- c) Estratégia como posição: posição única e valiosa, envolvendo conjunto de atividades diferentes;
- d) Estratégia como perspectiva: maneira fundamentada que uma organização possui de fazer as coisas;
- e) Estratégia como estratagema: manobra para despistar oponentes ou competidores.

De acordo com Porter (1980), o pensamento estratégico pode ser resumido em três tipos genéricos: liderança total em custos, diferenciação e foco:

- a) Liderança total em custos: com o objetivo de oferecer preços menores do que os de seus concorrentes, a empresa tenta reduzir seus custos ao máximo. O desafio é baixar seus custos e, mesmo assim, conseguir adotar a estratégia de diferenciação ou de foco;
- b) Diferenciação: o objetivo é oferecer produtos com desempenho superior, com benefício para o consumidor;
- c) Foco: a empresa busca atuar em um segmento de mercado menor.

² Wright, P., Pringle, C.; Kroll, M. Strategic Management Text and Cases (Needham Heights, MA: Allyn and Bacon, 1992)

5.3 Planejamento Estratégico

Segundo Mintzberg (1994), o planejamento estratégico surgiu em meados dos anos 60, impulsionado pela popularidade do livro *Estratégia Corporativa* de Igor Ansoff, publicado em 1965. Segundo Kotler (1998), seu principal objetivo é auxiliar as empresas na seleção e organização dos negócios de maneira saudável, mesmo quando eventos descontrolados ocorram.

Existem muitas definições para Planejamento Estratégico. Nesta tese de doutorado é utilizada a definição planejamento estratégico de Drucker (1998, p. 750):

É o processo contínuo de, sistematicamente e com o maior conhecimento possível do futuro contido, tomar decisões atuais que envolvam riscos; organizar sistematicamente as atividades necessárias à execução dessas decisões; e, através de uma retroalimentação organizada e sistemática, medir o resultado dessas decisões em confronto com as expectativas almejadas.

Segundo Oliveira (1996), o planejamento pode ser aplicado a vários níveis de hierarquia dentro da empresa, podendo ser classificado como estratégico, tático e operacional.

- a) Planejamento estratégico: a partir da análise do ambiente externo e interno, é definido um rumo amplo e generalizado para a organização. Normalmente, o planejamento estratégico é de responsabilidade dos níveis mais altos da empresa e trata-se de um planejamento de longo prazo. A participação de funcionários de outros níveis é indicada para evitar a resistência à implantação do planejamento estratégico e para uma melhor qualidade do mesmo;
- b) Planejamento tático: seu objetivo é analisar determinadas áreas de trabalho por um período menor do que o utilizado no planejamento estratégico. Trata-se de um planejamento em médio prazo, é menos genérico e mais detalhado do que o planejamento estratégico;
- c) Planejamento operacional: trata-se de um planejamento em curto prazo, podendo ser mensal, semanal ou diário. É desenvolvido pelos gerentes de unidade e composto por cronogramas e tarefas específicas.

A Figura 14 apresenta os níveis de planejamento.

Figura 14 - Níveis de planejamento



Fonte: OLIVEIRA, 1996

O PDAI poderia ser considerado no nível do planejamento tático, porém, deve estar alinhado ao Planejamento Estratégico da empresa.

5.4 Metodologias de Planejamento Estratégico

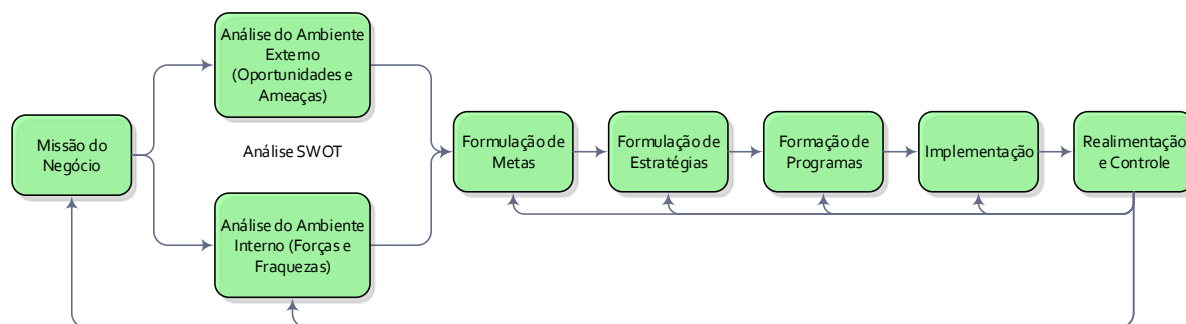
A literatura apresenta várias metodologias de Planejamento Estratégico. Neste trabalho são apresentados os seguintes autores: Kotler (1998), Stoner e Freeman (1995), Fischmann (1987) e Certo e Peter (1993).

Embora as metodologias apresentadas não sejam proposições recentes, as mesmas continuam sendo utilizadas nos dias atuais e atendem às necessidades deste trabalho. Dada a relevância destas metodologias selecionadas, as mesmas continuam sendo utilizadas como base teórica dos trabalhos atuais da área de planejamento estratégico.

5.4.1 Metodologia apresentada por Kotler

Segundo Kotler (1998), o processo de planejamento estratégico da unidade de negócio é composto pelas oito etapas apresentadas na Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma do processo de planejamento estratégico do negócio



Fonte: KOTLER, 1998

Na Figura 15, a análise SWOT corresponde a *Strengths, Weaknesses/Limitations, Opportunities, and Threats* que, traduzindo para português, significa Forças, Fraquezas/Limitações, Oportunidades e Ameaças. A análise SWOT é equivalente à análise do ambiente externo e interno.

Conforme pode ser observado, o processo de um planejamento estratégico, segundo Kotler (1998), é subdividido em oito etapas:

- a) Missão do negócio;
- b) Análise do ambiente externo (análise de oportunidades e ameaças);
- c) Análise do ambiente interno (análise de forças e fraquezas);
- d) Formulação de metas;
- e) Formulação da estratégia;
- f) Formulação do programa;
- g) Implementação;
- h) Realimentação e Controle.

A Tabela 8 apresenta as etapas do planejamento estratégico, segundo Kotler, com as respectivas descrições de cada uma.

Tabela 8 - Etapas do planejamento estratégico segundo Kotler

Etapa	Descrição
Missão do negócio	Cada unidade de negócio deve definir sua missão específica dentro da empresa.
Análise do ambiente externo (análise de oportunidades e ameaças)	Normalmente, uma unidade de negócio deve monitorar: a) Forças macroambientais: demográficas, econômicas, tecnológicas, políticas, legais, sociais e culturais; b) Atores microambientais: consumidores, concorrentes, canais de distribuição, fornecedores. As oportunidades podem ser classificadas considerando-se sua atratividade e probabilidade de sucesso. Em relação às ameaças, a classificação pode considerar seu grau de relevância e probabilidade de ocorrência.
Análise do ambiente interno (análise de forças e fraquezas)	Uma análise periódica das forças e fraquezas deve ser feita a partir da avaliação das competências de marketing, financeira, de produção e organizacional do negócio. Em seguida, classificado em termos de força (importante, sem importância e neutro) e de fraqueza (importante ou sem importância).
Formulação de metas	Metas são objetivos específicos referentes a magnitude e tempo. Com o objetivo de facilitar o planejamento, a implementação e o controle, as metas devem ser mensuráveis. Para a administração por objetivos funcionar, estes devem atender a quatro critérios: a) Devem ser hierarquizados, do mais importante ao menos importante; b) Na medida do possível, devem ser quantitativamente declarados; c) As metas precisam ser realistas; d) Os objetivos devem ser consistentes.
Formulação da estratégia	A estratégia é um plano de como atingir as metas definidas na etapa anterior (Formulação de metas). Porter (1980) resume as estratégias em três tipos genéricos: liderança total em custos, diferenciação e foco.
Formulação do programa	Após definição da estratégia, devem-se utilizar programas de apoio detalhados. De acordo com a estratégia definida na etapa anterior, a administração deve implementar programas para fortalecer os departamentos definidos na estratégia.
Implementação	A estratégia e programa bem definidos não são suficientes para o sucesso do negócio. A empresa deve implantá-los de forma cuidadosa.
Realimentação e Controle	É necessário rastrear os resultados e monitorar o ambiente. Caso haja alguma alteração, é necessário rever a implementação, programas, estratégias e até objetivos.

Fonte: Elaborada pela autora a partir de Kotler (1998)

5.4.2 Metodologia apresentada por Stoner e Freeman

Na metodologia proposta por Stoner e Freeman (1995), a formulação de objetivos é o passo inicial. As etapas desta metodologia são nove:

- a) Formulação de objetivos;
- b) Identificação das metas e estratégias atuais;

- c) Análise ambiental;
- d) Análise de recursos;
- e) Identificação de oportunidades estratégicas e ameaças;
- f) Determinação do grau de mudança estratégica necessária;
- g) Tomada de decisão estratégica;
- h) Implementação da estratégia;
- i) Medida e controle do progresso.

A Tabela 9 apresenta as etapas do planejamento estratégico segundo estes autores, com suas respectivas descrições.

Tabela 9 - Etapas do planejamento estratégico segundo Stoner e Freeman

Etapa	Nome	Descrição
1	Formulação de objetivos	Neste passo é definido o que a empresa busca com suas ações.
2	Identificação das metas e estratégias atuais	A identificação das metas e estratégias existentes na organização é necessária para facilitar a compreensão do processo de mudança para atingir os objetivos definidos no passo 1.
3	Análise ambiental	Análise dos fatores externos, como por exemplo: economia, cultura, política, tendências. O objetivo desta fase é conhecer, com precisão, o ambiente no qual a empresa está inserida.
4	Análise de recursos	Neste passo são identificados os recursos disponíveis para alcançar os objetivos da empresa e quais ainda são necessários.
5	Identificação de oportunidades estratégicas e ameaças	A partir dos dados dos passos 3 e 4, são identificadas as oportunidades e ameaças.
6	Determinação do grau de mudança estratégica necessária	Nesta etapa é feita uma reavaliação dos objetivos, considerando os resultados encontrados no passo 5. A sua redefinição possibilita a diminuição do hiato existente entre o objetivo formulado e o que a empresa realmente tem condições de atingir. Esta reavaliação dos objetivos acontece para que a empresa não desconsidere os aspectos ambientais e internos na definição de seus objetivos.
7	Tomada de decisão estratégica	Fase de identificação das possíveis alternativas estratégicas. Nesta fase a empresa irá considerar várias alternativas estratégicas e terá de decidir por aquela que esteja mais adequada aos recursos disponíveis na organização.
8	Implementação da estratégia	Consiste na implementação do planejamento, ou seja, a fase em que serão executadas as tarefas para se chegar aos objetivos traçados.
9	Medida e controle do progresso	Corresponde ao processo de avaliação do cumprimento das metas e objetivos traçados no passo 1.

Fonte: Elaborada pela autora a partir de Stoner e Freeman (1995)

5.4.3 Metodologia proposta por Fischmann

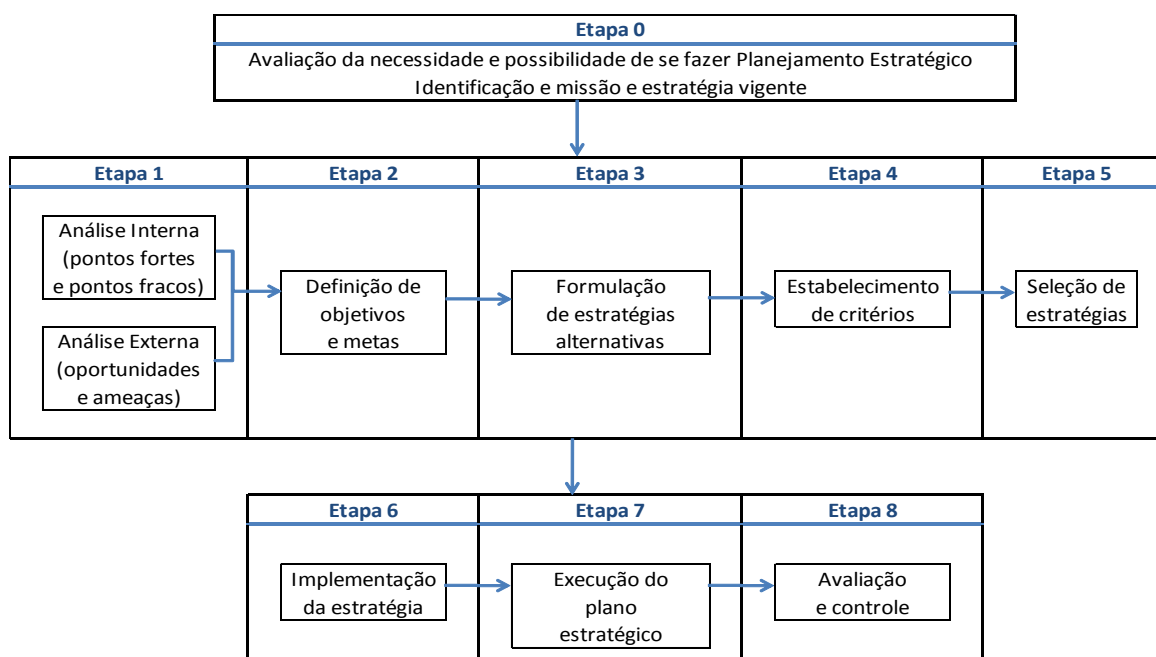
Fischmann (1987) considera uma etapa 0, antes de iniciar o Planejamento Estratégico, que consiste em avaliar a necessidade e possibilidade de fazê-lo. Somente após esta etapa, inicia-se o Planejamento Estratégico propriamente dito, que, segundo o autor, consiste em dois estágios:

1º Estágio: 1-Análise do Ambiente;
 2-Definição de Objetivos e Metas;
 3-Formulação de Estratégias;
 4-Estabelecimento de Critérios;
 5-Seleção de Estratégias.

2º Estágio: 6-Implementação da Estratégia;
 7-Execução do Plano Estratégico;
 8-Avaliação e Controle.

A Figura 16 apresenta um diagrama simplificado do modelo de planejamento estratégico segundo Fischmann.

Figura 16 - Diagrama simplificado do Modelo de Planejamento Estratégico segundo Fischmann



Fonte: FISCHMANN, 1987

A Tabela 10 apresenta as etapas do planejamento estratégico segundo o autor.

Tabela 10 - Etapas do planejamento estratégico segundo Fischmann

Estágio	Etapas	Nome	Descrição
0	0	Avaliação da necessidade e possibilidade de se fazer Planejamento Estratégico	Além da identificação da missão e da avaliação da estratégia vigente, nesta etapa ocorre a preparação da empresa para a adoção de uma mentalidade estratégica por parte dos executivos e funcionários da organização. Segundo Fischmann (1987), esta etapa, normalmente, é ignorada pela literatura e é muito importante para o planejamento estratégico.
1º	1	Análise do Ambiente	Análise interna e externa da empresa. Na análise interna são verificados os pontos fortes e fracos inerentes à empresa. A análise externa identifica as oportunidades e ameaças ambientais que podem facilitar ou dificultar o sucesso da empresa.
	2	Definição de Objetivos e Metas	Objetivos e metas são importantes para poder medir os resultados alcançados.
	3	Formulação de Estratégias Alternativas	A partir das informações das etapas anteriores, as estratégias alternativas são formuladas segundo a percepção dos formuladores e tomadores de decisão.
	4	Estabelecimento de Critérios	Estabelecimento de critérios para seleção de estratégias. Os critérios devem ser homogêneos e mensuráveis. Alguns exemplos de critérios são: nível de investimento e retorno esperados, efeitos sobre a imagem da empresa, benefício à comunidade, entre outros.
	5	Seleção de Estratégias	A partir dos critérios da etapa 4, as estratégias que serão implementadas são selecionadas. As que não o foram podem ser descartadas ou utilizadas posteriormente.
2º	6	Implementação da Estratégia	Nesta fase são executados os ajustes estruturais e orçamentários para implementação das estratégias.
	7	Execução do Plano Estratégico	Corresponde ao cumprimento do que foi planejado na implementação da estratégia.
	8	Avaliação e Controle	Acompanhamento e correção que se inicia na Etapa 6 (Implementação de Estratégias).

Fonte: Elaborada pela autora a partir de Fischmann (1987)

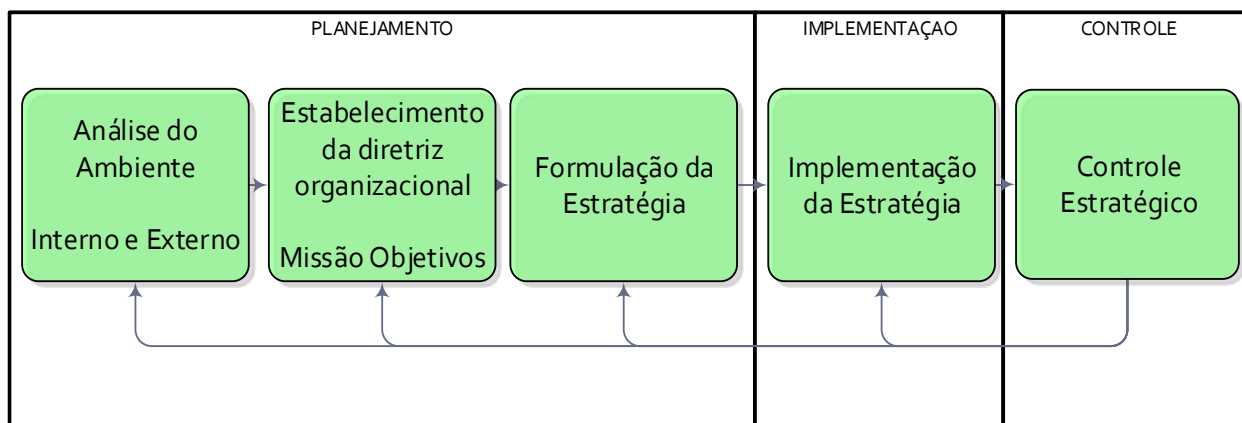
5.4.4 Metodologia proposta por Certo e Peter

Para Certo e Peter (1993), a administração estratégica é composta por etapas contínuas e cíclicas. Conforme apresentado na Figura 17, as etapas que a compõem são:

- a) Planejamento (análise do ambiente, estabelecimento da diretriz organizacional e formulação da estratégia);
- b) Implementação;

c) Controle Estratégico.

Figura 17 - Etapas do planejamento, implementação e controle segundo Certo e Peter



Fonte: CERTO ; PETER (1993)

No modelo proposto, o Planejamento Estratégico contempla cinco etapas:

- a) Etapa 1: Análise do Ambiente;
- b) Etapa 2: Estabelecimento da diretriz organizacional – missão e objetivos;
- c) Etapa 3: Formulação da estratégia;
- d) Etapa 4: Implementação da estratégia;
- e) Etapa 5: Controle estratégico.

A Tabela 11 apresenta as etapas do planejamento estratégico.

Tabela 11 - Etapas do planejamento, implementação e controle segundo Certo e Peter

Etapa	Subetapa	Nome	Descrição
Planejamento	1	Análise do Ambiente	Nesta etapa ocorre a monitoração do ambiente organizacional para identificar os riscos e oportunidades que possam influenciar o sucesso da empresa. A análise ambiental considera três níveis distintos do ambiente: ambiente geral (componentes de amplo escopo tais como econômico, social, entre outros), ambiente operacional (ambiente externo à empresa).
	2	Estabelecimento da diretriz organizacional – missão e objetivos	O processo consiste em três subetapas: reflexão sobre os resultados de uma análise do ambiente, estabelecimento de uma missão organizacional e estabelecimento de objetivos organizacionais.

Continua

Conclusão

Etapa	Subetapa	Nome	Descrição
Planejamento	3	Formulação da estratégia	Utilização dos dados obtidos na análise do ambiente para levantamento de questões críticas, pontos fortes e fracos, oportunidades e riscos. As questões críticas auxiliam no estudo da situação atual da organização e formulação de estratégias adequadas. A formulação da estratégia inclui atividades como análise, planejamento e seleção de estratégias com o objetivo de aumentar as chances de alcançar os objetivos da organização.
Implementação	4	Implementação da estratégia	Certo e Peter sugerem um modelo de cinco estágios para o processo de implementação: a) Determinação das alterações necessárias para implementar a estratégia selecionada; b) Análise das estruturas formal e informal da organização para verificar se elas estão facilitando ou impedindo o processo de implementação; c) Análise da cultura da organização; d) Seleção de uma abordagem apropriada para implementação da estratégia; e) Implementação da estratégia e avaliação dos resultados.
Controle	5	Controle estratégico	Medição do desempenho organizacional (qualitativa e quantitativa). O controle estratégico é composto por três passos: a) Medição do desempenho organizacional; b) Comparação do resultado atual com os objetivos ; c) Atitudes corretivas.

Fonte: Elaborada pela autora a partir de Certo e Peter (1993)

5.5 Considerações finais do capítulo

Este capítulo apresentou metodologias de planejamento segundo os autores: Kotler, Stoner e Freeman, Fishmann e Certo e Peter. As metodologias são utilizadas como base para desenvolvimento da MAPEAS.

É possível observar algumas semelhanças nas etapas de Planejamento Estratégico apresentadas pelos autores. Uma tabela comparativa é apresentada na subseção 6.2- Análise das etapas do PDAI em relação ao Planejamento Estratégico.

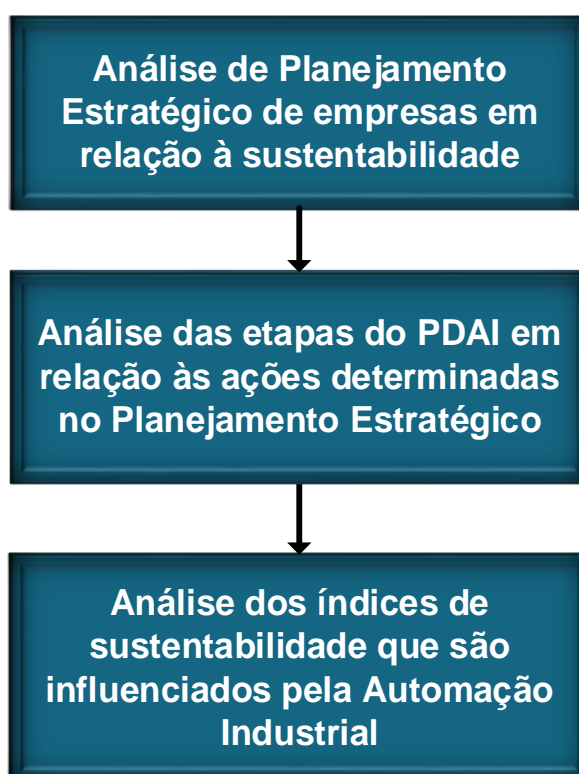
6 METODOLOGIA DE ALINHAMENTO DO PDAI COM PE EM PRÓ DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - MAPEAS

Este trabalho apresenta uma metodologia para o alinhamento do plano diretor da automação industrial e planejamento estratégico com o objetivo de possibilitar processos industriais também voltados o desenvolvimento sustentável.

Visto que o relatório GRI é adotado pela maior parte de empresas, conforme apresentado na subseção 3.5, ele é utilizado neste trabalho para análise da automação industrial em relação à sustentabilidade e planejamento estratégico.

Com o objetivo de auxiliar na análise do alinhamento estratégico com o plano diretor da automação industrial em pró do desenvolvimento sustentável, primeiramente, os tópicos são analisados em três grupos, combinando dois temas centrais. A Figura 18 apresenta a proposta de análise adotada para o desenvolvimento da MAPEAS.

Figura 18 - Fluxograma do modelo de análise da metodologia MAPEAS



Fonte: Elaborada pela autora

6.1 Análise de Planejamento Estratégico da empresa em relação à sustentabilidade

De acordo com Schmidheiny (1992), o redirecionamento da estratégia empresarial para atendimento aos parâmetros de sustentabilidade ocorre, principalmente, devido a quatro razões fundamentais:

- a) Reconhecimento de que o crescimento econômico de longo prazo só pode ocorrer se for, ambientalmente, sustentável;
- b) Confirmação de que os produtos, serviços e processos devem contribuir para um mundo sustentável;
- c) Aumento da credibilidade da empresa por estar associada a operações comerciais que respeitem os limites de sustentabilidade dos ecossistemas;
- d) Percepção de que a adesão voluntária da empresa ao desenvolvimento sustentável é mais eficaz do que as coerções regulatórias por partes dos gestores.

6.2 Análise das etapas do PDAI em relação ao Planejamento Estratégico

O Plano Diretor da Automação Industrial e o Planejamento Estratégico possuem muitas etapas similares, o que torna possível sua comparação. O objetivo deste cotejamento é identificar as mais importantes de ambos, a fim de serem usadas como base para formulação da MAPEAS. Desta forma, a metodologia desenvolvida busca utilizar conceitos e ações com as quais os gestores já estejam familiarizados, com o propósito de que o tempo de aprendizado e consequente gasto com recursos humanos sejam minimizados tanto quanto possível. A Tabela 12 foi organizada com o objetivo de comparar as etapas do Plano Diretor da Automação Industrial com relação ao Planejamento Estratégico. Para tanto, foram utilizados os mesmos autores apresentados na subseção 5.4 - Metodologias de Planejamento Estratégico: Kotler; Fischmann; Stoner e Freeman e Certo e Peter.

Tabela 12 - Tabela comparativa do PDAI com Planejamento Estratégico

Etapas do PDAI	Ações de Planejamento Estratégico segundo os autores			
Coghi	Kotler	Fischmann	Stoner e Freeman	Certo e Peter
Entendimento do processo	Missão do Negócio		Identificação das metas e estratégias atuais	Missão/ objetivos
Entendimento do negócio				
Análise das necessidades operacionais	Análise do ambiente externo/Análise do ambiente interno	Definição de objetivos e metas	Formulação de objetivos	Análise do ambiente interno e externo
Identificação das oportunidades		Análise do ambiente	Análise ambiental/Identificação de oportunidades estratégicas e ameaças	
Identificação das soluções para aproveitar as oportunidades	Formulação de metas/ Formulação de estratégias	Formulação de estratégias/ Estabelecimento de critérios	Determinação do grau de mudança estratégica necessária	Estabelecimento da diretriz organizacional
Estimativa de investimentos e retornos			Análise de recursos	
Desenvolvimento de um roteiro para implantar os projetos	Formação de programas	Seleção de estratégias	Tomada de decisão estratégica	Formulação da estratégia
Implementação	Implementação	Implementação da estratégia/Execução do plano estratégico	Implementação estratégica	Implementação da estratégia
	Realimentação e controle	Avaliação e controle	Medida de controle e progresso	Controle estratégico

Fonte: Comparação elaborada pela autora a partir de Coghi (2012), Kotler (1998), Stoner e Freeman (1995), Fischmann (1987) e Certo e Peter (1993)

Conforme ilustrado na Tabela 12, as etapas Entendimento do processo e Entendimento do negócio do PDAI possuem etapas similares no PE, segundo Kotler (Missão do negócio), Stoner e Freeman (Identificação das metas e estratégias atuais) e Certo e Peter (Missão e objetivos). Fischmann não apresenta etapa equivalente ao Entendimento do processo e Entendimento do negócio.

Ainda é possível encontrar um equivalente da etapa Estimativa de Investimentos e Retornos do PDAI somente no PE, segundo Stoner e Freeman. Os autores a nomeiam como Análise de Recursos; porém, é possível considerar que esta etapa do PDAI está incluída nas etapas anteriores do PE: Formulação de metas e Formulação de estratégias (Kotler), Formulação de estratégias e Estabelecimento de

critérios (Fischmann), Determinação do grau de mudança estratégica necessária (Stoner e Freeman). Certo e Peter não apresentam uma etapa definida para Análise de Recursos.

A etapa Realimentação e Controle (Kotler), Avaliação e controle (Fischmann), Medida de controle e progresso (Stoner e Freeman) e Controle estratégico (Certo e Peter) do PE não é encontrada no PDAI, porém, está presente nas metodologias do PE, segundo todos os autores estudados.

6.3 Análise dos índices de sustentabilidade que são influenciados pela Automação Industrial

A relação dos indicadores de sustentabilidade do relatório GRI com a automação industrial foi analisada e o conjunto de indicadores que podem ser afetados por automação industrial é apresentado nas Tabelas 13 e 14.

Os indicadores de sustentabilidade analisados foram selecionados, em sua maior parte, dos grupos Econômico e Meio Ambiente. Cada índice do relatório é avaliado individualmente em relação aos possíveis efeitos da automação industrial.

A Tabela 13 traz os dois indicadores do relatório GRI do grupo Econômico que possuem relação com automação industrial.

A Tabela 14 mostra os indicadores do relatório GRI do grupo Meio Ambiente que possuem relação com automação industrial. Este grupo possui grande quantidade de indicadores relacionados com automação industrial.

Observe-se que os outros grupos (Práticas de Trabalho, Direitos Humanos, Sociedade e Responsabilidade de Produto) não possuem indicadores diretamente relacionados com Automação Industrial.

Nas Tabelas 13 e 14, a coluna Automação apresenta alternativas de aplicação da automação industrial, de forma a melhorar ou implantar o indicador de sustentabilidade do relatório GRI.

Observe-se, também, que a instalação de sensores para obtenção de medidas mais precisas e a possibilidade de intertravamentos automatizados podem melhorar o

controle de materiais, propiciando economia e auxiliando a melhorar os índices de sustentabilidade.

A partir de algumas ações relacionadas à automação industrial, matéria-prima pode ser economizada ou reutilizada. As medições seriam mais precisas e fáceis de ser analisadas com a instalação de instrumentos inteligentes e redes de automação.

Tabela 13 - Indicadores do relatório de sustentabilidade GRI do grupo Econômico relacionados à Automação Industrial

Indicador	Descrição	Relevância	Automação
EC6	Política, práticas e proporção de gastos com fornecedores locais	Utilização de fornecedores locais pode ser uma estratégia para assegurar fornecimento, suporte a uma economia local estável e pode provar ser mais eficiente para configurações remotas.	Projetos de automação industrial podem beneficiar fornecedores locais de modo a fornecer melhor suporte às organizações.
EC8	Desenvolvimento e impactos de investimento em infraestrutura e serviços fornecidos para o benefício público por meio de compromisso comercial.	Os impactos da infraestrutura estendem-se além do negócio em si. Operações tais como: transporte, utilidades, saúde, etc. podem ser afetadas.	A automação industrial pode ser utilizada para melhoria da infraestrutura e serviços para o público em geral.

Fonte: Tabela criada pela autora a partir de indicadores selecionados de GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2011

Tabela 14 - Indicadores do relatório de sustentabilidade GRI do grupo Meio Ambiente relacionados à Automação Industrial

Indica-dor	Descrição	Relevância	Automação
EN1	Materiais usados por peso ou volume	Este indicador descreve a contribuição para a conservação dos recursos globais e os esforços para reduzir a utilização de materiais e aumentar a eficiência da economia.	Sistemas de sensoriamento para fornecer medidas mais precisas dos materiais utilizados. Intertravamentos automatizados podem facilitar o controle de materiais.
EN2	Porcentagem de matéria-prima reciclada utilizada	Indica habilidade de utilizar materiais reciclados como matéria-prima. Pode contribuir para diminuição do custo total de operação.	Sistemas de sensoriamento para fornecer medidas mais precisas dos materiais utilizados. Intertravamentos automatizados podem facilitar o controle de materiais.

Continua

Continuação

Indica- -dor	Descrição	Relevância	Automação
EN4	Energia indireta consumida pela fonte de energia primária	Este indicador mede a energia necessária para produzir e fornecer energia elétrica e qualquer outra forma intermediária de energia. Exemplos de fontes de energia intermediárias não renováveis são: eletricidade, aquecimento e resfriamento, vapor, energia nuclear, etc. Exemplos de fontes de energia intermediárias renováveis são: solar, vento, geotérmica, etc.	Sistemas de sensoriamento para fornecer medidas mais precisas das fontes de energia consumidas. Medidores inteligentes de energia elétrica podem ser instalados em rede.
EN5	Energia economizada devido à conservação e melhorias na eficiência	Resultados de esforço para melhorar eficiência energética por meio de melhorias tecnológicas. O uso eficiente de energia é uma estratégia chave para combater as mudanças climáticas e outros impactos ambientais.	Sistemas de sensoriamento para fornecer medidas mais precisas das fontes de energia consumidas. Medidores inteligentes de energia elétrica podem ser instalados em rede.
EN6	Iniciativas para fornecer produtos e serviços com eficiência energética ou renovável, e redução nos requisitos de energia como resultado destas iniciativas.	A implementação de iniciativas para fornecimento de produtos e serviços com eficiência energética e renovável pode ser uma vantagem competitiva devido ao aumento da diferenciação e reputação dos produtos.	Sistemas de sensoriamento para fornecer medidas mais precisas das fontes de energia consumidas. Medidores inteligentes de energia elétrica podem ser instalados em rede.
EN7	Iniciativas para reduzir o consumo indireto de energia e as reduções atingidas	O uso de energia indireta ocorre por meio da aquisição de materiais e componentes ou serviços. Energia indireta pode ser reduzida de forma efetiva, como, por exemplo: seleção cuidadosa de materiais, serviços ou capacidades de produção eficientes energeticamente ou substituição de viagens por telefone ou videoconferências.	Sistemas de sensoriamento para fornecer medidas mais precisas das fontes de energia consumidas. Medidores inteligentes de energia elétrica podem ser instalados em rede.
EN8	Retirada de água total por fonte	O volume total de água fornece uma indicação do tamanho relativo da organização e sua importância como usuária de água. A água limpa tem se tornado escassa e pode impactar nos processos de produção que se baseiam em grandes volumes de água.	Instalação de medidores para obtenção do valor exato do volume de água utilizado por fonte.
EN10	Porcentagem e volume total de água reciclada e reutilizada	A taxa de água reutilizada e reciclada pode ser uma medida de eficiência e demonstrar o sucesso de uma organização em reduzir as retiradas totais de água e descargas.	Instalação de medidores para obtenção do valor exato do volume de água reciclado e reutilizado. Sistemas automatizados para reciclagem e reuso de água, utilização da água em outras partes do processo.

Continua

Continuação

Indica- -dor	Descrição	Relevância	Automação
EN16	Total de gases efeito estufa diretos e indiretos emitidos por peso	A combinação de emissões diretas e indiretas fornece informações para as implicações de custos e organizações relatoras.	Utilização de analisadores que medem, continuamente, a emissão de gases. Facilidade para armazenamento dos dados históricos e emissão de relatórios.
EN17	Outros gases indiretos de efeito estufa por peso	Para algumas organizações, emissões indiretas de gases estufa são, de forma significativa, maiores do que as emissões diretas.	Utilização de analisadores que medem, continuamente, a emissão de gases. Facilidade para armazenamento dos dados históricos e emissão de relatórios.
EN18	Iniciativas para reduzir emissão de gases de efeito estufa e reduções atingidas	A emissão de gases de efeito estufa é a causa principal de alterações de clima e é governada pelas Nações Unidas de acordo com a Convenção Quadro sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC - <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>) e seguido pelo protocolo de Kyoto. O rastreamento e redução de emissões de gases de efeito estufa podem melhorar o desempenho geral do ciclo de vida de produtos e serviços, e servir como parte de um programa de desenvolvimento para ambiente global.	Para possibilitar o controle efetivo de emissão dos gases de efeito estufa, a primeira ação é a implementação de sistemas de sensoriamento para fornecer medidas precisas da quantidade de gases emitidos.
EN19	Emissões de substâncias nocivas à camada de ozônio por peso	A camada de ozônio (O3) filtra a maioria dos raios ultravioleta do sol (UV-B), biologicamente nocivos. O Protocolo de Montreal regula a eliminação de substâncias destruidoras de ozônio (ODS- <i>ozone-depleting substances</i>)	Para possibilitar o controle efetivo de emissão dos gases nocivos à camada de ozônio, a primeira ação é a implantação de sistemas de sensoriamento para fornecer medidas precisas da quantidade de gases emitidos.
EN21	Descarga de água total por qualidade e destino	Por, progressivamente, melhorar a qualidade da água descartada e / ou redução dos volumes, a organização tem o potencial de reduzir o seu impacto sobre o meio ambiente circundante. O não gerenciamento do descarte de efluentes com substância química ou de alta carga de nutrientes (principalmente azoto, fósforo ou potássio), pode ter um impacto significativo sobre águas receptoras.	Instalação de medidores para obtenção do valor exato do volume de água descartado no meio ambiente. Sistemas automatizados de tratamento de água antes do descarte, ou para uso em outras partes do processo.

Continua

Conclusão

Indica- -dor	Descrição	Relevância	Automação
EN22	Peso total de resíduos por tipo e método	Os dados sobre números de geração de resíduos durante vários anos pode indicar o nível de progresso nos esforços que a organização tem feito para a sua redução. Também pode indicar potenciais melhorias na eficiência dos processos e produtividade. Do ponto de vista financeiro, a redução dos resíduos contribui, diretamente, para a redução dos custos de materiais, processamento e descarte.	Instalação de medidores para obtenção do valor exato do volume de resíduos.
EN23	Número total e volume de derramamentos significantes	Derramamentos de produtos químicos, óleos e combustíveis podem ter impactos negativos significativos sobre o meio ambiente, afetando, potencialmente, água, solo, ar, biodiversidade e a saúde humana. O esforço sistemático para evitar derramamentos de materiais perigosos está diretamente ligado à conformidade da organização com os regulamentos, o seu risco financeiro da perda de matérias-primas, custos de remediação, o risco de ação regulatória, bem como danos à reputação.	Implementação de intertravamentos de segurança, de forma a minimizar a possibilidade de derramamentos.
EN26	Iniciativas para atenuar os impactos ambientais de produtos e serviços, e estender o impacto da atenuação	Para alguns setores, os impactos dos produtos e serviços durante a sua fase de utilização (por exemplo, o consumo de água da máquina de lavar), e no final da sua vida útil, pode ser igual a ou maior do que a fase de produção. A importância de tais impactos é determinada pelo comportamento do cliente e projeto de produto / serviço. Organizações devem considerar abordagens mais proativas para avaliar e melhorar os impactos ambientais de seus produtos e serviços.	Aplicação da automação industrial em processos para recuperação de recursos naturais mais rapidamente.
EN27	Porcentagem de produtos vendidos e materiais da embalagem que são recuperados por categoria	A eliminação de produtos e materiais de embalagem no final de uma fase de utilização é um desafio ambiental crescente. O estabelecimento de reciclagem eficaz e sistemas de reutilização para fechar os ciclos de produto podem contribuir, de forma significativa, para o material e eficiência de recursos.	Sistemas automatizados para reciclagem de produtos e para auxiliar na reutilização de recursos no processo industrial. Automação industrial em processos para recuperação de recursos naturais mais rapidamente.

Fonte: Tabela criada pela autora a partir de indicadores selecionados de GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2011

A Tabela 15 apresenta um resumo dos indicadores do relatório de sustentabilidade GRI relacionados com automação industrial.

Tabela 15 - Resumo dos indicadores do relatório GRI relacionados à Automação Industrial

Indicador	Descrição	Automação
EC6	Política, práticas e proporção de gastos com fornecedores locais	Sim
EC8	Desenvolvimento e impactos de investimento em infraestrutura e serviços fornecidos para o benefício público por meio de compromisso comercial	Sim
EN1	Materiais usados por peso ou volume	Sim
EN2	Porcentagem de matéria-prima reciclada utilizada	Sim
EN3	Energia direta consumida pela fonte de energia primária	Sim
EN4	Energia indireta consumida pela fonte de energia primária	Sim
EN5	Energia economizada devido à conservação e melhorias na eficiência	Sim
EN6	Iniciativas para fornecer produtos e serviços com eficiência energética ou renovável, e redução nos requisitos de energia como resultado destas iniciativas	Sim
EN7	Iniciativas para reduzir o consumo indireto de energia e as reduções atingidas	Sim
EN8	Retirada de água total por fonte	Sim
EN10	Porcentagem e volume total de água reciclada e reutilizada	Sim
EN16	Total de gases efeito estufa diretos e indiretos emitidos por peso	Sim
EN17	Outros gases indiretos de efeito estufa por peso	Sim
EN18	Iniciativas para reduzir emissão de gases de efeito estufa e reduções atingidas	Sim
EN19	Emissões de substâncias nocivas à camada de ozônio por peso	Sim
EN20	Emissão de NOx, SOx e outros gases por tipo e peso	Sim
EN21	Descarga de água total por qualidade e destino	Sim
EN22	Peso total de resíduos por tipo e método	Sim
EN23	Número total e volume de derramamentos significantes	Sim
EN26	Iniciativas para atenuar os impactos ambientais de produtos e serviços e estender o impacto da atenuação	Sim
EN27	Porcentagem de produtos vendidos e materiais da embalagem que são recuperados por categoria	Sim

Fonte: Tabela criada pela autora a partir de indicadores selecionados de GLOBAL REPORTING INITIATIVE, 2011

6.4 MAPEAS - Metodologia de Alinhamento PDAI com PE em Pró do Desenvolvimento Sustentável

A metodologia MAPEAS foi desenvolvida a partir da análise de três grupos com dois temas centrais:

- a) Análise de planejamento estratégico de empresas em relação à sustentabilidade;
- b) Análise das etapas do PDAI em relação às ações determinadas no Planejamento Estratégico;
- c) Análise dos índices de sustentabilidade que são influenciados pela automação industrial.

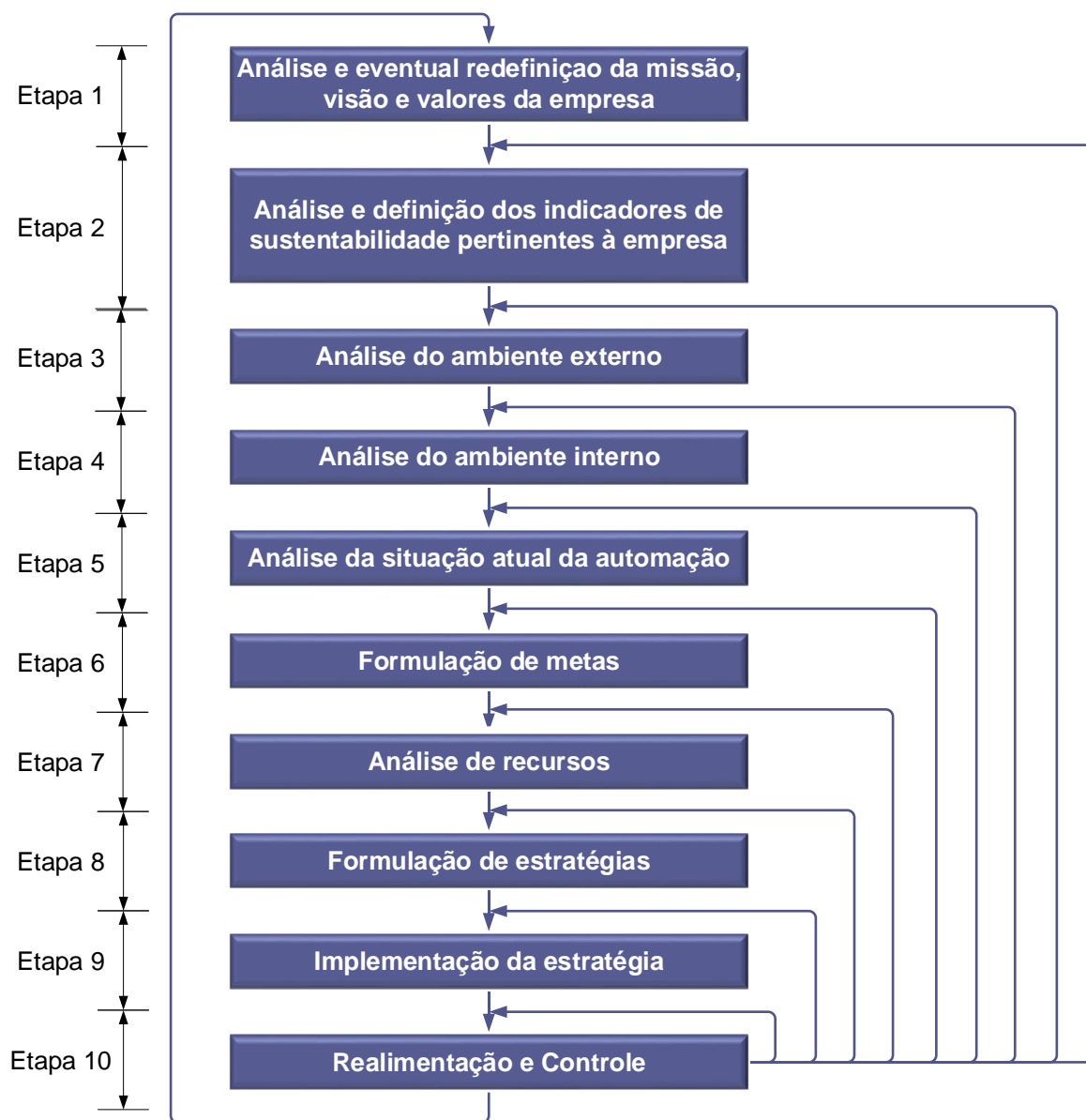
A Figura 19 apresenta a metodologia MAPEAS proposta neste trabalho, considerando o alinhamento do planejamento estratégico, plano diretor da automação industrial e desenvolvimento sustentável.

Conforme ilustrado na Figura 19, a metodologia MAPEAS é constituída de dez macroetapas:

- a) Etapa 1 - Análise e eventual redefinição da missão, visão e valores da empresa;
- b) Etapa 2 - Análise e definição de indicadores de sustentabilidade pertinentes à empresa;
- c) Etapa 3 - Análise do ambiente externo;
- d) Etapa 4 - Análise do ambiente interno;
- e) Etapa 5 - Análise da Situação Atual da Automação;
- f) Etapa 6 - Formulação de metas;
- g) Etapa 7 - Análise de recursos;
- h) Etapa 8 - Formulação de estratégia;
- i) Etapa 9 - Implementação da estratégia;
- j) Etapa 10 - Realimentação e controle.

As etapas são detalhadas nas subseções a seguir.

Figura 19 – MAPEAS – Metodologia de Alinhamento PDAI, PE e Desenvolvimento Sustentável



Fonte: elaborada pela autora

6.4.1 Etapa 1 - Análise e eventual redefinição da missão, visão e valores da empresa

Atualmente, a maioria das empresas incorpora a ideia da sustentabilidade na sua missão, visão e valores.

Segundo Mirvis; Googins e Sylvia (2010), a ideia de que as empresas ainda devem prestar atenção à definição da missão, visão e valores pode parecer ultrapassada; porém, líderes de sustentabilidade de grandes empresas redefiniram-se para atender a estas questões fundamentais.

A sustentabilidade já deve fazer parte da definição da missão, visão e valores da empresa. Algumas delas consideram-na já na missão, enquanto outras incorporam-na em seus valores.

Como exemplo, pode-se citar a empresa Petrobras (PETROBRAS S.A., 2013, p. 2):

Missão

Atuar de forma segura e rentável, com responsabilidade social e ambiental, nos mercados nacional e internacional, fornecendo produtos e serviços adequados às necessidades dos clientes e contribuindo para o desenvolvimento do Brasil e dos países onde atua.

Visão 2020

Seremos uma das cinco maiores empresas integradas de energia do mundo e a preferida pelos nossos públicos de interesse.

Valores

Desenvolvimento sustentável, integração, resultados prontidão para mudanças, empreendedorismo e inovação, ética e transparência, respeito à vida, diversidade humana e cultural, pessoas e orgulho de ser Petrobras.

6.4.2 Etapa 2 - Análise e definição de indicadores de sustentabilidade pertinentes à empresa

Caso a empresa não possua um padrão para o relatório de sustentabilidade, deve ser selecionado um modelo que se adéque as suas necessidades. Ela pode utilizar padrões internacionais conforme apresentado no capítulo 2 ou desenvolver seu próprio relatório de sustentabilidade. Além disso, dependendo do setor ao qual pertence, devem ser consideradas as leis e normas a serem seguidas.

Se a empresa utilizar o GRI, o conjunto de indicadores apresentados na seção 6.3 podem servir como base para seleção dos indicadores que possuem relação com a automação industrial.

6.4.3 Etapa 3 - Análise do ambiente externo

O ambiente externo é o conjunto de indivíduos, grupos, infraestrutura ou empresas que influenciam ou são influenciadas pela empresa em questão.

Nesta etapa são identificadas as oportunidades e ameaças deste ambiente. Na concretização das oportunidades e minimização das ameaças, pode-se contar com a ferramenta da automação industrial.

6.4.4 Etapa 4 - Análise do ambiente interno

A análise do ambiente interno identifica as forças e fraquezas da empresa. Além dos pontos fortes e fracos, os pontos neutros também devem ser analisados, pois eles podem se fortalecer ou enfraquecer ao longo do tempo.

Esta análise pode ser feita por departamento: financeiro, marketing, operacional, etc. A análise do ambiente interno deve ser feita na área em que a metodologia está sendo aplicada.

6.4.5 Etapa 5 - Análise da Situação Atual da Automação

A organização deve fazer um levantamento da área de automação industrial. É importante entrar em contato com os fornecedores de equipamentos existentes na planta, visto que eles podem analisar a arquitetura de automação industrial e fornecer um planejamento de atualização dos equipamentos, principalmente considerando aqueles que serão descontinuados. Em caso de atualização de hardware, os gastos podem ser altos e o impacto na produção, também; portanto, o planejamento torna-se essencial. Em alguns casos, é possível fazer a atualização de *hardware* e *software* em etapas.

Na análise da situação da automação, também deve ser definido o nível de automação da empresa. A Tabela 16 apresenta a escala de nível de automação com 10 níveis, de acordo com Sheridan (1992) e alterações feitas pela autora por meio da substituição do termo computador por sistema automatizado.

Tabela 16 - Escala dos níveis de automação

Escala	Descrição
1	O sistema automatizado não oferece nenhuma assistência, o operador deve executar todas as tarefas
2	O sistema automatizado oferece um conjunto completo de alternativas de ação e
3	Reduz a seleção para algumas opções, ou
4	Sugere uma, e
5	Executa aquela sugestão se o operador aprovar, ou
6	Permite um período de tempo para que o operador cancele, antes da execução automática
7	Executa automaticamente, então, informa o operador, ou
8	Informa o operador após execução, se ele quiser, ou
9	Informa o operador após execução se o computador decidir.
10	O sistema automatizado decide tudo e atua, autonomamente, ignorando o operador

Fonte: SHERIDAN, 1992

Observe-se que não se deve confundir esta escala com a da pirâmide da automação de cinco níveis, isto porque a modelagem em cinco níveis de automação diz respeito, principalmente, à interconectividade e função dos respectivos dispositivos de *hardware* e sistemas de *software* envolvendo TI e TA. .

6.4.6 Etapa 6 - Formulação de metas

Nesta etapa devem ser definidas as metas a serem alcançadas pela empresa. Na medida do possível, as mesmas devem ser mensuráveis.

As análises do ambiente interno e externo e análise da situação da automação são usadas como base para formulação de metas. Os indicadores de sustentabilidade também devem ser selecionados e considerados nesta etapa.

Neste momento é definido onde a empresa necessita atuar para atingir seus objetivos.

6.4.7 Etapa 7 - Análise de recursos

Os recursos devem ser analisados para verificar se eles estão de acordo com as metas a serem alcançadas. Nesta análise levam-se em conta tanto recursos financeiros quanto humanos.

Em relação a recursos humanos, devem-se selecionar quais as habilidades necessárias aos profissionais para alcançar as metas definidas na etapa anterior. A contratação de empresas terceirizadas também deve ser considerada para execução do planejamento.

6.4.8 Etapa 8 - Formulação de estratégia

A formulação de estratégia define o plano para atingir as metas estabelecidas na etapa formulação de metas. A finalidade da estratégia é definir um curso, programas de ação para alcançar as metas desejadas.

As atividades previstas são: análise, planejamento e seleção de estratégias.

Algumas ferramentas utilizadas são: SWOT, PEST (Análise Política, Econômica, Social e Tecnológica), análise das cinco forças de Porter, análise da cadeia de valor, etc. (AKHGAR; YATES, 2013).

Os projetos de automação necessários para atingir as metas devem ser analisados e um programa de ação, otimizando recursos humanos e financeiros, deve ser especificado.

6.4.9 Etapa 9 - Implementação da estratégia

Consiste na implementação da estratégia com o objetivo de alcançar as metas definidas na etapa 6.

Segundo Beer e Eisenstat (2000), existem seis fatores que podem representar uma barreira à implementação da estratégia e devem ser evitadas na nesta etapa:

1. Estilo de gerenciamento *top-down*;
2. Estratégia obscura e conflitante com outras prioridades;
3. Time de gerenciamento sênior ineficaz;
4. Comunicação vertical inadequada;
5. Coordenação inadequada entre as funções, negócios e fronteiras;
6. Habilidades e desenvolvimento de lideranças em todos os níveis hierárquicos.

Para a aplicação da MAPEAS, o item 5 (Coordenação inadequada entre as funções, negócios e fronteiras) é crítico, visto que a MAPEAS envolve várias áreas e profissionais de diferentes funções.

6.4.10 Etapa 10 - Realimentação e controle

Os resultados precisam ser medidos e avaliados. Se necessária, ação corretiva deve ser aplicada na etapa anterior àquela em que foi detectado o problema.

Nesta etapa é feita uma avaliação de desempenho, comparando-se os objetivos com o resultado obtido. A partir da comparação, devem-se executar tarefas corretivas, caso seja necessário.

Apesar da etapa realimentação e controle ser representada na metodologia como a última, o controle deve ser feito em todas as etapas, de modo a identificar eventuais distorções e possibilitar a ação corretiva o mais rápido possível.

6.5 Considerações finais do capítulo

Este capítulo inicia-se com a análise da relação de três grandes grupos:

- a) Planejamento Estratégico em relação à Sustentabilidade;
- b) PDAI em relação ao Planejamento Estratégico;
- c) Índices de sustentabilidade que são influenciados pela Automação Industrial.

Estas análises são a base para elaboração das etapas da metodologia MAPEAS apresentadas no capítulo 7.

7 AVALIAÇÃO DA METODOLOGIA MAPEAS

A metodologia MAPEAS foi avaliada por meio de dois procedimentos qualitativos e quantitativos de simulações de benefícios e cenários possíveis, baseados em relatórios de sustentabilidade e projetos de automação efetuados.

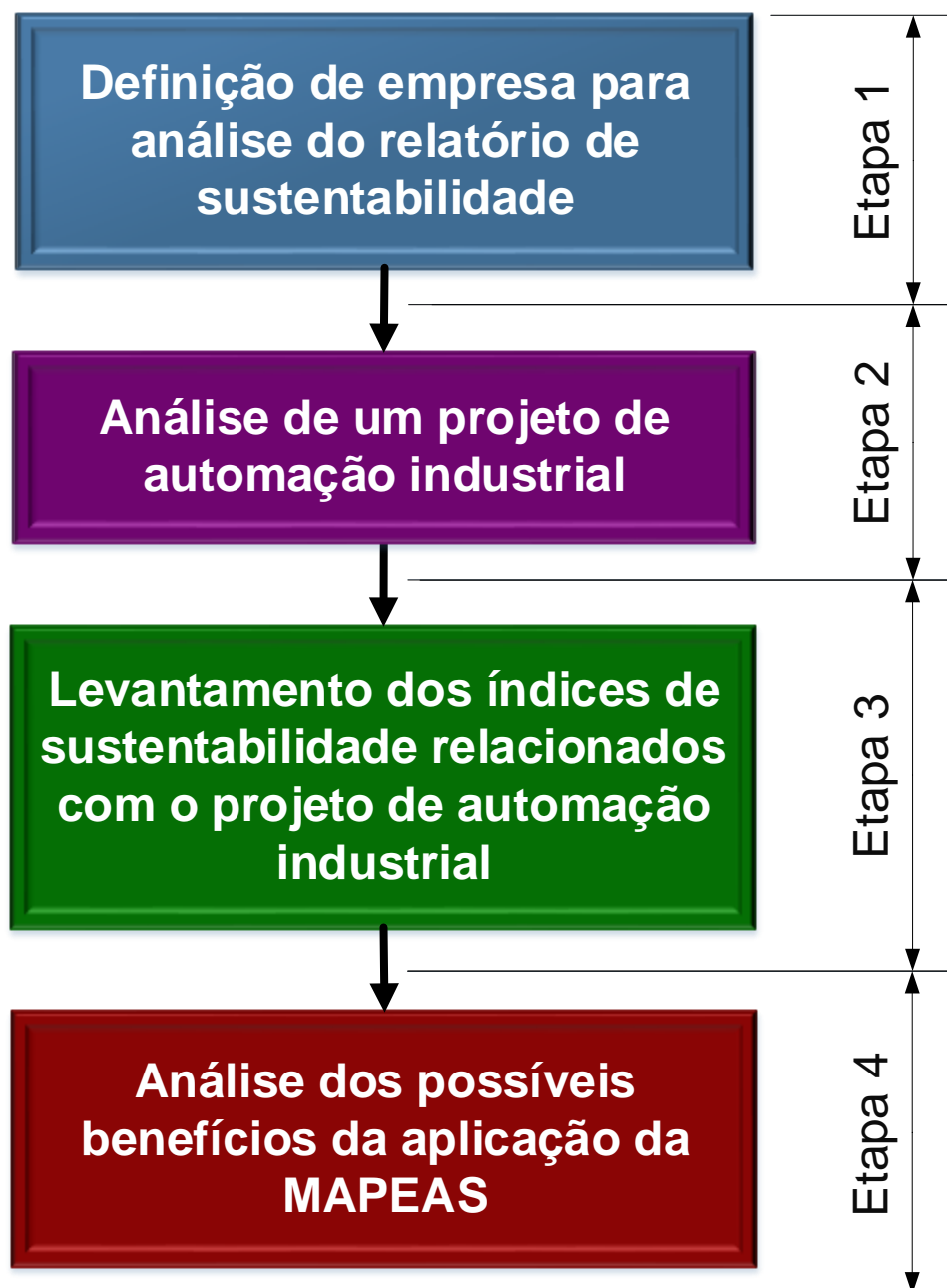
O procedimento A foi executado a partir da análise de relatórios de sustentabilidade de três empresas identificando os benefícios que a aplicação da MAPEAS pode trazer para cada uma delas. Observe-se que, como nem todas as informações estavam disponíveis, a aplicação da MAPEAS não pôde ser efetuada em todas as suas etapas. No procedimento denominado A, os relatórios de sustentabilidade utilizados para análise estão disponíveis para consulta pública, porém não houve a possibilidade prática de uma maior coleta de informações relativas às questões internas de gestão. A Figura 20 apresenta o fluxograma das etapas, segundo este procedimento adotado.

No procedimento B, foi feita uma simulação de cenário; no primeiro cenário, ocorre a análise da execução dos projetos na ABC, enquanto que, no segundo cenário, o planejamento é executado aplicando-se a MAPEAS para fazer um comparativo dos benefícios que a metodologia desenvolvida poderia trazer para empresa.

Deve-se ressaltar que, via de regra, existem muitos dificultadores para a coleta de informações precisas e completas quando se tenta contatar os gestores de empresas privadas ou mesmo públicas.

Assim, o que tipifica os dois procedimentos adotados está relacionado à quantidade e qualidade de informações disponíveis e coletadas, referentes aos respectivos projetos de automação e relatórios de sustentabilidade.

Figura 20 - Procedimento A – Fluxograma das etapas adotadas para avaliação da MAPEAS



Fonte: elaborada pela autora

A seguir, cada etapa é detalhada.

Etapa 1: Definição de empresas para análise do relatório de sustentabilidade

Nesta etapa foi selecionada uma empresa, cujo relatório de sustentabilidade está disponível publicamente. Visto que o GRI é o relatório adotado como base neste

trabalho, foram selecionadas três empresas que o utilizam como padrão para divulgação de seus índices de sustentabilidade.

Etapa 2: Análise de um projeto de automação industrial

Após a identificação de um projeto realizou-se uma análise buscando elementos de desenvolvimento sustentável.

Etapa 3: Levantamento dos índices de sustentabilidade relacionados com o projeto analisado na Etapa 2

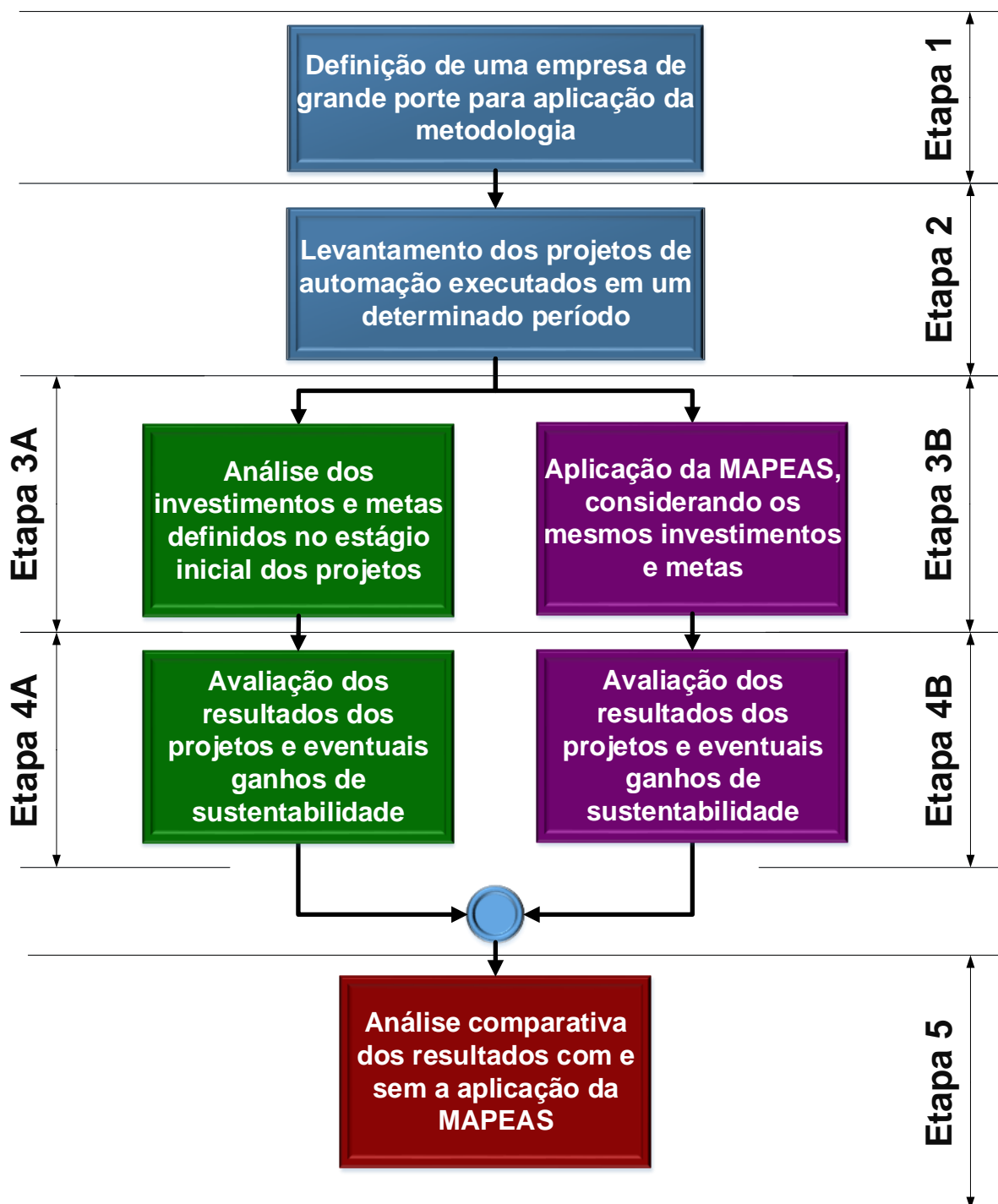
Como parte da análise buscou-se identificar os índices de sustentabilidade presentes no projeto.

Etapa 4: Análise dos possíveis benefícios da aplicação da MAPEAS

Com base no projeto selecionado na etapa 2, foi feita a análise dos benefícios que podem ser obtidos com a aplicação da MAPEAS, identificando como a automação industrial pode impactar os índices de sustentabilidade da empresa.

O segundo procedimento adotado para avaliação da MAPEAS, denominado B, foi constituído de análise e simulação de cenários em uma empresa na qual foi possível obter informações de gestão de projetos de automação industrial. Os resultados com e sem a aplicação da metodologia são discutidos ao final da seção. A Figura 21 apresenta o fluxograma das etapas adotadas segundo o procedimento B.

Figura 21- Procedimento B – Fluxograma com as etapas da avaliação da MAPEAS



Fonte: elaborada pela autora

A seguir, cada etapa é detalhada.

Etapa 1 – Definição de uma empresa de grande porte para aplicação da metodologia

O critério de seleção da empresa para aplicação da MAPEAS foi a possibilidade de obtenção de informações relativas a seus projetos de automação.

Etapa 2 – Levantamento dos projetos de automação executados em um determinado período

Para aplicação da MAPEAS, é necessária a obtenção da lista completa de projetos de automação industrial colocados em prática num determinado período.

Etapa 3A – Análise dos investimentos e metas definidos no estágio inicial dos projetos

Nesta etapa foram analisados os investimentos e metas estabelecidos pela empresa. Determinados também por ela, os investimentos têm seu valor total dividido por vários projetos.

Etapa 4A – Avaliação dos resultados dos projetos e eventuais ganhos de sustentabilidade

Nesta fase são avaliados os resultados dos projetos e computados possíveis ganhos no que se refere à adesão a uma política de sustentabilidade.

Etapa 3B – Aplicação da MAPEAS, considerando os mesmos investimentos e metas

Para realização desta etapa, é simulado um cenário, onde a MAPEAS é aplicada no planejamento dos projetos de automação; são considerados os mesmos investimentos e metas já analisados nos projetos da etapa 3A.

Etapa 4B – Avaliar os resultados dos projetos e eventuais ganhos de sustentabilidade

Nesta etapa, selecionado o cenário simulado na Etapa 3B, são avaliados os resultados dos projetos e eventuais ganhos focados no tema da sustentabilidade.

Etapa 5 – Análise comparativa dos resultados com e sem a aplicação da MAPEAS

A partir dos resultados das etapas 4A e 4B, foram analisados os possíveis benefícios da metodologia MAPEAS.

Apresentados os dois procedimentos avaliativos da nova metodologia proposta, são apresentadas as condutas nas empresas selecionadas, das quais três estão identificadas e uma acha-se preservada em condição de anonimato.

7.1 Procedimento A - Análise de um projeto de automação industrial de três empresas diferentes; coleta de dados baseada em documentos de domínio público

Para avaliação da metodologia, foram analisados relatórios de sustentabilidade corporativa de três empresas: Alcoa Inc, Lwarcel Celulose Ltda e Petrocoque S.A.

A seleção das empresas para as análises dos relatórios de sustentabilidade foi feita devido à disponibilidade das informações e à utilização do relatório de sustentabilidade GRI para divulgação dos seus índices. Vale ressaltar que a metodologia poderia ser aplicada independentemente do tipo de relatório de sustentabilidade adotado pela empresa; porém, a utilização de empresas que adotam o relatório GRI possibilita melhor análise das mesmas.

7.1.1 Alcoa Inc.

As etapas do procedimento A foram aplicadas para avaliação da MAPEAS na empresa Alcoa Inc.

Etapa 1: Definição de empresa para análise do relatório de sustentabilidade

A Alcoa é líder mundial na produção de alumínio primário e alumínio industrializado, assim como é a maior mineradora do mundo de bauxita e refinadora de alumina. Foi reconhecida como líder de sustentabilidade da indústria do alumínio pelo vigésimo ano consecutivo pelo Índice de Sustentabilidade do Dow Jones (DJSI – *Dow Jones Sustainability Indexes*) (ALCOA INC., 2013a).

O alumínio é um dos materiais mais valiosos para ensejar práticas que visem a sustentabilidade, devido a três razões (ALCOA INC., 2013b):

- a) É quase infinitamente reciclável;
- b) A sua reciclagem economiza 95% da energia que seria necessária para fazer um novo metal;
- c) Reduz o peso dos veículos.

Etapa 2: Análise de um projeto de automação industrial

Alcoa Inc. possui um acordo de 300 mil dólares e 10 anos com a empresa *Honeywell International Inc.* O objetivo deste acordo é implantar o programa *Honeywell Industrial Control ManageAbility™*³ aos sete sites de refino de alumina; também é manter os benefícios econômicos da automação industrial, proporcionando cooperação sem precedentes entre os dois parceiros. Os resultados esperados são a melhoria do controle do processo e padronização dos equipamentos e processos em toda a rede de refino da Alcoa World Alumina, reduzindo a variabilidade.

A empresa *Honeywell International Inc.* é fornecedora de software e soluções relacionadas com macrotendências globais, tais como eficiência energética, geração de energia limpa, segurança e produtividade. As unidades de negócio da empresa *Honeywell* são: espaço aéreo, soluções de automação industrial e controle, tecnologias e materiais de alto desempenho e sistemas de transporte.

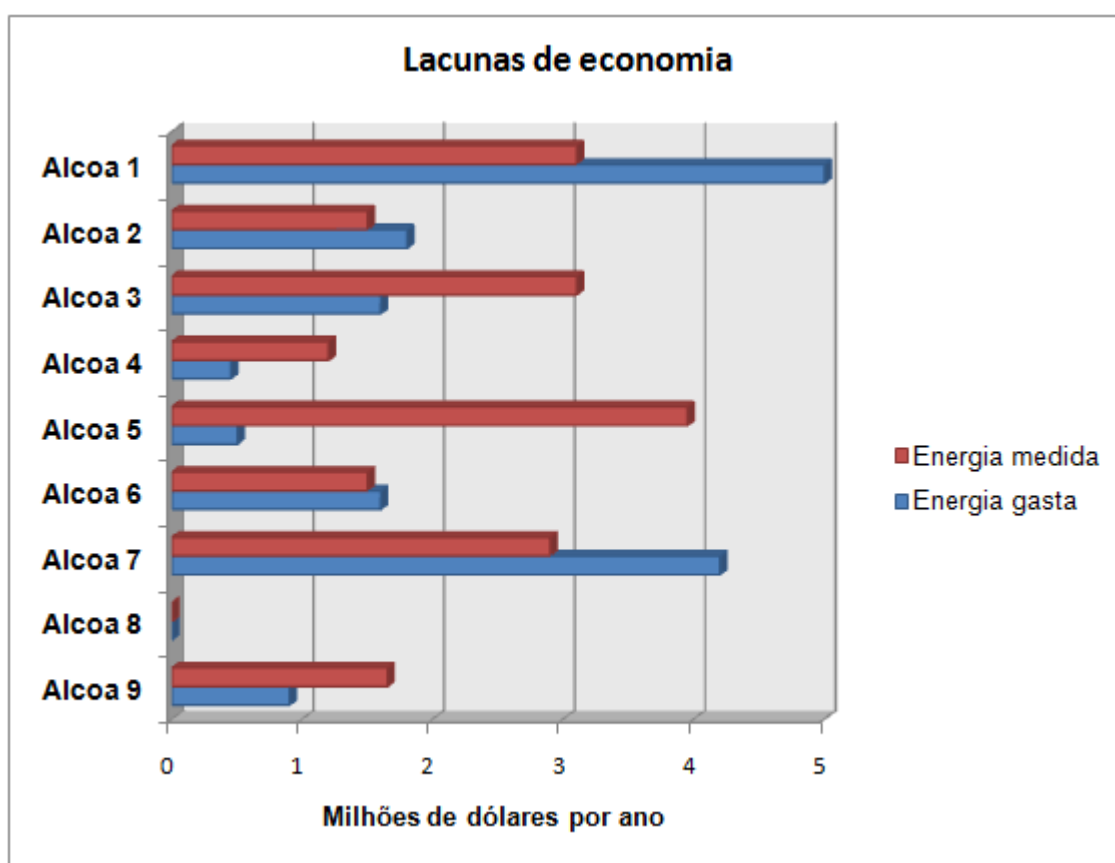
A Alcoa está concorrendo a um prêmio da *Advanced Research Projects Agency-Energy* (ARPA-E) de avanços eletro/termoquímicos modernos em sistemas de metais leves (METAL). O projeto é denominado célula eletrolítica de alumínio avançado com modulação de energia e recuperação de aquecimento. Localizado na Pensilvânia (Estados Unidos), está orçado em, aproximadamente, 3.2 milhões de dólares. A Alcoa desenvolverá um sistema eletroquímico de tecnologia de ponta para produção de alumínio de baixo custo e eficiência de energia. O processo de produção atual utiliza muita energia, principalmente grande quantidade de energia

³ ManageAbility™ é marca registrada da Honeywell International Inc.

térmica. O sistema desenvolvido incorporará um eletrodo que consome menos energia, capturando e reutilizando o calor dissipado.

A Figura 22 apresenta a diferença entre a energia rastreada e a realidade financeira dos gastos em nove processos diferentes, apresentados no gráfico como Alcoa 1 a 9. Na Figura 22, a barra em vermelho representa as medições e a barra em azul representa o que, realmente, foi gasto de energia. A diferença entre estes valores é considerada a lacuna de economia. O objetivo é obter medidas mais precisas que possam auxiliar na melhoria dos processos.

Figura 22 - Gráfico de lacunas de economia da empresa Alcoa



Fonte: CAUFIELD *et al.*, 2011

Segundo Caufield et al (2011), a Alcoa relatou que está perdendo bilhões de dólares por quadrimestre devido à utilização de energia e perdas na área de evaporação de seu negócio. Segundo os autores citados, as perdas ou gastos não contabilizados devem ser identificados e enfrentados para permitir que a Alcoa otimize suas operações.

Segundo Caufield et al (2011), um dos grandes problemas para a medição de energia era a falta de sensores. Embora a orientação das melhores práticas para eficiência energética da empresa Alcoa Inc. recomende utilização de sete instrumentos de medição por estágio de transferência de calor, tipicamente, somente 2 a 4 são instalados devido ao custo do instrumento.

Para a melhoria na medição da energia, a *Oak Ridge National Laboratory* – ORNL- desenvolveu uma rede de sensores sem fio de baixo custo e que atende à especificação dos requisitos funcionais.

Etapa 3: Levantamento dos índices de sustentabilidade relacionados ao projeto analisado na Etapa 2

Nesta etapa foi feita uma análise do relatório de sustentabilidade e realizado o levantamento dos índices de sustentabilidade relacionados com o projeto analisado na Etapa 2.

A empresa Alcoa utiliza o *Global Reporting Index (GRI)* para acompanhamento e divulgação de seus índices de sustentabilidade. Alguns deles são muito específicos e difíceis de obter em nível global. Por este motivo, a empresa apresenta resultados parciais no relatório que pode ser acessado por meio de seu site http://www.alcoa.com/sustainability/en/info_page/vision_gri_index.asp#.

No final de 2009, a direção da Equipe Global de Sustentabilidade desenvolveu um novo conjunto de metas e objetivos de longo prazo para impulsionar o progresso em seus negócios para 2020, e, em algumas áreas, até 2030. Estas metas estratégicas de sustentabilidade são utilizadas para monitorar o progresso em áreas importantes, tais como eficiência energética, emissões e resíduos.

A partir de medições precisas de energia, é possível identificar pontos de melhoria de processo e aprimorar índices de sustentabilidade do relatório GRI. Os índices relacionados com automação industrial e com o projeto selecionado na Etapa 2 são cinco:

- a) EN3 Energia direta consumida pela fonte de energia primária;
- b) EN4 Energia indireta consumida pela fonte de energia primária;

- c) EN5 Energia economizada devido à conservação e melhorias na eficiência;
- d) EN6 Iniciativas para fornecer produtos e serviços com eficiência energética ou renovável, e redução nos requisitos de energia como resultado destas iniciativas;
- e) EN7 Iniciativas para reduzir o consumo indireto de energia e as reduções atingidas.

Etapa 4: Análise dos possíveis benefícios da aplicação da MAPEAS

A conexão do sistema de sensores sem fio a um sistema de automação pode possibilitar grandes avanços no sentido de economia de energia. A obtenção de medidas mais precisas pode auxiliar na identificação de melhorias no processo para economizar energia.

A partir da análise dos índices do GRI relacionados com automação industrial, é possível observar que a maioria deles apresenta o seguinte texto: “Processos para coleta de dados em nível global não existem atualmente”.

A aplicação da MAPEAS facilitaria a obtenção de alguns indicadores em nível global que não estão disponíveis atualmente. Os projetos de automação poderiam ser concebidos e executados de acordo com a prioridade em relação aos indicadores de sustentabilidade.

7.1.2 Lwarcel Celulose Ltda

As etapas do procedimento A são aplicadas para avaliação da MAPEAS na Lwarcel Celulose.

Etapa 1 – Definição de empresa para análise de relatório de sustentabilidade

A Lwarcel Celulose é uma empresa do grupo Lwart localizada em Lençóis Paulista. O Grupo Lwart é formado por três empresas: Lwart Lubrificantes, Lwarcel Celulose e Lwart Química.

A Lwarcel produz, anualmente, 250 mil toneladas de celulose de fibra curta de eucalipto (LWART, 2013). Ela planta florestas de eucalipto e toda a madeira

consumida pela empresa é retirada destas florestas que contam com investimentos contínuos em melhoramento genético e técnicas modernas em todas as etapas, do plantio à colheita.

A Lwarcel registra o menor índice brasileiro de uso de água por tonelada de celulose produzida – aproximadamente 23 m³/ton, e é autossuficiente em energia renovável. A central termoelétrica movida a combustíveis renováveis gera 30MWh de energia e 240t/h de vapor, utilizados para abastecer a Lwarcel e as outras duas empresas do Grupo na cidade: a Lwart Lubrificantes e a Lwart Química (LWART, 2013).

O relatório de sustentabilidade da Lwarcel Celulose é emitido pela empresa Brasileira de Celulose e Papel - Bracelpa, em conjunto com outras 22 empresas de Papel e Celulose.

A Bracelpa é responsável representação institucional da indústria brasileira de celulose e papel junto a seus principais públicos de interesse (BRACELPA, 2013).

Etapa 2 – Seleção e análise de um projeto de automação industrial

De acordo com a informação disponível em seu site <http://www.lwarcel.com.br/site/en/celulose.asp>, a empresa Lwarcel Celulose instalou o primeiro secador vertical do mundo em sua planta em Lençóis Paulista/SP. Algumas vantagens do equipamento são: redução do consumo de vapor e energia elétrica e maior capacidade de secagem em uma área menor na fábrica. O secador vertical foi instalado ao lado do horizontal e a operação conjunta dos dois equipamentos auxilia na absorção de picos de produção.

De acordo com o gerente de inovação, P&D e Vendas da fornecedora do secador vertical, a nova tecnologia pode resultar em aumento de, até, 15% na produção.

Etapa 3: Levantamento dos índices de sustentabilidade relacionados ao projeto analisado na Etapa 2

Nesta etapa é feita uma análise do relatório de sustentabilidade e levantamento dos índices de sustentabilidade relacionados ao projeto analisado na Etapa 2.

O projeto selecionado na Etapa 2 relaciona-se, diretamente, com os seis índices de sustentabilidade do relatório GRI:

- a) EN1 Energia direta consumida pela fonte de energia primária;
- b) EN3 Energia direta consumida pela fonte de energia primária;
- c) EN5 Energia economizada devido à conservação e melhorias na eficiência;
- d) EN6 Iniciativas para fornecer produtos e serviços com eficiência energética ou renovável, e redução nos requisitos de energia como resultado destas iniciativas;
- e) EN7 Iniciativas para reduzir o consumo indireto de energia e as reduções atingidas;
- f) EN8 Retirada de água total por fonte.

Etapa 4: Análise dos possíveis benefícios da aplicação da MAPEAS

A instalação de equipamentos mais eficientes atua, diretamente, nos indicadores de sustentabilidade. A possibilidade de rastrear os dados permite a obtenção de índices de sustentabilidade que não estavam disponíveis antes da implementação do projeto. Além disso, equipamentos mais eficientes gastam menos energia, atuando diretamente nos indicadores de sustentabilidade.

A MAPEAS pode orientar os esforços de engenharia contínua, também definida como engenharia de valor, adaptada ao desempenho do processo no sentido de melhorar a utilização de recursos. Observe-se que, segundo Slack; Chambers e Johnston (2009), o objetivo da engenharia de valor é tentar reduzir custos por meio da eliminação de qualquer custo desnecessário que não contribua para o desempenho do produto ou serviço.

7.1.3 Petrocoque S. A.

As etapas do procedimento A foram aplicadas para avaliação da MAPEAS na empresa Petrocoque SA.

Etapa 1 – Definição de empresa para análise de relatório de sustentabilidade

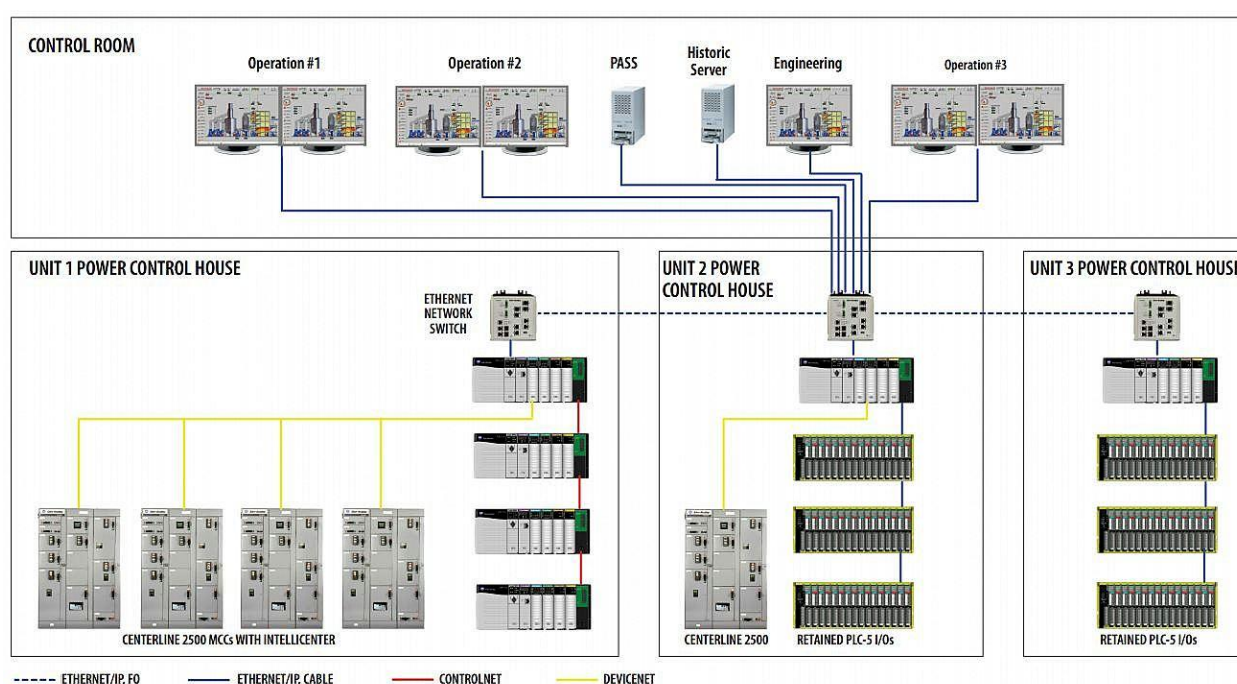
A Petrocoque S. A. Indústria e Comércio possui sede em Cubatão, São Paulo. Ela é controlada pela Petróleo Brasileiro S/A – a Petrobras e a Universal Empreendimentos e Participações Ltda., com 50% do capital, cada uma delas. A empresa Petrocoque foi inaugurada em 1972 com o objetivo principal de abastecer as indústrias produtoras de alumínio primário com coque calcinado e a venda de energia térmica recuperada de seu processo industrial (KPMG AUDITORES INDEPENDENTES, 2013).

Etapa 2 – Seleção e análise de um projeto de automação industrial

A Petrocoque S.A. percebeu a necessidade de modernizar sua planta industrial para aumentar a capacidade de produção e se adaptar ao mercado. O sistema antigo não era interconectado à rede e não permitia diagnóstico preditivo, coleta de dados histórico e rastreamento de processo (ROCKWELL AUTOMATION, 2013).

A Figura 23 apresenta a arquitetura de Hardware do projeto de modernização da planta industrial da Petrocoque S.A.

Figura 23 - Arquitetura de Hardware do projeto na Petrocoque S.A.



Fonte: Rockwell Automation, 2013

A capacidade de produção alcançou 100 toneladas de coque de petróleo verde processados por hora após a modernização. Outros benefícios da automação foram:

- a) Sistema preparado para controle de processo avançado;
- b) Integração com o sistema corporativo SAP para rastreamento do controle de produção;
- c) Gestão de manutenção e engenharia remota;
- d) Manutenção preventiva e preditiva;
- e) Otimização do controle de qualidade.

A unidade 1 foi implantada com equipamentos novos. As unidades 2 e 3 foram modernizadas, porém, o *hardware* dos cartões de entrada e saída foram mantidos, gerando economia tanto de investimentos quanto de mão-de-obra.

As três unidades foram totalmente interconectadas por meio de rede *Ethernet*. O rastreamento de informações tornou-se possível por meio da instalação de um servidor de dados.

Ainda, segundo o balanço financeiro da empresa Petrocoque S.A., em 2012 iniciou-se um projeto relacionado com aproveitamento da energia térmica gerada no processo e cuja previsão de conclusão é 2014.

A energia disponibilizada no processo é utilizada na geração de vapor d'água em caldeiras de recuperação de calor, produzindo energia elétrica. Desta forma, a Petrocoque S.A. adota melhores práticas de sustentabilidade e de recuperação energética.

Visto que esta geração de energia não necessita de novos insumos, a Petrocoque S.A. está produzindo energia limpa.

Etapa 3: Levantamento dos índices de sustentabilidade relacionados ao projeto analisado na Etapa 2

O projeto selecionado na Etapa 2 relaciona-se, diretamente, com os seis índices de sustentabilidade do relatório GRI:

- a) EN1 Materiais usados por peso ou volume;
- b) EN2 Porcentagem de matéria-prima reciclada utilizada;
- c) EN3 Energia direta consumida pela fonte de energia primária;

- d) EN4 Energia indireta consumida pela fonte de energia primária;
- e) EN5 Energia economizada devido à conservação e melhorias na eficiência;
- f) EN6 Iniciativas para fornecer produtos e serviços com eficiência energética ou renovável, e redução nos requisitos de energia como resultado destas iniciativas.

Etapa 4: Análise dos possíveis benefícios da aplicação da MAPEAS

A instalação de equipamentos mais eficientes atua, diretamente, nos índices de sustentabilidade. A possibilidade de rastrear os dados permite a obtenção de índices de sustentabilidade que não estavam disponíveis antes da implementação do projeto de modernização da planta industrial da Petrocoque S.A.

7.2 Procedimento B – Análise de um conjunto de projetos de automação industrial de uma única empresa em anonimato; coleta informal de dados

As etapas do procedimento B foram aplicadas para avaliação da MAPEAS.

7.2.1 Etapa 1 – Definição de uma empresa de grande porte para aplicação da metodologia

A avaliação da MAPEAS foi executada em uma empresa de grande porte, cujos dados são confidenciais. O critério de seleção adotado foi a possibilidade de obtenção de dados de projetos de automação industrial.

A empresa escolhida é referenciada, neste trabalho, como empresa ABC.

A empresa ABC, objeto deste segundo procedimento, é uma indústria química localizada na grande São Paulo. Fabrica pigmentos, aditivos e produtos químicos, em geral. Sua planta industrial é dividida em várias áreas de negócio. A área de negócio analisada é referenciada, neste trabalho, como área de negócio XYZ

7.2.2 Etapa 2 – Levantamento dos projetos de automação executados em um determinado período

O escopo de análise de projetos de automação foi 115 projetos executados no período de 2007 até 2012. Este período foi utilizado devido à possibilidade de obtenção dos dados e também por ser satisfatório às necessidades deste trabalho.

Foram selecionados os dez projetos mais importantes em relação à sustentabilidade e automação industrial para aplicação da metodologia MAPEAS.

A seleção de dez projetos foi efetuada com base em dois critérios:

- a) Seleção somente dos projetos que possuem automação industrial em seu escopo;
- b) Seleção dos projetos relacionados com sustentabilidade.

A Tabela 17 apresenta o sumário dos dez projetos selecionados.

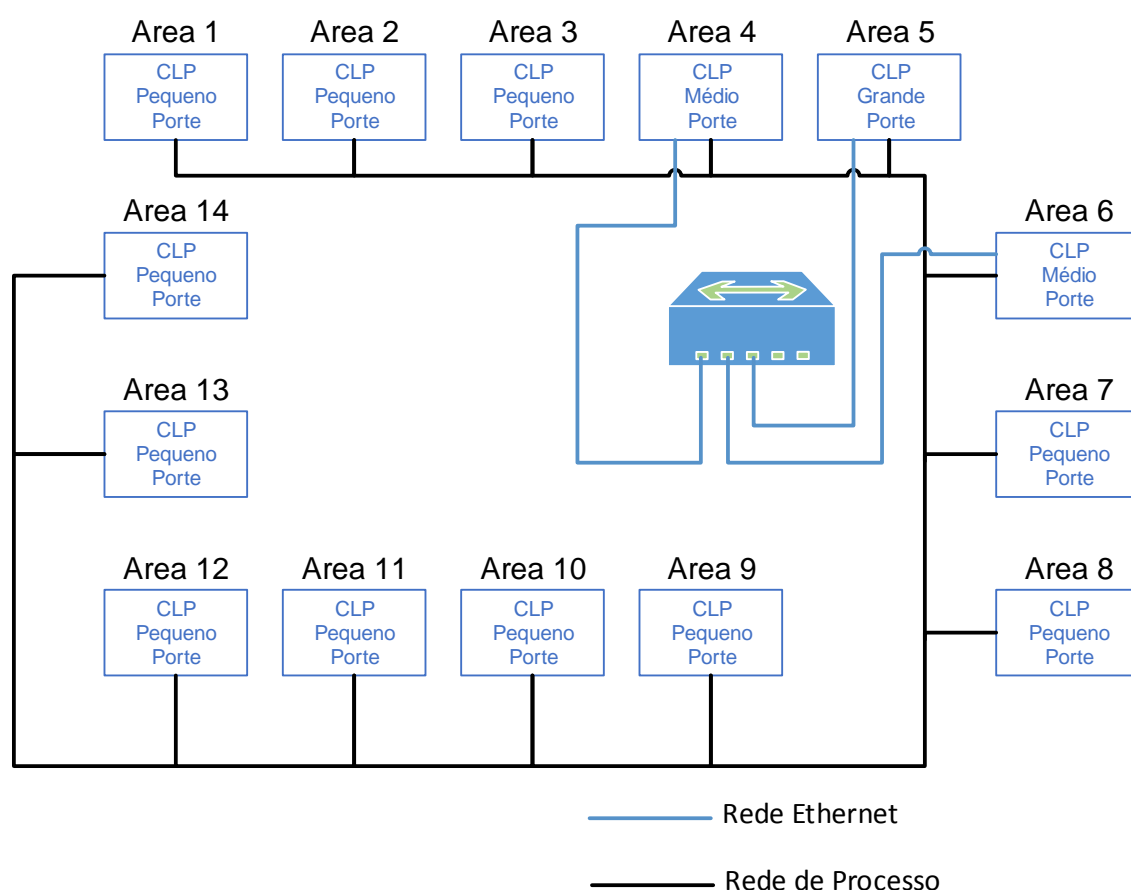
Tabela 17 - Projetos selecionados para aplicação da MAPEAS

Número do Projeto	Denominação do projeto nesta tese	Descrição do projeto	Área
1	P1	Racionamento de alarmes da área de fornecimento de água	Fornecimento de água
2	P2	Programas de melhorias de telas de operação do sistema de supervisão de várias áreas	Várias
3	P3	Limpeza do filtro de mangas – implementação da lógica de limpeza do filtro de mangas em um CLP, ao invés da utilização de um equipamento dedicado	Incinerador
4	P4	Monitoração da emissão de gases do incinerador	Incinerador
5	P5	Armazenamento das informações de medição de gases do incinerador	Incinerador
6	P6	Melhorias no controle de temperatura do incinerador	Incinerador
7	P7	Instalação de uma caldeira nova	Caldeira
8	P8	Instalação de inversores de frequência nos tanques da estação de tratamento de efluentes. O antigo controle era <i>on-off</i> , e as bombas necessitavam constante manutenção	Tratamento de Efluentes
9	P9	Substituição/manutenção medidores de vazão	Várias
10	P10	Atualização da rede de medidores de suprimentos	Várias

Fonte: Elaborada pela autora

A rede de medidores da ABC é composta por 14 CLPs. A área 5 é a única que possui um CLP de grande porte e as áreas 4 e 6 possuem CLPs de médio porte. As áreas restantes possuem CLPs de pequeno porte. Os CLPs das áreas 4, 5 e 6 são interconectados por meio de rede Ethernet. A Figura 24 apresenta a arquitetura da rede de medidores.

Figura 24 - Arquitetura da rede de medidores da empresa ABC



Fonte: elaborada pela autora

7.2.3 Etapa 3A – Análise dos investimentos e metas definidos no estágio inicial dos projetos

A disposição de recursos para atender às necessidades atuais e contribuir para que as gerações futuras possam fazer o mesmo é a diretriz da empresa ABC, que segue as padrões mundiais e também cumpre as exigências da legislação ambiental brasileira. Ela também participa do programa Atuação Responsável® implementado pela Associação Brasileira da Indústria Química- ABIQUIM.

Com o objetivo de alcançar excelência empresarial, ABC utiliza um sistema integrado de gestão e certificado de qualidade, ambiente, segurança e saúde. Ela é globalmente certificada na ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001.

A ISO 9001 especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade, em que uma organização pretende aumentar a satisfação do cliente por meio da aplicação eficaz do sistema, incluindo processos para melhoria contínua e a garantia da conformidade (ISO, 2013a).

A ISO 14001 estabelece critérios para um sistema de gestão ambiental. Ela não determina requisitos de desempenho ambiental, mas mapeia uma estrutura que uma empresa ou organização pode seguir para criar um sistema eficaz de gestão ambiental (ISO, 2013b).

A OHSAS 18001 é uma especificação para avaliação da Saúde e Segurança Ocupacional para sistemas de gestão de saúde e segurança. Destina-se a ajudar organizações a controlar os riscos de segurança e saúde ocupacional (OHSAS 18001, 2007).

Os investimentos para os projetos maiores são reservados logo no início do ano fiscal. As metas de sustentabilidade são publicadas em seu relatório de sustentabilidade, disponível na internet. São direcionadas para o ano 2020.

As principais metas de sustentabilidade da empresa ABC são seis:

- a) Redução de consumo de energia: 30%;
- b) Redução de emissões diretas de CO₂: 45%;
- c) Redução de emissão direta e indireta de gases de efeito estufa: 35%;
- d) Redução de consumo de água: 25%;
- e) Redução de águas residuais: 40%;
- f) Redução de resíduos: 45%.

As metas para os projetos de automação industrial são sete:

- a) M1 – Minimizar a quantidade de fornecedores de equipamentos de automação industrial;
- b) M2 – Melhorar a qualidade dos dados relativos ao fornecimento de suprimentos para áreas;

- c) M3 – Atender aos requisitos dos clientes;
- d) M4 – Atender aos requisitos da CONAMA;
- e) M5 – Atender necessidades dos operadores;
- f) M6 – Economizar energia;
- g) M7 – Economizar matéria-prima.

7.2.4 Etapa 4A – Avaliação dos resultados dos projetos e eventuais ganhos de sustentabilidade

Os resultados dos projetos analisados individualmente e uma breve descrição dos mesmos são apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados dos projetos de automação industrial

Projeto	Nome	Descrição	Resultados
P1	Racionamento de alarmes da área de fornecimento de água	O projeto P1 foi implementado em um CLP com mais de 20 anos de fabricação e com programação em ambiente DOS (<i>Disk Operating System</i>). O objetivo era a inclusão e a desativação de alarmes para que o operador fosse avisado caso ocorressem algumas condições de processo, de forma que ele pudesse atuar antes do acionamento de intertravamentos do processo.	Economia de energia devido a não atuação de intertravamentos do processo; Diminuição do desligamento/acionamento de equipamentos desnecessário. Após a implantação deste projeto, houve a criação de muitos alarmes que não eram necessários, devido a uma falha de comunicação na criação da especificação técnica. Desta forma, vários alarmes tiveram que ser suprimidos da lógica.
P2	Programas de melhorias de telas de operação do sistema de supervisão de várias áreas	O projeto P2 trata de melhorias em várias áreas da planta industrial. Correções nas telas dos sistemas supervisórios para adequar-se à situação de campo.	A monitoração e atuação dos operadores nas respectivas áreas tornou-se mais fácil e eficiente após as melhorias e correções executadas neste projeto.
P3	Limpeza do filtro de mangas	Implementação da lógica de limpeza do filtro de mangas em um CLP, ao invés da utilização de um equipamento dedicado. O objetivo do filtro de mangas é a filtragem do ar contaminado por meio da retenção do particulado, ainda em suspensão. Existiam duas opções para implementação deste projeto: utilização de um equipamento dedicado a esta função ou implementação da lógica no CLP. A segunda opção foi escolhida pela flexibilidade, custo e desempenho.	Acionamento automático do sistema de limpeza do filtro de mangas de acordo com pressão diferencial. Ajuste da temporização e sequenciamento de limpeza para minimizar quantidade de acionamentos necessários, mantendo a pressão diferencial de acordo com especificações de processo e economizando energia elétrica e ar comprimido.

Continua

Conclusão

Projeto	Nome	Descrição	Resultados
P4	Instalação de equipamento para medição de gases do incinerador.	Atendimento da norma da CONAMA 316 (CONAMA, 2002). Um dos itens da norma define que os gases emitidos pelo incinerador devem ser monitorados para verificação do atendimento aos limites de emissão de gases estabelecidos na norma.	Atendimento da norma da CONAMA 316 (CONAMA, 2002)
P5	Armazenamento das informações de medição de gases do incinerador	Atendimento da norma da CONAMA 316. As informações da emissão de gases do incinerador devem ser armazenadas.	Atendimento da norma da CONAMA 316; possibilidade de análise dos dados históricos para identificação de melhorias do processo.
P6	Ajuste do controle de temperatura do incinerador	Melhorias no controle de temperatura do incinerador	Melhor controle de temperatura, resultando em operação da Câmara Pós-Combustão (CPC) do incinerador mais eficiente.
P7	Instalação de uma caldeira nova	Instalação de uma caldeira nova	Economia de energia com a instalação da caldeira nova e possibilidade de backup, em caso de falha da caldeira existente
P8	Instalação de inversores de frequência nos tanques da estação de tratamento de efluentes	A estação de tratamento de efluentes possui uma vazão de entrada muito variável. Foram instalados inversores e o controle on-off foi substituído.	As bombas que necessitavam constante manutenção devido ao constante acionamento/desligamento passaram a ligar/desligar somente quando necessário, economizando energia e esforços da equipe de manutenção.
P9	Substituição/manutenção de medidores de vazão	Substituição/manutenção de medidores de vazão de produtos químicos.	Medições de vazão mais precisas
P10	Atualização da rede de medidores de suprimentos	O projeto engloba a substituição de todos os CLPs, rede de processo, rede Ethernet entre CLPs de médio e grande porte. A Figura 24 apresenta a arquitetura da rede de medidores da empresa ABC. No nível de supervisão, foi implantado um Sistema Supervisório redundante e base de dados em SQL.	Aumento da confiabilidade dos dados de medição de suprimentos devido a instalação de CLPs mais confiáveis e com sistema de alarme, caso ocorra algum problema no equipamento; Diagnóstico e histórico de medições; Restrição de acesso a dados de medição: os dados que antes eram acessíveis a todos operadores passaram a ter acesso restrito por senha.

Fonte: elaborada pela autora

7.2.5 Etapa 3B – Aplicação da MAPEAS considerando os mesmos investimentos e metas

Nesta etapa, as dez etapas da MAPEAS foram aplicadas em um cenário simulado da empresa ABC.

7.2.5.1 MAPEAS - Etapa 1 - Análise e eventual redefinição da missão, visão e valores da empresa

A empresa ABC considera a sustentabilidade na declaração de sua missão, disponível em seu site na internet; portanto, não há necessidade de redefinição da sua missão, visão ou valores.

7.2.5.2 MAPEAS - Etapa 2 - Análise e definição dos indicadores de sustentabilidade pertinentes à empresa

A ABC utiliza o *Global Reporting Index* (GRI) para acompanhamento e divulgação de seus índices de sustentabilidade.

A partir das informações de projetos de automação industrial da empresa ABC, é possível observar que a automação industrial tem sido utilizada de forma a obter maior eficiência energética, sempre respeitando o meio ambiente.

ABC emite relatório GRI nível A+. Os índices que podem ser influenciados pela automação industrial são divulgados por ela.

7.2.5.3 MAPEAS - Etapa 3 - Análise do ambiente externo

Do ponto de vista da área de negócio XYZ, as outras áreas de negócios são consideradas como ambiente externo.

A área XYZ fornece suprimentos para todas as outras áreas de negócio da planta industrial. Exemplos de suprimentos são: água fria, água quente, vapor, ácido clorídrico e gás natural.

Existem muitos problemas de informações erradas em relação ao consumo de suprimentos. As informações corretas, em tempo real, auxiliariam a controlar o consumo, calcular a eficiência, manutenção, etc. Sendo assim, a interface entre as áreas de negócio é um grande problema para a planta industrial, tomada como um todo.

A correta definição dos objetivos de projetos de automação industrial, integrados a um sistema de gestão conectado aos ERPs, pode auxiliar na melhoria de diversos indicadores de sustentabilidade.

7.2.5.4 MAPEAS - Etapa 4 - Análise do ambiente interno

Os relatórios de consumo de suprimentos é feito mensalmente e enviado para as outras áreas. Somente 30% das medições são realizadas de forma automática, enquanto o restante é coletado manualmente.

Devido à necessidade de coleta de dados manuais na área XYZ, o sistema de automação está muito suscetível a erros dos operadores dos sistemas de supervisão da área XYZ. As inconsistências geram muitos gastos de tempo e esforços na emissão dos relatórios de consumo de suprimentos.

7.2.5.5 MAPEAS - Etapa 5 - Análise da Situação atual da Automação

A empresa ABC possui alguns acordos mundiais com fornecedores de equipamentos de automação industrial; porém, eles não são aplicados em todas as plantas industriais.

Ela detém duas plantas industriais no Brasil, e é composta por algumas unidades de negócio, cada qual com um engenheiro responsável. Como já foi mencionado, para o estudo de caso deste trabalho a unidade de negócio considerada é a área XYZ, que se relaciona com todas as outras áreas de negócio, visto que é a responsável por fornecer suprimentos para toda a planta.

Os projetos na empresa ABC obedecem a uma sequência de cinco passos, apresentada na Tabela 19.

Tabela 19 - Etapas da sequência de aprovação de projeto

Etapas	Descrição
1	Necessidade de projeto é identificada pela área solicitante
2	Requisição de orçamento é enviada para engenharia
3	Departamento de engenharia prepara orçamento, considerando as necessidades das áreas: Automação, Elétrica, Mecânica/Processo e Civil. Para o orçamento, os engenheiros responsáveis consideram horas de engenharia interna e também de empresas terceirizadas. Dependendo do tamanho do projeto, são solicitados orçamentos de várias empresas terceirizadas na forma de uma concorrência
4	O orçamento é enviado para o responsável da área solicitante
5	A área solicitante aceita ou não o orçamento e negocia com a equipe de engenharia a implementação do projeto

Fonte: elaborada pela autora

Vale ressaltar que a estrutura da equipe de engenharia é diferente em cada país onde a empresa ABC atua. Na estrutura do Brasil, existe uma equipe de engenharia que presta serviços para as unidades de negócio. Em alguns países, não existe uma equipe de engenharia; cada unidade de negócio possui seus próprios engenheiros de diversas áreas (automação, elétrica, mecânica, processo e civil).

Em relação à arquitetura de *hardware* de automação, existem 12 CLPs de pequeno porte que recebem, basicamente, as informações dos medidores de produtos químicos, dois CLPs de médio porte para as áreas de refrigeração e fornecimento de água e um CLP de grande porte, onde é executada toda a lógica de dosagens de produtos químicos e da caldeira.

De acordo com informações obtidas verbalmente, os maiores problemas encontrados foram:

- a) Dificuldade de manutenção e comunicação, pois os CLPs são de fabricantes diferentes;
- b) Inexistência de lógica para avisar os operadores, caso os CLPs das áreas apresentem algum problema. Por este motivo, algumas dosagens automáticas, cujos dados deveriam ser salvos diretamente na base de dados do sistema automatizado, não são armazenadas;
- c) As dosagens manuais estão muito sujeitas a erros humanos (anotação errada, esquecimento, etc.).

7.2.5.6 MAPEAS - Etapa 6 - Formulação de metas

As metas são as mesmas apresentadas na etapa 3A da avaliação da MAPEAS.

7.2.5.7 MAPEAS - Etapa 7 - Análise de recursos

Não foi possível obter informações relativas a recursos financeiros para os projetos de automação.

Em relação aos recursos humanos, para os projetos pequenos, a empresa utiliza mão de obra interna, visto que, para cada área de negócio, existe uma equipe de engenharia dedicada.

Para projetos de grande porte, é utilizado um sistema de concorrência onde ocorre o envolvimento do departamento de compras. A engenharia é responsável pela elaboração dos requisitos técnicos do projeto e critérios de seleção de empresas prestadoras de serviço.

A ABC possui parceria com empresas prestadoras de serviço. Em alguns casos, quando necessita de mão de obra para vários serviços, é possível a contratação de um engenheiro ou técnico em esquema de contrato por hora trabalhada e o escopo é definido pelo engenheiro responsável, na medida de sua necessidade.

7.2.5.8 MAPEAS - Etapa 8 - Formulação de estratégias

A estratégia para atingir as metas definidas na etapa anterior engloba vários projetos de automação industrial.

A Tabela 20 apresenta a relação entre metas e projetos de automação industrial.

Tabela 20 - Tabela relacional de metas com os projetos de automação industrial

<div> <div>Metas</div> <div>Projetos</div> </div>	P1: Racionamento de alarmes	P2: Melhorias de telas de operação	P3: Limpeza filtro de mangas	P4: Monitoração da emissão de gases do incinerador	P5: Armazenamento das informações de medição de gases do incinerador	P6: Melhorias no controle de temperatura do incinerador	P7: Instalação de uma caldeira nova	P8: Instalação de inversores de frequência nos tanques da estação de tratamento de efluentes	P9: Substituição/manutenção de medidores de vazão	P10: Upgrade da rede de medidores de suprimentos
M1 – Minimizar quantidade de fornecedores de equipamentos de automação industrial					X					X
M2 – Melhorar a qualidade dos dados relativos a fornecimento de suprimentos para áreas									X	X
M3 – Atender aos requisitos dos clientes				X						
M4 – Atender aos requisitos da CONAMA				X	X					
M5 – Atender necessidades dos operadores	X	X								X
M6 – Economia de energia	X		X				X	X		
M7 – Economia de matéria-prima	X					X			X	X

Fonte: elaborada pela autora

O projeto P1, racionamento de alarmes, atende às metas:

- M5-Atender necessidades dos operadores: somente alarmes importantes necessitariam da atenção dos operadores;
- M6-Economia de energia: menor quantidade de atuação de intertravamentos e consequente diminuição de equipamentos desligando e ligando sem necessidade

- c) M7-Economia de matéria prima: com os alarmes otimizados, o controle da planta é melhorado visto que alarmes desnecessários não necessitariam da atenção do operador.

O projeto P2, melhorias de telas de operação, atende à meta:

- a) M5-Atender necessidades dos operadores: após a execução deste projeto, os sistemas supervisórios ficaram mais fáceis de operar.

O projeto P3, limpeza de filtro de mangas, atende à meta:

- a) M6-Economia de energia: o acionamento da limpeza do filtro de mangas somente quando realmente necessário.

O projeto P4, monitoração da emissão de gases do incinerador, atende às metas:

- a) M3-Atender aos requisitos dos clientes: alguns clientes consideram a sustentabilidade de seus fornecedores e, em alguns casos, fazem auditorias para verificar se o fornecedor está atendendo às normas pertinentes ao processo;
- b) M4-Atender aos requisitos da CONAMA: este projeto é necessário para atender à norma CONAMA.

O projeto P5, armazenamento das informações de medição de gases do incinerador, atende às metas:

- a) M1-Minimizar quantidade de fornecedores de equipamentos de automação industrial: para o armazenamento, selecionar um fornecedor que já esteja presente na planta industrial;
- b) M4- Atender aos requisitos da CONAMA: este projeto é necessário para atender à norma CONAMA.

O projeto P6, melhorias no controle de temperatura do incinerador, atende à meta:

- a) M7-Economia de matéria prima: com os alarmes otimizados, o controle da planta é melhorado visto que alarmes desnecessários não necessitariam da atenção do operador.

O projeto P7, instalação de uma caldeira nova, atende à meta:

- a) M6-Economia de energia: a instalação de uma caldeira com tecnologia mais recente proporciona economia de energia.

O projeto P8, instalação de inversores de frequência nos tanques da estação de tratamento de efluentes, atende à meta:

- a) M6-Economia de energia: a instalação de inversores economiza energia visto que não ocorre o desligamento e religamento frequente dos equipamentos.

O projeto P9, substituição/manutenção de medidores de vazão, atende às metas:

- a) M2-Melhorar a qualidade dos dados relativos a fornecimento de suprimento para as áreas: a qualidade dos dados melhora devido à medições mais precisas;
- b) M7-Economia de matéria prima: a substituição e manutenção de medidores de vazão torna as medições e o controle de matéria prima mais preciso, resultando em economia de matéria prima.

O projeto P10, upgrade da rede de medidores de suprimentos, atende às metas:

- a) M1-Minimizar quantidade de fornecedores de equipamentos de automação industrial: a grande quantidade de fornecedores de equipamentos de automação industrial dificulta a implementação de projetos e manutenção dos equipamentos. A implementação é dificultada principalmente em relação à redes de comunicação entre equipamentos;
- b) M2-Melhorar a qualidade dos dados relativos a fornecimento de suprimento para as áreas: a qualidade dos dados melhora devido à uma arquitetura mais confiável;
- c) M5-Atender necessidades dos operadores: equipamentos mais confiáveis facilitariam a operação da planta pelos operadores;
- d) M7-Economia de matéria prima: o upgrade da rede de medidores torna as medições e o controle de matéria prima mais preciso.

7.2.5.9 MAPEAS - Etapa 9 - Implementação da estratégia

Os projetos são implementados de acordo com a ordem de solicitação, prioridade, disponibilidade de verba e mão de obra, por ação de funcionários da própria empresa, por empresas terceirizadas ou por ambos, em conjunto.

A Tabela 21 apresenta o tipo de mão de obra utilizada em cada projeto (externa ou interna).

Tabela 21 - Descrição da mão de obra utilizada nos projetos

Projeto	Descrição do projeto	Execução (mão de obra)
P1	Racionamento de alarmes da área de fornecimento de água	Interna
P2	Programas de melhorias de telas de operação do sistema de supervisão de várias áreas	Interna/Externa
P3	Limpeza do filtro de mangas – implementação da lógica de limpeza do filtro de mangas em um CLP, ao invés da utilização de um equipamento dedicado	Interna
P4	Monitoração da emissão de gases do incinerador	Interna
P5	Armazenamento das informações de medição de gases do incinerador	Interna
P6	Melhorias no controle de temperatura do incinerador	Interna
P7	Instalação de uma caldeira nova	Externa
P8	Instalação de inversores nos tanques da estação de tratamento de efluentes. O antigo controle era <i>on-off</i> , e as bombas necessitavam constante manutenção	Interna/Externa
P9	Substituição/manutenção medidores de vazão	Interna
P10	Atualização da rede de medidores de suprimentos	Interna/Externa

Fonte: elaborada pela autora

A partir das informações relativas à prioridade dos projetos, a implementação aplicando-se a metodologia MAPEAS seria:

- a) P1: não prioritário, seria postergado;
- b) P2 e P9: estes projetos englobam várias áreas, que seriam analisadas para determinação da prioridade e sua implementação seria revista com o objetivo de diminuir esforços de mão de obra, minimizando, por exemplo, as visitas ao site e horas de desenvolvimento e teste;
- c) P3: prioritário, executado de acordo com solicitação;
- d) P4 e P5: seria implementado em conjunto visto que ambos se relacionam com a norma CONAMA 316 (CONAMA, 2002). Testes do sistema de medição de gases e armazenamento dos valores em base de dados poderiam ser feitas ao mesmo tempo;
- e) P6: prioritário, executado de acordo com solicitação;
- f) P7: prioritário, executado de acordo com solicitação;
- g) P8: prioritário, executado de acordo com solicitação;

- h) P10: prioritário, executado de acordo com solicitação. Porém, alguns projetos seriam analisados e, se possível, adiados para serem implementados após este projeto. Por exemplo, os projetos P1, P2 e P9 poderiam ocorrer após P10.

Um fator importante para o sucesso da estratégia escolhida é a comunicação tanto horizontal quanto vertical. A comunicação permite uma integração do ambiente interno e gera sinergia entre diferentes departamentos.

7.2.5.10 MAPEAS - Etapa 10 - Realimentação e controle

Com a implementação dos projetos, muitos objetivos foram alcançados, porém sempre existe margem para melhorias.

Além da realimentação e controle ao final da aplicação da metodologia, ao final de cada projeto ou de cada etapa da MAPEAS, também deve ser realizado um controle a caso alguma melhoria seja identificada, a mesma deve ser implementada imediatamente, melhorando os resultados obtidos finais.

Um meio de comunicação fácil e direto deve ser implementado para que possam ser recebidos os comentários das outras subáreas e também dos operadores e gerentes de turno.

7.2.6 Etapa 4B – Avaliar os resultados dos projetos e eventuais ganhos de sustentabilidade

Com a utilização da MAPEAS, os projetos seriam analisados como um todo, e o resultado obtido poderia ser otimizado.

As diferenças entre o ambiente real e o cenário simulado são apresentadas na subseção 7.2.7 - Etapa 5 – Análise comparativa dos resultados com e sem a aplicação da MAPEAS.

7.2.7 Etapa 5 – Análise comparativa dos resultados com e sem a aplicação da MAPEAS

A empresa ABC implementou um grande projeto que, com certeza, trouxe benefícios; porém, caso a MAPEAS fosse aplicada, várias otimizações seriam obtidas como, por exemplo:

- a) Visto que a arquitetura completa seria atualizada, as pequenas melhorias realizadas nas áreas poderiam ser adiadas e somente os projetos essenciais deveriam ser realizados. Um exemplo de projeto que poderia ter sido adiado foi o projeto P1- racionamento de alarmes - executado em uma das áreas. Executar esta tarefa em um CLP antigo, com programação em ambiente DOS é muito mais custoso para empresa; e, no caso deste projeto, os benefícios de economia de energia esperados não foram obtidos;
- b) A priorização dos projetos torna-se mais clara com a utilização da metodologia. Projetos urgentes, como, por exemplo, projetos que possuem prazo para atender a requisitos da legislação devem ser priorizados e executados dentro do prazo necessário;
- c) Economia de investimentos. A aplicação da metodologia permitiria um melhor planejamento dos projetos de modo a implementar projetos similares em sequência ou simultâneos, economizando tempo e mão de obra. Os gastos com mão de obra terceirizada também são diminuídos;
- d) A aplicação da MAPEAS permite planejamento de projetos de automação de forma estruturada. A metodologia pode ser aplicada em cada área de negócio e na planta industrial como um todo, e as informações podem ser compartilhadas. Desta forma, o aprendizado pode ser expandido entre as plantas industriais da empresa.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No quadro atual de preocupação com questões de sustentabilidade, a pesquisa para aperfeiçoamento dos processos produtivos com foco na preservação das condições de vida do planeta mostra-se essencial. A criação da metodologia MAPEAS insere-se como esforço de contribuição dentro desta temática, que pode ser abordada sob diferentes focos, como mostram as sugestões feitas para realização de pesquisas futuras apresentadas ao fim desta tese.

8.1 Conclusões

Se a automação industrial é uma ferramenta que pode ser utilizada para melhorar processos em relação à eficiência de energia, economia de matéria-prima e reciclagem ou reuso de material; se a ciência e a tecnologia de automação, de forma geral, podem ser aplicadas de forma objetiva e metodológica e também contribuir para que uma organização melhore seus indicadores relativos à sustentabilidade, uma metodologia que contemple eficiência da automação, alinhamento de instâncias e política de sustentabilidade revela-se como aliada importante no aprimoramento dos processos produtivos com atenção às condições de vida no planeta.

A metodologia MAPEAS pode ser uma ferramenta eficaz e eficiente para o planejamento de projetos de automação industrial, alinhando o Planejamento Estratégico da empresa com o Plano Diretor da Automação Industrial em pró do desenvolvimento sustentável.

8.2 Contribuições

A análise da aplicação da MAPEAS nos dois procedimentos adotados e descritos nas seções 7.1 e 7.2 permite constatar os benefícios que a mesma pode auferir. As contribuições que a utilização da MAPEAS podem promover são:

- a) Redução e otimização de investimentos em TA e TI: a utilização da MAPEAS em projetos permite o emprego otimizado de investimentos orientados também à melhoria dos índices de sustentabilidade. Constata-se que, quando os objetivos são corretamente definidos na

fase inicial de projeto, existe a possibilidade de uma significativa economia dos esforços efetuados pelos recursos humanos como também de desperdícios de investimentos em automação que não, necessariamente, promoveriam, de forma integrada, ganhos de produtividade alinhados à sustentabilidade;

- b) Melhoria dos índices de sustentabilidade corporativos: a MAPEAS possibilita que haja um planejamento e implementação de novos projetos de automação de processos produtivos cujo foco também seja o de sustentabilidade. Assim, a mesma possibilita que a empresa faça um diagnóstico da atual situação em relação a estes índices e realize um planejamento de médio e longo prazo para a melhoria constante;
- c) Melhor parametrização das metas de sustentabilidade a serem atingidas: a MAPEAS possibilita que haja, de forma metodológica, um correto diagnóstico dos índices de sustentabilidade e um consequente planejamento com implementação escalonada, ao longo do tempo, de melhorias de tais índices, por meio da implementação de novos projetos envolvendo a TA;
- d) Rastreabilidade e repetibilidade dos projetos de automação que também tenham, como objetivo, a melhoria dos índices de sustentabilidade: a MAPEAS possibilita uma gestão do conhecimento de projetos atuais, como também permite que o conhecimento obtido na elaboração e implementação de projetos antigos seja replicada e rastreada em todas as suas respectivas etapas. Assim, a formalização do processo de planejamento e execução de projetos de automação fica mais organizada e os resultados podem ser facilmente visualizados e aplicados por outras áreas de negócio ou plantas industriais da empresa;
- e) Integração e orientação dos esforços de vários projetos isolados: a MAPEAS possibilita a verificação orientada de diversas metas de projetos isolados, como se os mesmos estivessem sendo efetuados como um único grande projeto de automação que também tenha um foco na melhoria dos índices de sustentabilidade;
- f) Garantia do atendimento às normas ambientais: a MAPEAS possibilita o correto diagnóstico da empresa em relação à legislação ambiental e

consequente orientação na formulação das soluções necessárias, tendo como base, o aproveitamento dos investimentos em automação industrial;

- g) Alinhamento dos benefícios econômicos associados aos ganhos ambientais: a MAPEAS possibilita, de forma otimizada e orientada, que os projetos em automação industrial objetivem redução do consumo energético, de matérias-primas ou mesmo a eliminação de desperdícios de produção. Estes benefícios podem ser atingidos em projetos tradicionais de automação. Entretanto, a MAPEAS orienta o foco destes benefícios, associando-os aos ganhos econômicos e ambientais;
- h) Ganhos institucionais: a MAPEAS facilitaria a obtenção das medições dos ganhos obtidos em sustentabilidade e, consequentemente, receba os benefícios do reconhecimento como empresa sócio e ambientalmente responsável.

A metodologia MAPEAS busca contribuir para que empresas possam obter o máximo benefício possível de seus projetos de automação industrial, objetivando os três pilares da sustentabilidade: social, ambiental e econômico.

8.3 Trabalhos futuros

Como continuidade das pesquisas, este trabalho propõe:

- a) Aprimoramento das etapas de formulação e implementação de estratégia da MAPEAS: este trabalho demandará um aprofundamento do estudo científico em diversas metodologias de auxílio à tomada de decisão, principalmente na etapa de formulação e implementação de estratégias da MAPEAS;
- b) Aprimoramento e adequação da MAPEAS para empresas que atuem em setores como: agronegócio, serviços, transporte público, etc.;
- c) Aplicação da MAPEAS em outros ramos de negócio: visto que, neste trabalho, a MAPEAS foi aplicada em uma indústria química, a avaliação da mesma poderia ser feita aplicando-a em outros ramos de negócio, como, por exemplo, automobilística, alimentícia, mineração, etc.;

- d) Superposição com metodologias de convergência de TI e TA: visto que a TI é de suma importância para que as informações de índices de sustentabilidade sejam disponibilizadas para seu público de interesse dentro da empresa, metodologias de convergência de TI e TA, tais como a metodologia apresentada por Silva (2013), podem ser aplicadas juntamente com a MAPEAS;
- e) Estudo do relacionamento do desempenho das empresas com o nível de alinhamento da automação industrial e a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- AKHGAR, B.; YATES, S. Strategic Intelligence Management: National Security Imperatives and Information and Communication Technologies. **Butterworth-Heinemann**, 2013.
- ALCOA INC. News Releases: Alcoa. **Site da Alcoa Inc.**, 2013a. Disponível em: <http://www.alcoa.com/global/en/news/news_detail.asp?pageID=20130912005847en&newsYear=2013>. Acesso em: 23 Setembro 2013.
- ALCOA INC. Made by Alcoa in Canada. **Site da Alcoa Inc**, 2013b. Disponível em: <http://www.alcoa.com/canada/en/pdf/Made_by_Alcoa_in_Canada_2013.pdf>. Acesso em: 22 Setembro 2013.
- AMARATUNGA, D. et al. Quantitative and qualitative research in the built environment: application of "mixed" research approach. **Work Study**, v. 51, n. 1, p. 17-31, 2002.
- ARPA-E. Seleção de projetos - ARPA-E Site. **ARPA-E Site**, 2013. Disponível em: <http://www.arpa-e.energy.gov/sites/default/files/documents/files/METALS%26REMOTE_Project_Descriptions_091913.pdf>. Acesso em: 19 Setembro 2013.
- BEER, M.; EISENSTAT, R. The silent killers of strategy implementation and learning. **Sloan Management Review**, 2000.
- BERGERON, F.; RAYMOND, L.; RIVARD, S. Ideal patterns of strategic alignment and business performance. **Information & Management**, n. 41, 2004.
- BRACELPA. Quem somos: Bracelpa. **Site da Bracelpa**, 2013. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/191>>. Acesso em: 02 Outubro 2013.
- CARVALHO, P. C. Controlador Lógico Programável. **Mecatrônica Atual**, n.3, Abril de 2002. 5 p.
- CAUFIELD, M. et al. Wireless Sensors and Energy Efficiency at Alcoa. **IEEE - 2011 Future of Instrumentation International Workshop**, Oak Ridge, 7-8 Novembro 2011.
- CBTA. CBTA - Centro Brasileiro de Tecnologia e Automação. **CBTA - Centro Brasileiro de Tecnologia e Automação**, 2013. Disponível em: <http://www.cbtanet.com.br/conteudo.asp?tag=O%20que%20%C3%A9?id_conteudo=1>. Acesso em: 03 Setembro 2013.
- CERTO, S. S.; PETER, J. P. **Administração Estratégica: planejamento e implantação de estratégia**. São Paulo: Makron Books, 1993.

COGHI, M. A. PDAI - Plano Diretor da Automação Integrado. **Site do Jornal do Paraná**, 2012. Disponível em:

<http://www.jornalparana.com.br/materia/ver_edicao.php?id=936&tipo=54>. Acesso em: 19 Janeiro 2012.

CONAMA. **Resolução CONAMA nº316 - Gestão de produtos e resíduos perigosos**, 2002. 16 p.

CUMPS, B. et al. Inferring comprehensible business/ICT alignment rules. **Information & Management**, n. 46, p. 116-124, 2009.

DOWNEY, K.; FEMIA, J. PAC Attack. **Intech**, Março 2008. 2 p.

DRUCKER, P. F. **Introdução à Administração**. 3ª. ed. São Paulo: Pioneira, 1998.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional 2013 - Ano Base 2012: Relatório Síntese**. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Rio de Janeiro. 2013.

FISCHMANN, A. A. **Implementação de estratégias: identificação e análise de problemas**. São Paulo: Tese (Livro Docência) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, 1987.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA-UNICEF. Quem somos: UNICEF. **Site da UNICEF**, 2013. Disponível em: <http://www.unicef.org/brazil/pt/overview_9540.htm>. Acesso em: 7 Outubro 2013.

GELLE, E.; KOCH, T. E.; SAGER, P. **IT Asset Management of Industrial Automation Systems**. Greenbelt: IEEE International Conference and Workshops on the Engineering of Computer-Based Systems. 2005.

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

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. **Sustainability Reporting Guidelines 3.1**. Global Reporting Initiative. 2011.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. 'Let's Report!' Template. **Global Reporting Initiative Website**, 2012. Disponível em: <<https://www.globalreporting.org/reporting/reporting-support/reporting-resources/lets-report-template/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 07 Fevereiro 2012.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energias Sustentáveis: um futuro sustentável. **Revista USP**, São Paulo, n. 72, p. 6-15, 2006-2007.

GROOVER, M. P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**. 2ª. ed. Londres: Prentice Hall, 2001.

HARDI, P.; ZDAN, T. **Assessing Sustainable Development: Principles in Practice**. International Institute for Sustainable Development. Winnipeg. 1997.

HARRINGTON, J. **Computer-Integrated Manufacturing**. New York: Industrial Press, 1973.

HODGE, A.; HARDI, P.; BELL, D. V. J. **Seeing change through the lens of sustainability**. Beyond Delusion: Science and Policy Dialogue on Designing Effective Indicators of Sustainable Development. Costa Rica: The International Institute For Sustainable Development. 1999.

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETROTÉCNICOS - IEEE. **IEEE Standard for SCADA and Automation Systems**. Nova Iorque. 2007.

INSTITUTO ETHOS - EMPRESAS E RESPONSABILIDADE SOCIAL. **Práticas Empresariais de Responsabilidade Social - Relação entre os princípios do Global Compact e os Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial**. Instituto Ethos. São Paulo. 2003.

INSTITUTO ETHOS. **Indicadores Ethos de Responsabilidade Social**. Instituto Ethos - Empresas e Responsabilidade Social. São Paulo. 2011.

INSTITUTO ETHOS. Sobre o Instituto: Instituto Ethos. **Site do Instituto Ethos**, 2012. Disponível em: <<http://www3.ethos.org.br>>. Acesso em: 16 jul. 2012.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT AND WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **Abrindo novos caminhos - Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável - MMSD**. [S.l.]. 2002.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. Business strategies for sustainable development. **Site da International Institute for Sustainable Development**, 2012. Disponível em: <http://www.iisd.org/business/pdf/business_strategy.pdf>. Acesso em: 04 Junho 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO 2600 Project Overview**. International Organization for Standardization. Geneva. 2010.

ISA-95. Home: ISA-95. **Site da ISA-95**, 2009. Disponível em: <<http://www.isa-95.com/>>. Acesso em: 12 out. 2009.

ISO. ISO 9001:2008. **Site da ISO - International Organization for Standardization: ISO 9001:2008**, 2013a. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=46486>. Acesso em: 19 Junho 2013.

ISO. ISO 14001:2004. **Site da ISO - International Organization for Standardization**, 2013b. Disponível em:

<http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31807>. Acesso em: 19 Junho 2013.

JOSHI, M. P.; KATHURIA, R.; PORTH, S. J. Alignment of strategic priorities and performance: an integration of operations and strategic management perspectives. **Journal of Operations Management**, n. 21, p. 353-369, 2003.

JUDGE, W. Q.; DOUGLAS, T. J. Performance implications of incorporating natural environmental issues into the strategic planning process: an empirical assessment. **Journal of Management Studies**, v. 35, n. 2, p. 241-262, Março 1998.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. 5ª. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1998.

KOTLER, P.; ARMSTRONG, G. **Princípios de marketing**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1993.

KPMG AUDITORES INDEPENDENTES. Petrocoque S. A. Indústria e Comércio - Demonstrações financeiras em 31 de dezembro de 2012 e 2011. **Site da Petrocoque S.A.**, 2013. Disponível em: <http://www.petrocoque.com.br/Design/Themes/Thm_PetroCoque/img/DFS%202012%20%202011-PTQ.pdf>. Acesso em: 30 Setembro 2013.

KPMG INTERNATIONAL. **KPMG International Survey of Corporate Responsibility Reporting 2011**, p. 36. 2011.

LJUNGBERG, L. Y. Materials selection and design for development of sustainable products. **Materials & Design**, v. 28, n. 2, 2007.

LUFTMAN, J. N. Assessing IT/Business Alignment. **Information Systems Management**, v. 20, n. 4, p. 9-15, 2006.

LWART. Grupo Lwart. **Grupo Lwart**, 2013. Disponível em: <<http://www.lwart.com.br/>>. Acesso em: 02 Outubro 2013.

MERRIAN, S. B. **Qualitative Research - A guide to design and implementation**. 3ª. ed. São Francisco: Jossey-Bass, 2009.

MESA INTERNATIONAL. **MES Explained: A High Level Vision**. [S.l.]. 1997.

MILES, R. E.; SNOW, C. C. Fit, Failure and the hall of fame. **California Management Review**, v. 26, n. 3, p. 10-28, 1984.

MINTZBERG, H. Rethinking Strategic Planning. Part I: Pitfalls and Fallacies. **Long Range Planning**, v. 27, n. 3, p. 12 a 21, 1994.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B.; LAMPEL, J. **Strategic Safari**: a guided tour through the wilds of strategic management. Nova Iorque: The Free Press, 1998.

MIRANI, R.; LEDERER, A. L. An Instrument for Assessing the Organizational Benefits of IS Projects. **Decision Sciences**, 1998.

MIRVIS, P.; GOOGINS, B.; SYLVIA, K. Vision, mission, values: Guideposts to sustainability. **Organizational Dynamics**, n. 39, 2010. 316-324.

MORAES, C. C. D.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de Automação Industrial**. 2ª. ed. São Paulo: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007.

OECD. About OECD. **Site da OECD Organisation for Economic Co-operation and Development**, 2014. Disponível em: < <http://www.oecd.org/about/>>. Acesso em: 12 Janeiro 2014.

OGATA, K. **Engenharia do Controle Moderno**. 4ª. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.

OHSAS 18001. What is OHSAS 18001? **Site da OHSAS 18001 Occupational Health and Safety Zone**, 2007. Disponível em: <<http://www.ohsas-18001-occupational-health-and-safety.com/what.htm>>. Acesso em: 19 Junho 2013.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento Estratégico**: Conceitos, Metodologia e Práticas. 10ª. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1996. 294 p.

OPTO 22. Understanding Programmable Automation Controllers (PACs) in Industrial Automation, 2013. Disponível em: <http://www.alliedelec.com/images/Products/mkt/pb/opto22/whitepapers/1634_PAC_White_Paper.pdf>. Acesso em: 29 Setembro 2013.

PANNETO, H.; MOLINA, A. Enterprise integration and interoperability in manufacturing systems: Trends and issues. **Computers in Industry**, 59, 2008. 641-646.

PEREIRA, S. L. **ECOECONOMIA TECNOLÓGICA COOPERATIVA - Uma proposta conceitual**: ciência e tecnologia da automação como ferramentas de inclusão social e de suporte ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2009.

PETROBRAS S.A. Relatório de Sustentabilidade 2012. **Site da Petrobras**, 2013. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/rs2012/downloads/RS_portugu%C3%AAs_2012.pdf>. Acesso em: 20 Setembro 2013.

PORTER, M. **Competitive strategies**: techniques for analyzing industries and competitors. Nova Iorque: Free Press, 1980.

PROMINP. Relatório Final - Projeto Abast-16. **PROMINP**, 2007. Disponível em: <www.prominp.com.br>. Acesso em: 03 Setembro 2013.

RITZMAN, L.; KRAJEWSKI, L. **Administração da Produção e Operações**. 1ª. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2004.

ROCA, L. C.; SEARCY, C. An analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports. **Journal of Cleaner Production**, v. 20, n. 1, Janeiro de 2012. 103-118.

ROCKWELL AUTOMATION. Rockwell Automation. **Site da Rockwell Automation**, 2013. Disponível em: <http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/ap/petvp-ap006_-en-p.pdf>. Acesso em: 10 Outubro 2013.

SABHERWAL, R.; CHAN, Y. Alignment between Business and IS Strategies. **Information Systems Research**, p. 11-33, 2001.

SAUTER, T. Integration Aspects in Automation - a Technology Survey. **10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)**, Toulouse, 2005.

SCHMIDHEINY, S. **Changing course**: a global business perspective on development and the environment. Boston: MIT Press, 1992.

SCOTT, J. T. **The Sustainable Business**. European Foundation for Management Development - EFMD. [S.l.]. 2010.

SHERIDAN, T. B. **Telerobotics, Automation, and Human Supervisory Control**. Massachusetts: MIT Press, 1992.

SILVA, E. B. D. **Metodologia para planejamento da convergência da Tecnologia da Informação (TI) & Tecnologia da Automação (TA) em processos industriais**. São Paulo: Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

STONER, J. A. F.; FREEMAN, R. E. **Administração**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1995.

SWINK, M.; NARASIMHAN, R.; WANG, C. Managing beyond the factory walls: Effects of four types of strategic integration on manufacturing plant performance. **Journal of Operations Management**, n. 25, p. 148-164, 2007.

TEO, T.; KING, W. R. Assessing the impact of integrating business planning and IS planning. **INFORMATION & MANAGEMENT**, 1996.

UN GLOBAL COMPACT. Corporate Sustainability in The World Economy. **Site da UN Global Compact**, Setembro 2013. Disponível em:
<http://www.unglobalcompact.org/docs/news_events/8.1/GC_brochure_FINAL.pdf>.
Acesso em: 01 Outubro 2013.

WEBB, J.; GRESHOCK, K. **Industrial Control Electronics**. 2ª. ed.: Maxwell Macmillan International Editions, 1992.

WETHER, W. B.; CHANDLER, D. **Strategic corporate social responsibility: stakeholders in a global environment**. 2ª. ed. Los Angeles: SAGE, 2011.

YAMAGUCHI, M. Y. **Módulo III - Controladores Programáveis**. São Paulo: PECE, 2009. Apostila de MBA em Automação Industrial - Programa de Educação Continuada - PECE.

YIN, K. **Case Study Research: Design and Methods**. Newbury Park: Sage Publications, 1994.

ZEILMANN, R. P. **Uma estratégia para controle e supervisão via internet de processos industriais**. Porto Alegre: Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

ZÜGE, C. T. Y.; ANDRADE, A. A. D.; BURIAN, R. **MÓDULO IV - Sistemas Supervisórios**. São Paulo: PECE, 2009. Apostila de MBA em Automação Industrial - Programa de Educação Continuada - PECE.

ZUGE, C. T. Y.; PEREIRA, S. L.; DIAS, E. M. Enablers and Inhibitors of integration between IT and AT. **RECENT ADVANCES in SIGNAL PROCESSING, ROBOTICS and AUTOMATION**, Cambridge, 2010. 185-191.