

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA PARA O CONTROLE
DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Renan Marcelo Matricarde Falleiro

TCC-EP-99-2013

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA PARA O CONTROLE
DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Renan Marcelo Matricarde Falleiro

TCC-EP-99-2013

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da Universidade Estadual de Maringá.

Orientador: *Msc. João Batista Sarmiento dos Santos Neto*

**Maringá - Paraná
2013**

EPÍGRAFE

“É no problema da educação que assenta o grande segredo do aperfeiçoamento da humanidade”.

(Immanuel Kant)

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas que fizeram parte desse trabalho e contribuíram para que o mesmo fosse concluído:

Ao professor e orientador Msc. João Batista Sarmiento dos Santos Neto pela oportunidade, orientação, confiança, compreensão e paciência.

Ao escritório *Building* Arquitetura e a sua equipe de multiprofissionais que colaboraram com o fornecimento de plantas, informações e dados neste trabalho.

A empresa e construtora MRV Engenharia e Participações S/A por ter oferecido a oportunidade de estagiar em uma das maiores construtoras por metro quadrado no país.

Aos demais professores do DEP – Departamento de Engenharia de Produção, juntamente com os amigos e colegas Gustavo Henrique de Oliveira, Ana Claudia Doná, Mamede Abou Dehn Jr. e Adnilson Luis de Souza.

Aos grandes amigos, João, Ivan, Larissa, Anne, Eloise, Ruth, Thiago e Vinicius.

Aos meus tios Antonio e Alzira que sempre me auxiliaram nas dificuldades na cidade de Maringá.

Aos meus primos Alexandre e Regiane, pelo apoio emocional e incondicional.

E por fim, muito carinhosamente aos meus pais Pedro e Jussara, meu irmão Rafael.

RESUMO

A construção civil é uma das principais atividades para o desenvolvimento econômico de uma nação, atualmente o Brasil vivencia uma espécie de *boom* nesse setor, e gera importantes impactos ambientais, tanto pela utilização dos recursos naturais quanto pela modificação da paisagem e pela geração dos grandes volumes de resíduos.

Neste contexto e levando em consideração que sustentabilidade é um assunto em pauta no mundo inteiro, existe a necessidade das organizações cada vez mais adotarem políticas e sistemas de gestão ambiental.

Através de uma ferramenta denominada FMEA - *Failure Model and Effect Analysis* ou Análise do Tipo e Efeito de Falha foi possível verificar os pontos críticos para uma mudança imediata de modo minimizar tais impactos. Ocorreu também uma aplicação de questionário no canteiro de obras com o intuito de se aproximar mais dos variados tipos de colaboradores em suas respectivas funções e dimensionar onde estão ocorrendo o desperdício e conseqüentemente a geração de resíduos.

Palavras Chaves: Gestão Ambiental, Controle de Resíduos, FMEA, Certificações Ambientais

SUMÁRIO

Lista de Figuras	viii
Lista de Siglas	ix
Lista de Tabelas	x
1. Introdução	1
1.1 Justificativa	2
1.2 Definição e Delimitação do Problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivos Geral	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
2. Revisão de Literatura	4
2.1 Gestão Ambiental	4
2.2 Desenvolvimento e Sustentabilidade	5
2.3 Ferramentas de Gestão Ambiental	6
2.4 Certificações Ambientais	7
2.4.1 ISO 14001	8
2.4.2 LEED	9
2.4.3 AQUA	10
2.4.4 PROCEL	11
2.4.5 FSC	12
2.4.6 LIFE	13
2.5 Legislação Ambiental	14
2.5.1 PBQP-H	16
2.6 FMEA	16
3. Metodologia	20
3.1 Caracterização da Pesquisa	20
3.2 Sequência Metodológica	21
3.3 Metodologia para a ferramenta FMEA na Construção Civil	22
4. Desenvolvimento	26
4.1 Caracterização da Empresa	26
4.2 Descrição do Processo	27
4.3 Aplicação do Questionário	29
	30
	6

4.4 Aplicação da ferramenta FMEA	
4.5 Resultados e Discussão	
5. Considerações Finais	35
6. Referências	36
Apêndice A	39
Apêndice B	41

Lista de Figuras

Figura 01: Ciclo PDCA – Planejar, Executar, Verificar, Agir

Figura 02: Certificação LEED

Figura 03: Selo AQUA

Figura 04: Selo PROCEL

Figura 05: Selo FSC

Figura 06: Selo LIFE

Figura 07: Fluxograma das Etapas

Figura 08: Fluxograma das Atividades

Lista de Siglas

RCC – Resíduos da Construção Civil

ASCE - *American Society of Civil Engineers*

CEO - *Chief Executive Officer*

ISO - *International Organization for Standardization*

LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*

AQUA - Alta Qualidade Ambiental

PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

FSC - *Forest Stewardship Council*

LIFE - *Lasting Initiative for Earth*

PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OC – Ordem de Compra

OS – Ordem de Serviço

NBR - Normas Brasileiras Regulamentadoras

PVC - Poli Cloreto de Vinila

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SESI - Serviço Social da Indústria

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SESC - Serviço Social do Comércio

FIEP – Federação das Indústrias do Estado do Paraná

SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

ELETRONBRAS - Centrais Elétricas Brasileiras S.A

OCDE –

SGA – Sistema de Gestão Ambiental

WWF - *World Wide Fund*

RPN – *Risk Priority Number*

FMEA - *Failure Model and Effect Analysis*

PBQP-H - *Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat*

Lista de Tabelas

Tabela 01: Gravidade do Efeito Modo de Falha

Tabela 02: Probabilidade de Ocorrência

Tabela 03: Probabilidade de Detecção

1. INTRODUÇÃO

Atualmente têm-se discutido muito sobre as questões ambientais em diversos aspectos e setores. A industrialização e a modernização são necessárias para o desenvolvimento de um país, porém ambientalistas ao redor de todo mundo estão voltando às atenções para a Construção Civil, devido ao grande poder de descarte de resíduos durante todo o processo construtivo.

A construção civil é uma das principais atividades para o desenvolvimento econômico de uma nação, atualmente o Brasil vivencia uma espécie de *boom* nesse setor, e gera importantes impactos ambientais, tanto pela utilização dos recursos naturais quanto pela modificação da paisagem e pela geração dos grandes volumes de resíduos.

O país possui uma forte e ampla legislação com relação aos Resíduos da Construção Civil (RCC). Leis, políticas públicas, normas técnicas e exigências com um ótimo conteúdo teórico e prático, porém, sem muita adesão e sucesso na maioria das vezes por grande parte das empresas e construtoras.

Segundo a resolução 307, os RCC são definidos como sendo os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos. De acordo com a *American Society of Civil Engineers* (ASCE) dos Estados Unidos, estima-se que a construção civil é responsável por entre 15 e 50 % do consumo dos recursos naturais extraídos.

A construção civil gera grandes volumes de resíduos, causando impactos significativos e transtornos à população e ao meio ambiente. O objetivo do presente estudo foi utilizar a ferramenta FMEA para identificar os tipos de impactos causados pela construção civil em diferentes fases e etapas do processo construtivo, para que se encontrem meios viáveis para a minimização destes impactos juntamente com um agregação de valor ao imóvel por conter esse diferencial.

1.1 Justificativa

O presente trabalho foi elaborado de modo que a gestão ambiental seja levada em conta durante todas as etapas da construção civil de um determinado empreendimento. Inclusive no período de pós-entrega do imóvel, propondo que mesmo após o término da construção, tal empreendimento continue a contribuir para o meio ambiente de forma benéfica, comprovando-se a existência da necessidade de conhecer e avaliar os impactos gerados, para que os mesmos possam ser minimizados. Recomenda-se que as empresas busquem alternativas na tentativa de diminuição dos impactos gerados em suas obras civis, usando como ponto de partida a identificação dos aspectos e impactos ambientais gerados, para que futuramente se implante um sistema de gestão ambiental completo e padronizado.

Quando implantado as diretrizes de uma construção sustentável, a sociedade é quem recebe os benefícios, sejam os envolvidos no processo construtivo, ou os moradores que irão ocupar o empreendimento. De certa forma, a comunidade acadêmica também é atingida de forma positiva diante desse trabalho, a qual consta mais um estudo sobre a real importância em se preocupar com métodos construtivos eficazes e menos danosos à natureza, trazendo tal discussão para os docentes e discentes envolvidos nesse setor, propondo ainda mais métodos de implantação e controle de medidas sustentáveis na construção civil.

1.2 Definição e Delimitação do Problema

Nota-se que a prática sustentável em um canteiro de obras ainda é novidade, causam muitas incertezas e gera-se desconfiança quanto a um suposto gasto supérfluo que dependendo do empreendimento não irá gerar reconhecimento e agregação de valor. No entanto, nem sempre o investimento é financeiro, bastam mudanças de hábitos e treinamento, para que possam surgir os primeiros benefícios dessa onda verde.

Alguns gestores do ramo afirmam que mediante a um planejamento estratégico optam por medidas sustentáveis, mas alegam que enfrentam o problema de não reconhecimento por parte de alguns investidores, que visam apenas o quesito custo e valores, deixando a deriva a preocupação ambiental.

De acordo com a Revista Téchne (Fórum Verde, 2011) certos empreendimentos é mais viável investir em algo “aparente” do que em medidas de cautela com o meio ambiente, pois tais atitudes são diretamente visíveis ao cliente, no entanto, existem controvérsias que apontam o contrário.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Controlar medidas sustentáveis nas atividades da empresa MRV Engenharia e Participações S/A propondo que as mesmas na construção civil sejam de menor impacto para o meio ambiente a partir da ferramenta FMEA.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo do presente trabalho, temos os seguintes itens:

- Estudar a ferramenta FMEA;
- Estudar as atividades desenvolvidas pela empresa Building Arquitetura e Urbanismo;
- Adapta a ferramenta FMEA para o setor da construção civil;
- Aplicar a ferramenta;
- Avaliar os resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Gestão Ambiental

Para Theodoro (2000), temos como Gestão Ambiental um conjunto de ações que envolvem políticas públicas, o setor produtivo e a sociedade de forma a incentivar o uso racional e sustentável dos recursos ambientais, minimizando impactos e maximizando ações de preservações.

Para assegurar a sua perpetuação, a espécie humana, como as demais espécies do planeta, sempre necessitou enfrentar as diversidades da natureza. O fato que difere o ser humano dos demais seres vivos é que o homem faz sua própria história, modificando constantemente as condições naturais de vida e propiciando situações mais favoráveis à sua reprodução. A história recente da evolução humana é a história da luta do homem contra o seu meio natural (Theodoro, 2000).

Segundo Godard (1997), a gestão de recursos ambientais deve estar imbuída de uma visão estratégica de desenvolvimento no longo prazo, o que lhe confere um sentido para além dos usos cotidianos, pois se constitui na essência onde se confrontam e se reencontram os objetivos associados ao desenvolvimento e aqueles voltados para a conservação da natureza ou para a preservação da qualidade ambiental.

De acordo com Barbieri (2007, apud. Franco et al, 2010) gestão ambiental é o conjunto das atividades administrativas e operacionais, que envolvem o planejamento, direção, controle, alocação de recursos e outras realizadas, para obter efeitos positivos sobre o meio ambiente, minimizando ou eliminando os impactos causados pelas ações humanas, ou ainda, evitando que eles surjam no decorrer das atividades.

“A Gestão Ambiental é a consequência natural da evolução do pensamento da humanidade em relação à utilização dos recursos naturais, onde se deve retirar apenas o que pode ser repostado ou, caso isto seja impossível, deve-se, no mínimo, recuperar a degradação ambiental causada. Ela visa ordenar as atividades humanas para que estas originem o menor impacto possível sobre o meio” (AMBIENTE BRASIL, 2012).

Satolo (2010) conclui que a Gestão Ambiental tem crescido especialmente devido aos debates ocorridos em torno do conceito de sustentabilidade e das mudanças climáticas ocorridas recentemente em nosso planeta.

A realização da Gestão Ambiental relaciona-se à forma de gerenciar o meio ou a organização desse modo não há o impacto negativo sobre o ambiente sob sua influência. Ou seja, pode-se

dizer que gestão ambiental é um instrumento que pode proporcionar a sobrevivência e a diferenciação das organizações no mercado (SELIG; CAMPOS; LERIPIO, 2008).

Ao implantar um SGA a empresa adquire uma visão estratégica em relação ao meio ambiente, passando a percebê-lo como oportunidade de desenvolvimento e crescimento (TOCCHETTO; PEREIRA, 2009).

Silveira et al (2010) afirma que estudos realizado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) mostram que para as empresas se enquadrarem no cumprimento da legislação ambiental, estas devem apresentar técnicas para redução da poluição, técnicas que utilizam insumos recicláveis ou matérias primas diferentes, sendo assim menos poluidoras, devem utilizar insumos menos agressivos.

Dessa forma e sob ótica de se utilizar uma política ambiental para o desenvolvimento econômico deseja-se que a sociedade tenha um ganho na sua qualidade de vida, preservando o meio ambiente e reduzindo a poluição.

2.2 Desenvolvimento e Sustentabilidade

De acordo com Veiga (2008), o setor da construção pauta a sua atividade por elevados impactos ambientais ao nível da extração de elevadas quantidades de matérias primas não renováveis, de elevados consumos energéticos e das conseqüentes e elevadas emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa. A abordagem nesse contexto mostra possíveis contribuições dos materiais de construção com vista a uma maior sustentabilidade do referido setor de atividade.

“Sustentabilidade é um termo usado para definir ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações. Ou seja, a sustentabilidade está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico e material sem agressão do meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro. Seguindo estes parâmetros, a humanidade pode garantir o desenvolvimento sustentável.” (VEIGA, 2008).

Sustentabilidade é conseqüência de um complexo padrão de organização que apresenta cinco características básicas: interdependência, reciclagem, parceria, flexibilidade e diversidade. (CAPRA, 2006, apud ROSA, 2007).

Segundo Lacy (2010), foi lançado em Nova York, o maior estudo de sustentabilidade corporativa, publicado pela *United Nations Global Compact* e pela *Accenture Sustainability Services*. Neste estudo foram entrevistados cerca de 1.000 executivos, líderes empresariais e da Construção Civil. O levantamento indica que o compromisso com as questões ambientais, sociais e de governança tornou-se significativo: 93% dos CEOs vêem a sustentabilidade como fundamental para o sucesso da sua empresa, mostrando que houve mudança na mentalidade desde a última pesquisa, em 2007, quando a sustentabilidade estava começando a reformular as regras dos negócios globais, atualmente, é prioridade estratégica para os executivos de todo o mundo.

2.3 Marketing Verde

Segundo Capra (2006), a Gestão Ambiental nas empresas pode assentar em diversos instrumentos e metodologias cuja aplicação, mais ou menos complexa, promove a melhoria dos seus desempenhos ambientais. Tais instrumentos, além de promoverem boas práticas ambientais, podem igualmente conduzir acréscimos de rentabilidade. Este acréscimo pode ser alcançado evitando e/ou reduzindo custos.

Dessa forma, podemos salientar que uma empresa que esteja comprometida em assegurar a responsabilidade de interagir e preservar os ambientes ecológicos e os recursos naturais estará capacitada a ingressar em um mercado de transparência e assegurar seu espaço na economia globalizada e de alta concorrência, principalmente no setor construtivo.

“Quando a empresa passa a valorizar sua relação com o meio ambiente e a tomar medidas preventivas, sua imagem perante a opinião pública tende a apresentar conotação diferenciada. Valorizar sua preocupação com o meio ambiente tem um forte papel, entre outros, na manutenção dos clientes atuais e atração de novos consumidores”. (PAIVA, 2003)

De acordo com Powell, Tilotta e Martinson (2008), o marketing verde assegura como ferramenta essencial, a transmissão dos elementos de preservação e controle do meio ambiente, caracterizando os aspectos de equilíbrio ecológico, sustentabilidade ambiental e o consumo consciente.

Sendo assim, podemos evidenciar uma série de vantagens e benefícios que a empresa recebe com os atos responsáveis, contribuindo para seu desenvolvimento e amenizando os problemas sociais. Entre tais vantagens e benefícios, seguem alguns mais importantes:

- Criação de uma nova imagem;
- Retorno gratificante sobre as ações sociais;
- Modelo de gestão para outras empresas;
- Diferencial competitivo no mercado;
- Credibilidade entre os acionistas;
- Confiança para investidores;
- Nova estrutura de desenvolvimento;
- Ações evidenciadas como ponto de referência;
- Certificações recebidas;

Pode-se dizer que é uma ferramenta que deverá ser uma necessidade das empresas, pois aquelas que permanecerem com uma postura ecologicamente incorreta perante a sociedade, a ética e todo processo que envolve o meio ambiente serão trocados, gradativamente pelos consumidores por aquelas aprovadas por eles, tendo seu fim muito próximo, caso não se adequarem às novas diretrizes impostas não apenas pelos órgãos fiscalizadores, mas sim pelo mercado, mais especificamente pelos próprios clientes.

2.4 Certificações Ambientais

Atualmente, existem algumas certificações ambientais que trazem como consequência uma maior consciência ambiental, eficiência e valor de mercado.

Uma legislação ambiental adequada pode ser atestada por meio de certificações ambientais, como as seguintes:

- ISO 14001;
- LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*);
- AQUA (Alta Qualidade Ambiental);
- PROCEL;
- FSC (*Forest Stewardship Council*);
- LIFE.

Segundo o Núcleo Petrobras de Sustentabilidade da Fundação Dom Cabral, as certificações têm como objetivo comprovar o desempenho ambiental das empresas.

“Os selos oferecidos por instituições com boa reputação no mercado podem ser usados como critério de escolha no momento da compra, especialmente de clientes corporativos, gerando diferencial para as empresas cujos produtos ou serviços são certificados”. (TELLO, 2011)

De acordo com a Revista *Téchne* (Gestão Ambiental, 2010) pesquisas demonstram que edifícios sustentáveis reduzem em 30% o consumo de energia e em 50% o consumo de água. A procura pela certificação é grande, mas os desafios são maiores. Ser sustentável no Brasil não é simples. A maioria dos consumidores duvidam da reputação e da qualidade dos produtos e serviços sustentáveis, porque confundem sustentabilidade baixa qualidade e rusticidade. A idéia de que tudo o que é sustentável é mais caro e não tem ampla oferta no mercado ainda prevalece, além de desconhecerem os critérios que os tornam verdes. Para Tello (2011), no Brasil, apenas 29% das empresas desenvolvem alguma ação de modo a organizar uma rede de fornecedores socialmente responsáveis e 31% possuem políticas para efetivar "compras verdes".

2.4.1 ISO 14001

A NBR ISO 14001 é uma norma reconhecida internacionalmente que estabelece o que é necessário para um Sistema de Gestão Ambiental efetivo que possa ser integrado a outros requisitos da gestão, auxiliando no alcance de seus objetivos ambientais e econômicos (ABNT NBR ISO 14001:2004).

Esta norma é baseada na metodologia *Plan, Do, Check, Act* (PDCA) / (Planejar – Executar – Verificar – Agir).



Figura 01: Ciclo PDCA
Fonte: HBK Consultoria

Segundo a ABNT NBR ISO 14001:2004 pode ser descrito da seguinte forma:

- 1) Planejar: Estabelece os objetivos e processos necessários para que os resultados em concordância com a política ambiental da organização sejam atingidos.
- 2) Executar: Implementar os processos.
- 3) Verificar: Monitorar e medir os processos conforme a política ambiental.
- 4) Agir: Agir para continuamente melhorar o desempenho do SGA.

A certificação ISO 14001 segundo Gavronski et al. (2008) pode trazer alguns benefícios, como: benefícios de produtividade, benefícios financeiros, benefícios em relação a sociedade (relacionamento com stakeholders externos - governo e sociedade).

2.4.2 LEED – (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

LEED é uma certificação de edifícios dependente de uma organização governamental com fins não lucrativos, o USGBC *U.S. Green Building Council*.

O sistema de classificação LEED Green Design ajuda os profissionais a melhorar a qualidade dos seus edifícios e o seu impacto no ambiente. Este sistema só tem impactos positivos na saúde pública e no ambiente, mas também reduz os custos de exploração, melhora a construção e a qualidade do edifício, aumenta potencialmente a produtividade dos seus ocupantes e contribui para a criação de uma coletividade sustentável.

O LEED fornece sistemas de avaliação voluntários, fundados no consenso, orientados para o mercado, com base nos princípios ecológicos e energéticos obtidos e procurando um equilíbrio entre as práticas estabelecidas e os novos conceitos.



Figura 02: Certificação LEED

Fonte: Englert Incorporation

Segundo a GBC Brasil, a certificação internacional LEED possui sete dimensões a serem avaliadas nas edificações. Todas elas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos a edificação. O nível da certificação é definido, conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado a 110 pontos, nível platina.

2.4.3 AQUA – (Alta Qualidade Ambiental)

O Processo AQUA é um Processo de Gestão Total do Projeto para obter a Alta Qualidade Ambiental do seu Empreendimento de Construção. Essa qualidade é demonstrada para seus clientes, investidores e demais partes interessadas por meio da certificação. A certificação e a marca Processo AQUA são concedidas pela Fundação Vanzolini, com base em auditorias presenciais independentes.

Segundo a Fundação que regulariza essa certificação no Brasil, os benefícios sócio-ambientais são diversos, tais como:

- Menor consumo de energia;
- Menor consumo de água;
- Redução das emissões de Gases de Efeito Estufa;
- Redução da poluição;
- Melhores condições de saúde nas edificações;

- Melhor aproveitamento da infra-estrutura local;
- Menor impacto na vizinhança;
- Melhores condições de trabalho;
- Redução da produção de resíduos;
- Gestão de Riscos naturais, solo, água, ar...



Figura 03: Selo AQUA
Fonte: Construção em Foco

2.4.4 PROCEL – (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica)

O Selo Procel de Economia de Energia ou simplesmente Selo Procel, instituído por meio de Decreto Presidencial de 08 de dezembro de 1993, é um produto desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel, que tem na Centrais Elétricas Brasileiras S.A - Eletrobrás sua secretaria executiva.

Essa certificação tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Também objetiva estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais.



Figura 04: Selo PROCEL

Fonte: Info Escola

De acordo com a Eletrobras, calcula-se que quase 50% da energia elétrica produzida no país sejam consumidas não só na operação e manutenção das edificações, como também nos sistemas artificiais, que proporcionam conforto ambiental para seus usuários, como iluminação, climatização e aquecimento de água.

O potencial de conservação de energia deste setor é expressivo. A economia pode chegar a 30% para edificações já existentes, se estas passarem por uma intervenção tipo retrofit (reforma e/ou atualização). Nas novas edificações, ao se utilizar tecnologias energeticamente eficientes desde a concepção inicial do projeto, a economia pode superar 50% do consumo, comparada com uma edificação concebida sem uso dessas tecnologias. (Fonte: EPE/BEN 2009)

2.4.5 FSC – (*Forest Stewardship Council*)

De acordo com a organização WWF Brasil, a certificação florestal deve garantir que a madeira utilizada em determinado produto é oriunda de um processo produtivo manejado de forma ecologicamente adequada, socialmente justa e economicamente viável, e no cumprimento de todas as leis vigentes.

A certificação é uma garantia de origem que serve também para orientar o comprador atacadista ou varejista a escolher um produto diferenciado e com valor agregado, capaz de conquistar um público mais exigente e, assim, abrir novos mercados. Ao mesmo tempo, permite ao consumidor consciente a optar por um produto que não degrada o meio ambiente e contribui para o desenvolvimento social e econômico das comunidades florestais. Para isso, o processo de certificação deve assegurar a manutenção da floresta, bem como o emprego e a atividade econômica que a mesma proporciona.

O FSC é hoje o selo verde mais reconhecido em todo o mundo, com presença em mais de 75 países e todos os continentes. Atualmente, os negócios com produtos certificados geram negócios da ordem de 5 bilhões de dólares por ano. FSC é uma sigla em inglês para a palavra *Forest Stewardship Council*, ou Conselho de Manejo Florestal, em português.



Figura 05: Selo FSC

Fonte: Conselho Brasileiro de Manejo Florestal

2.4.6 LIFE- (*Lasting Initiative for Earth*)

O objetivo do Instituto LIFE, por meio do desenvolvimento e gestão da Certificação LIFE, é reconhecer organizações públicas e privadas que desenvolvam ações favoráveis à conservação da biodiversidade, colaborando assim, com a manutenção de áreas naturais e dos processos ecológicos e com a oferta perene dos serviços e das atividades ambientais, como ciclo da água, regulação climática, fornecimento de diversas matérias-primas, entre outros.

O Instituto LIFE foi criado em junho de 2009, como organização brasileira do terceiro setor, a partir dos esforços da Fundación AVINA, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Gráfica e Editora Posigraf e Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental

(SPVS). Hoje, apoiado pela ONU (Convenção sobre a Diversidade Biológica) e pelo Governo Brasileiro (através do Ministério do Meio Ambiente), conta com novas instituições que acreditam e consolidam a iniciativa.



Figura 06: Selo LIFE

Fonte: Iniciativa Brasileira de Negócios e Biodiversidade

2.5 Legislação Ambiental

De acordo com os ambientalistas brasileiros, as leis que tratam do meio ambiente no Brasil estão entre as mais completas e avançadas do mundo. Segundo Tello (2011), até meados da década de 1990, a legislação cuidava separadamente dos bens ambientais de forma não relacionada. Antigamente, debater sobre questões relacionadas às leis ambientais era especificamente restrito, cabível apenas aos profissionais especializados no campo das leis. No entanto, com as transformações que foram acontecendo referentes ao meio ambiente, a legislação ambiental tornou-se pauta presente na sociedade brasileira.

Com a aprovação da Lei de Crimes Ambientais, (Lei Nº 9.605 de 13 de Fevereiro de 1998), a sociedade brasileira, os órgãos ambientais e o Ministério Público passaram a contar com um mecanismo para punição aos infratores do meio ambiente.

De acordo com Theodoro (2000), tanto o Ibama quanto os órgãos estaduais de meio ambiente atuam na fiscalização e na concessão de licença ambiental antes da instalação de qualquer empreendimento ou atividade que possa vir a poluí-lo ou degradá-lo. O Ibama atua, principalmente, no licenciamento de grandes projetos de infra-estrutura que envolvam impactos em mais de um estado e nas atividades do setor de petróleo e gás da plataforma continental. Os estados cuidam dos licenciamentos de menor porte.

Segundo Mariano (2008) a gestão de resíduos sólidos está entre as atividades de saneamento básico, pois existe a interdependência entre este, a saúde e o meio ambiente.

Na Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 foi dada uma abordagem sistêmica ao contexto ambiental no Brasil, com a Política Nacional do Meio Ambiente. Esta lei tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (SIRVINSKAS,2005). Nesta lei, também é estruturada a hierarquia do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), onde instituí o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, como Órgão Superior com a função de assistir o Presidente da República na formulação de diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente.

A Constituição Federal de 1988 trata no Capítulo VI Art. 225 sobre as questões ambientais, citando que: Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Focando na preservação, será enfatizado o âmbito da legislação de empresas da Construção Civil, onde é previsto pela legislação a necessidade de estudos de impactos ambientais (EIA) em obras de grande porte, bem como a gestão de RCC.

Na resolução CONAMA Nº 307, publicada em 5 de julho de 2002 e vigorada a partir de 2 de janeiro de 2003, são estabelecidas diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da indústria da construção civil.

Essa resolução ainda infere que resíduos da construção civil são considerados como os subprodutos que provêm de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos. São compostos de tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc. Podem ser chamados de entulhos de obras.

Conforme Angulo e John (2004) a ausência ou ineficiência de políticas específicas para os resíduos da construção tem criado condições para que os mesmos apresentem atualmente efeitos ambientais significativos e desastrosos sobre a malha urbana, como o surgimento de aterros clandestinos e o esgotamento de aterros.

2.5.1 PBQPH - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

O Governo Federal criou o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), com o intuito de organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva.

Criado em 1991, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, tem como finalidade difundir os novos conceitos de qualidade, gestão e organização da produção, indispensáveis à modernização e competitividade das empresas brasileiras. O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SiAC) do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H tem como objetivo avaliar a conformidade de Sistemas de Gestão da Qualidade em níveis adequados às características específicas das empresas do setor de serviços e obras atuantes na Construção Civil, visando contribuir para a evolução da qualidade no setor.

É adequado a empresas de todos os portes que atuam no setor de execução de obras e elaboração de projetos para empresas públicas e privadas. O certificado PBQP-H SiAC é um pré-requisito exigido por instituições como a Caixa Econômica Federal e outros bancos para a concessão de financiamentos habitacionais. Alguns governos estaduais e prefeituras municipais exigem o certificado PBQP-H SiAC para a participação em licitações.

2.6 FMEA - Failure Mode and Effect Analysis

O FMEA teve sua origem nos Estados Unidos no dia 9 de novembro de 1949, como um padrão para as operações militares - *Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*. Esta norma foi utilizada como uma técnica de avaliação da confiabilidade para determinar os efeitos nos sistemas e falhas em equipamentos. As falhas foram

classificadas de acordo com seus impactos nos sucessos das missões e com a segurança pessoal/equipamento.

KUME [1996], PALADY (1997) determinam que o FMEA é um método qualitativo que estuda os possíveis modos de falha dos componentes, sistemas, projetos e processos e os respectivos efeitos gerados por esses modos de falha. O modo de falha é a expressão utilizada para caracterizar o processo e o mecanismo de falha que ocorre nos itens. O efeito é maneira como o modo de falha se manifesta. Cada item pode ter diferentes modos de falha. Um determinado modo de falha vai se tornar mais ou menos evidente, dependendo da função que o item está desempenhando naquele caso específico. O efeito, por sua vez, segue a mesma sistemática.

Satolo (2010) exemplifica que com base nas análises feitas sobre os modos de falha e seus efeitos, são tomadas ações que posteriormente sofrerão uma reavaliação e documentação. O material gerado pelo FMEA tem como função servir como uma ferramenta para prognóstico de falhas e auxiliar o desenvolvimento/análise de projeto de produtos, processos ou serviços.

Dessa forma, o FMEA, por ser um registro, pode evitar que problemas passados venham a ocorrer novamente buscando a melhoria contínua, sendo um documento vivo, atualizado e representa as últimas mudanças realizadas do produto.

Stamatis define FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) como um método de análise de produtos ou processos usado para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada um sobre o desempenho do sistema (produto ou processo), mediante um raciocínio basicamente dedutivo (não exige cálculos sofisticados). É portanto, um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa. O manual complementar FMEA descreve como um grupo sistemático de atividades, comprometidos com:

1. Reconhecer e avaliar o potencial de falha de um produto/processo e seus efeitos;
2. Identificar ações que podem eliminar ou reduzir as chances de uma falha potencial ocorrer;
3. Documentar o processo.

A literatura tem trazido exemplos de aplicação do FMEA em diferentes setores. Estes exemplos e recomendações não são consensuais. Neste texto será apresentada uma discussão geral sobre estas aplicações. Estão presentes na literatura aplicações em sistema, projeto, processo e serviço. Esta é a classificação de STAMATIS (1995) e o autor entende que:

FMEA de Sistema – É usado para analisar sistemas e subsistemas nas fases iniciais de concepção e projeto. O FMEA de sistema enfoca os modos potenciais de falha entre as funções do sistema, causada por algumas deficiências do sistema. Ele inclui a interação entre os sistemas e os elementos do sistema.

FMEA de Projeto – É usado para analisar produtos antes que eles sejam liberados para a manufatura. O FMEA de projeto enfoca os modos potenciais de falha causados pelas deficiências do projeto.

FMEA de Processo – É usado para analisar os processos de manufatura e montagem. O FMEA de processo enfoca os modos de falhas causados pelas deficiências do processo ou montagem.

FMEA de Serviço – É usado para analisar serviços antes que eles alcancem o cliente. O FMEA de serviço enfoca os modos de falha causados pelas deficiências do processo.

Para Helman 2001, o FMEA utiliza um formulário que serve como um roteiro para sua elaboração e uma forma de dispor e organizar os dados obtidos. A definição de cliente abordada pela FMEA, não é simplesmente o usuário final, mas toda a cadeia produtiva (desenvolvimento, produção, vendas e logística).

Tal formulário constam com as seguintes informações e definições a serem preenchidas.

- D) A Severidade (S) é a avaliação da gravidade do efeito da falha potencial sobre o componente, subsistema, sistema ou cliente. A severidade aplica-se ao efeito da falha, ou seja o quanto ele pode incomodar o cliente. O índice de severidade só pode ser reduzido através de uma modificação de projeto.

- II) Ocorrência (O) é a estimativa da probabilidade da causa em questão (listada na coluna anterior) ocorrer e ocasionar o tipo de falha considerado. O índice de ocorrência é mais um significado do que um valor numérico. A única maneira de reduzi-lo é impedir a ocorrência ou controlar as causas do tipo de falha através de modificações de desenho.
- III) Detecção (D) é índice que avalia a probabilidade de a falha ser detectada antes que o produto ser liberado para produção. Deve-se assumir que a falha ocorreu, independente do índice de ocorrência. Um índice de ocorrência baixo, não significa que o índice de detecção será também baixo. Para FMEA de projeto, é a estimativa da capacidade do programa de verificação do projeto e demais controles no projeto de identificar uma deficiência em potencial do projeto antes que os desenhos sejam liberados para a produção. Para redução do índice de detecção é necessário uma melhoria do Programa de Verificação do Projeto e nos demais controles.

Na ferramenta abordada, trabalha-se com o Número de Prioridade de Risco (NPR).

$$\mathbf{RPN = S \times O \times D}$$

O NPR é o produto das notas de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D). Este valor deve ser usado para estabelecer as prioridades no projeto. O NPR estará entre 1 e 1000. Para altos NPR's, a equipe deve empreender esforços para reduzir o risco calculado, promovendo ações corretivas.

O FMEA é um documento vivo, sendo sempre atualizado com as mudanças ocorridas ou com informações adicionais obtidas pela equipe que o desenvolve.

De acordo com Oliveira (1997); apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, pela sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Assim, ela atualmente é utilizada para diminuir as falhas de

produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Tem sido empregada também em aplicações específicas tais como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e na indústria de alimentos.

Segundo a ABNT, o FMEA pode ser utilizado para a melhoria de processos ou produtos, que devem ter sua análise feita de maneira fracionada; deve-se olhar para cada parte, para se melhorar o todo.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da Pesquisa

O estudo em questão tem como caráter uma pesquisa aplicada. De acordo com Silva e Menezes (2005); tal pesquisa gera conhecimentos para aplicação prática para a solução de problemas reais enfrentados diariamente no ramo da construção. O estudo é realizado através de análises e interpretações, não se aplicando ferramentas estatísticas. Os processos e os materiais são os focos principais. Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa é descritiva, irá descrever as características dos processos envolvendo técnicas de coletas de dados, levantamento de dados e análise dos materiais utilizados no empreendimento.

Quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho é uma pesquisa experimental, já que houve colaboração e apoio da empresa em permitir o uso das técnicas pesquisadas para uma futura avaliação e implantação nas demais obras, caso o estudo demonstre uma posição favorável.

3.2 Sequência Metodológica

Os passos identificados para a realização do trabalho são apresentados conforme o fluxograma a seguir.

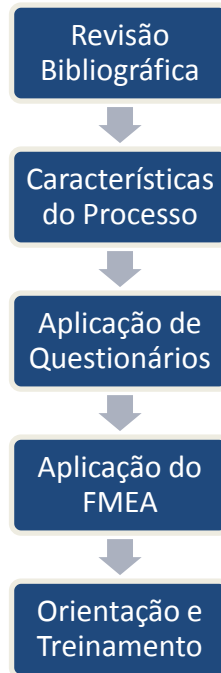


Figura 07: Fluxograma das Etapas

- **Revisão de literatura:** Nesta etapa foi reunido material que utilizado como base para desenvolvimento do estudo e sua aplicação em uma obra da construtora mencionada. Houve adaptações necessárias para a construção civil, uma vez que a literatura não traz algo específico para esse setor.
- **Características do processo:** Foi realizada com intuito de conhecer o processo e atividades atuais desempenhadas na empresa durante o processo construtivo de um edifício residencial.
- **Aplicação do questionário:** Com intuito de identificar as atividades e processos realizados pelos colaboradores no canteiro de obras e suas responsabilidades. Verificar se todos os envolvidos possuem uma visão geral de todo os processos a fim de saber se estão capacitados em identificar indícios de perdas desnecessárias.
- **Aplicação FMEA:** Nesta etapa foi aplicado a ferramenta para verificar quais as atividades e setores que mais geram resíduos e desperdícios para a empresa através do

cálculo do NPR, na qual o valor mais elevado merece uma maior atenção para o devido tratamento.

- **Orientação e treinamento:** Etapa de conscientização, na qual foi realizado palestra com o Engenheiro residente e com o Mestre de obras, mostrando os resultados obtidos e evidenciando as áreas críticas para tomadas de decisões e possíveis soluções para cessarem o desperdício ou então minimizarem as perdas.

3.3 Metodologia para a ferramenta FMEA na Construção Civil

No presente estudo a ferramenta foi utilizada com intuito de identificar as ações que mais geram resíduos na construção civil e a partir desses itens classificar os mais alarmantes.

Este método, que se encontra atualmente difundido em indústrias de outros setores, pode ser usado no ramo da construção civil em diferentes fases e em vários níveis da empresa, como por exemplo: Durante a fase da concepção e desenvolvimento do projeto para otimizar e melhorar as características do produto ou então durante a fase de execução, tendo em vista a redução de falhas e melhorias no processo construtivo.

A planilha do apêndice A, apresenta a estrutura da ferramenta FMEA para aplicação na construção civil. Através dela foi possível identificar a maioria dos processos que contenham falhas e que originam grande desperdício para a organização e consequentemente geram resíduos desnecessários durante várias etapas.

A escala de gravidade é gerada de acordo com as necessidades da empresa, conforme exposto na tabela 01 a classificação de efeitos falha de Layzell e Ledbetter.

Tabela 01: Exemplos de classificação de gravidade do efeito de modo de falha

S	Efeito(s) da(s) Falha(s)	Problemas de Fachadas
9/10	Potenciais problemas de segurança	Estrutural
7/8	Grande descontentamento ao cliente	Penetração de Água
4/5/6	Certo descontentamento ao cliente	Manchas, Condensações
2/3	Ligeiro inconveniente ao cliente	Aparência na cor
1	O cliente não detecta a falha	-

Segundo, LAYZELL (1998), a variável de ocorrência designa a frequência ou probabilidade de cada modo de falha. A escala utilizada foi de 1 a 10, sendo que 1 corresponde a uma probabilidade muito remota da falha acontecer e 10 a uma ocorrência frequente da falha, conforme exemplificado pela tabela 02.

Tabela 02: Exemplos de classificação da probabilidade de ocorrência

O	Probabilidade de ocorrência do modo de falha
1	Probabilidade de ocorrência de falha remota
2/3	Probabilidade de ocorrência de falha muito baixa
4/5	Probabilidade de ocorrência de falha baixa
6/7	Probabilidade de ocorrência de falha moderada
8/9	Alta probabilidade de a falha ocorrer
10	Muito alta probabilidade de ocorrência de falha

O terceiro critério é a medida da probabilidade do procedimento de controle não detectar a causa da falha ou o modo de falha, antes de chegar ao cliente. Conforme verifica-se através da tabela 03.

Tabela 03: Exemplos de classificação da probabilidade de detecção.

D	Probabilidade de detecção pelo controle da concepção
1	O controle definido na concepção consegue, com quase toda a certeza, detectar a potencial causa / mecanismo e subsequente modo de falha
2/3/4	Muito alta probabilidade de o controle definido na concepção detectar a potencial causa / mecanismo e subsequente modo de falha
5/6/7	Probabilidade moderada a alta de o controle definido na concepção conseguir detectar a potencial causa / mecanismo e subsequente modo de falha
8/9	Baixa probabilidade de o controle definido na concepção detectar a potencial causa / mecanismo e subsequente modo de falha
10	O controle de concepção não consegue detectar a causa / mecanismo e subsequente modo de falha ou não existe controle

Ao estimar-se essas três variáveis, foi possível conhecer o Número de Risco de Prioridade (RPN – *Risk Priority Number*). Este número é o produto dos três fatores calculados nos quadros 01, 02 e 03.

$$\mathbf{RPN = S \times O \times D} \quad (1)$$

Onde:

RPN é Risco de Prioridade.

S é a gravidade do efeito de modo de falha.

O é a probabilidade de ocorrência do modo de falha.

D é a probabilidade de detecção pelo controle da concepção.

Para Layzell (1998), os valores de RPN mais altos serão tratados prioritariamente. Com o cálculo a análise do RPN e dos índices parciais obtidos, consegue-se quantificar a amplitude

relativa de cada falha e realizar uma ordenação e escalonamento das prioridades das ações a serem desenvolvidas para reduzir ou minimizar os efeitos que certas falhas podem originar.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 Caracterização da Empresa

Localizada na Cidade de Maringá, na Avenida Nóbrega, 370 Sala 01 Zona 04 a Construtora *Building* Arquitetura em parceria com a MRV S.A atuam em diversos segmentos. A empresa trabalha em união com diversas empreiteiras locais e de outras regiões, no regime de terceirização, Arquitetos e Engenheiros são do próprio quadro de funcionários bem como demais atividades administrativas e estagiários.

Empresa de grande porte, levando em consideração o números de obras em execução, obras em planejamento e obras em processo de restauração e reforma, e projetos customizados para clientes residenciais e comerciais. O escritório trabalha com o conceito de unificação de tarefas, ou seja, o cliente realiza todas as etapas de uma construção ali mesmo, desde a concepção e esboço de um empreendimento, até a entrega final da unidade seja ela provida de decoração ou não. Dependendo do projeto, o cliente pode contar com uma assessoria de Manutenção e Assistência Técnica para corrigir pequenos erros aparentes ou não após entrar em sua unidade.

4.2 Descrição do Processo

O fluxograma da figura 08 traz as atividades realizadas no processo da construtora Building.



Figura 08: Fluxograma das Atividades

A Construtora Building Arquitetura através do seu grupo de colaboradores recebe em seu escritório os projetos a serem executados conforme as especificações do cliente. Nesse, constam informações detalhadas do empreendimento, como segmento, área, topografia entre demais informações. Em seguida engenheiros e arquitetos estudam o planejamento para a construção desse empreendimento, que pode ser casa, edifício, salas comerciais ou qualquer outra construção.

No planejamento são definidas as etapas, os prazos e os fornecedores. Em seguida, um engenheiro orçamentista elabora uma planilha de custos baseada em obras anteriores do mesmo porte, para que se tenha um orçamento prévio deste empreendimento, calcula-se sempre um percentual de 10% a mais para o que é chamado de reserva técnica, em casos de necessidade e perdas de materiais.

Com o orçamento detalhado e revisado, o setor de compras entra em contato com os fornecedores, e emitem as OC (Ordem de Compras) diretamente para os maiores fabricantes

nacionais, pois dessa forma a redução nos preços são significantes. Efetuada a compra de tais materiais, os mesmos quando chegam ao canteiro de obras são alocados devidamente em um almoxarifado previamente desenhado pelo engenheiro residente conforme especificações da NBR para instalações provisórias, espaçamento entre baias, empilhamento de sacos de cimento, organização de dutos PVC são de extrema importância para que não ocorra o uso desenfreado desses itens.

Durante o processo construtivo, ocorre fiscalização diária desses materiais e a forma em que estão sendo utilizados, em momento algum é feita a racionalização, no entanto, são adotadas práticas que evitam o desperdício. Tal fiscalização é realizada pelo mestre de obras ou então por algum encarregado de qualidade, designado para tal atividade. Quando nota-se a existência de perda de materiais devido a má conduta por parte dos funcionários, ocorre uma reorientação por parte dos engenheiros e mestre aos seus subordinados.

Em atividades mais complexas, por exemplo, a empresa oferece cursos profissionalizantes e treinamentos em parceria com o SEBRAE, SESI, SENAI, SESC de modo que a mão de obra seja especializada e valorizada, evitando assim retrabalhos e conseqüentemente aumentando a qualidade. Feito isso, são as planilhas de controle são abastecidas semanalmente, de modo controlar a utilização, entrada e saídas dos materiais no canteiro de obras, utilizando o necessário apenas, trabalhando com uma margem de erros pequena para não adquirir material extra evitando assim o resíduo adicional.

A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON surgiu das necessidades das empresas recicladoras de entulho de mobilizar e sensibilizar governos e sociedade sobre a problemática do descarte irregular dos resíduos da construção e oferecer soluções sustentáveis para a construção civil em um dos momentos mais importantes da história para o setor produtivo.

Segundo a ABRECON, essa representa o que há de mais avançado e inteligente na gestão dos Resíduos da Construção Civil e Demolição – RCD no Brasil. Mais do que reciclar entulho, é a possibilidade de trabalhar em consonâncias com as questões ambientais

Para uma melhor compreensão da metodologia aplicada, fez-se o fluxograma das atividades realizadas no canteiro atualmente, conforme a Figura 2.

4.3 Aplicação do Questionário

Com o intuito de identificar as atividades que geram desperdícios durante o processo e a real participação dos empreiteiros e demais colaboradores da construção civil no canteiro de obras, elaborou-se um questionário, com o objetivo de quantificar e mensurar os motivos, locais, atitudes e processos que são executados de forma errônea e que levam a perda de material, conseqüentemente gerando resíduos e desperdício para a construtora.

O questionário, que encontra-se no Apêndice B, foi levado a uma das obras que possui canteiro na Avenida Gurucaia. Primeiramente escolheu-se um dia em que não houvesse um grande número de execuções e serviços a serem feitos, por isso, determinou-se um período de chuva ou nebulosidade, pois nessas ocasiões grande partes dos serviços são interrompidos, podendo interferir no trabalho do operário de modo que ele participasse da pesquisa e assim obter os dados.

Separou-se em ordem alfabética através do Cartão Ponto localizado no refeitório, todos os colaboradores presente no local. Em seguida, foram chamados a cada grupo de três para que comparecessem a mesa central no refeitório e com a autorização do engenheiro residente na obra, foi explicado o motivo do questionário e que seria de simples entendimento e fácil aplicação.

A cada um dos participantes, foram entregues um lápis e uma borracha. Foi solicitado que não houvesse troca de informações entre si para que os mesmos não sofressem nenhum tipo de influência por colegas de trabalho distintos. A todo instante era enfatizado a questão que a participação não afetaria de forma alguma o seu relacionamento com a empresa, e sim que tratava-se de um estudo acadêmico.

A MRV Engenharia e Participações atua em todo território nacional, e em Maringá, está com cinco canteiros de obras em atividades. Devido ao prazo de alguns Engenheiros, foi permitido apenas a visita nesse canteiro, por isso pode-se considerar que as respostas listadas nesses

formulários são de caráter por amostragem, uma vez que não atingiu-se a totalidade dos funcionários. O número de colaboradores entrevistados foi de 15 (quinze) de diversos setores e funções no canteiro citado.

Com base no questionário citado anteriormente, de acordo com as respostas coletadas, as que continham informações alarmantes foram separadas e assim, chamou-se o responsável pelo preenchimento para verificar se o mesmo havia se confundido com o preenchimento do mesmo ou então se realmente suas respostas condiziam com o informado, assim, através da entrevista pode-se constatar e confirmar a maioria das afirmações informadas por esses colaboradores e as dúvidas sanadas por toda equipe.

4.4 Aplicação da ferramenta FMEA

Após a aplicação do questionário, foram identificados quatro setores que no canteiro de obras na qual foram determinados como críticos na geração de resíduos.

- Transporte;
- Retrabalho;
- Pintura;
- Escritório.

Os valores de RPN para cada item crítico, foram determinados através da equação (1).

- Transporte: $9 \times 8 \times 8 = 576$
- Retrabalho: $8 \times 8 \times 8 = 512$
- Pintura: $5 \times 4 \times 4 = 80$
- Escritório: $4 \times 4 \times 4 = 64$

As atribuições dos valores de acordo com as tabelas foram convencionadas com o engenheiro residente e com o mestre de obras, de modo avaliar o grau de importância e necessidade em cada item crítico identificado com a ajuda do questionário.

4.5 Resultados e Discussão

A partir da aplicação do questionário, foram identificadas quatro importantes falhas que ocasionam grandes perdas na construção civil e que foram tratadas na ferramenta FMEA. As falhas mencionadas estão exemplificadas no gráfico 01.

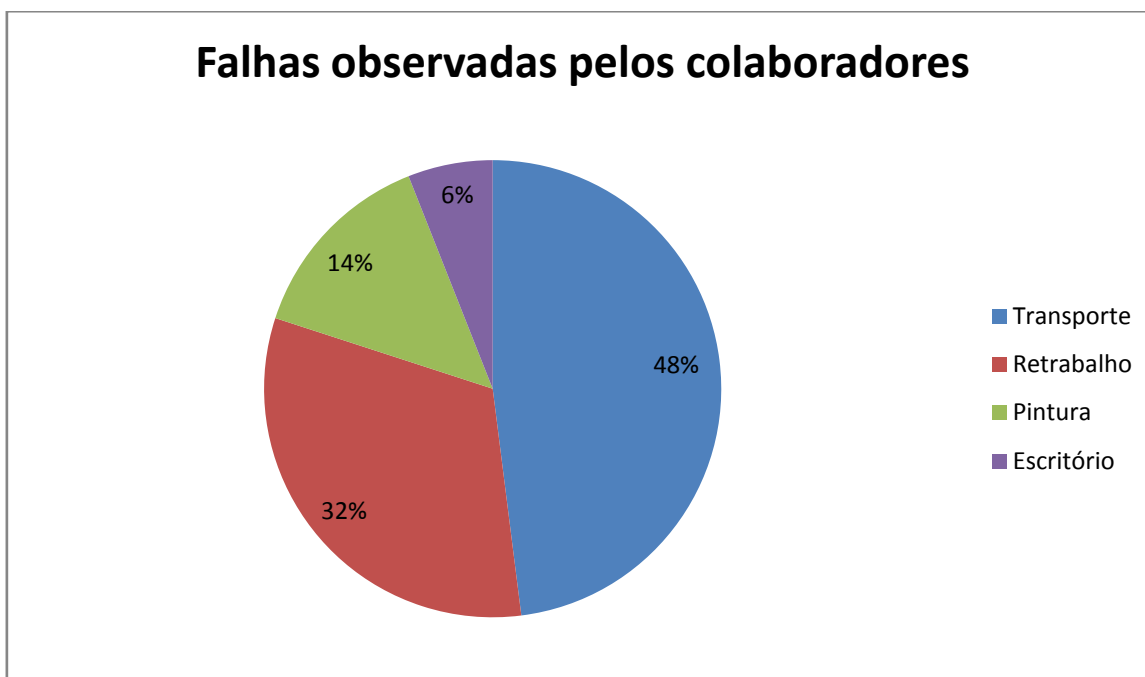


Gráfico 01 – Percentual de falhas no canteiro de obras

- **Transporte:** Quase metade dos questionários respondidos apontaram o quesito transporte sendo um dos principais causadores de desperdício durante a fase de obra de um empreendimento. Seja o transporte externo (fornecedor) ou interno (colaborador) ocorrem inúmeras falhas como o uso de ferramentas inadequadas no manuseio de matérias e também a má conduta de carga e descarga de grandes conteúdos.
- **Retrabalho:** Nota-se que o retrabalho atinge quase todas as etapas na construção de um empreendimento. O serviço dobrado é realizado principalmente na parte de revestimentos de cerâmicas na qual exige atenção minuciosa do colaborador.
- **Pintura:** A não utilização correta de pincéis, brochas, e rolos específicos para cada tipo de material, faz com que ocorra uma perda na quantidade de tinta a ser utilizada. Fato bastante comum em obra é que os colaboradores utilizam uma ferramenta não adequada simplesmente porque esta está próxima de si.

- **Escritório:** Projetos impressos em *plotter* de tamanho A1 e A0 são bastante comuns no canteiro, bem como gabaritos para instalação de pontos hidráulicos, elétricos e telefônicos são também providenciados pelo engenheiro projetista. Ao serem repassados para o canteiro, muitas vezes são extraviados, danificados e sujos, o que compromete a perfeita visualização de cotas, valores, voltagem, bitolas entre demais informações pertinentes ao projeto e a obra.

Com o objetivo de melhorar as atividades em canteiros e evitar ao máximo o desperdício com os resíduos da construção civil, elaborou-se um fluxograma de atividades e controle conforme a figura a seguir.

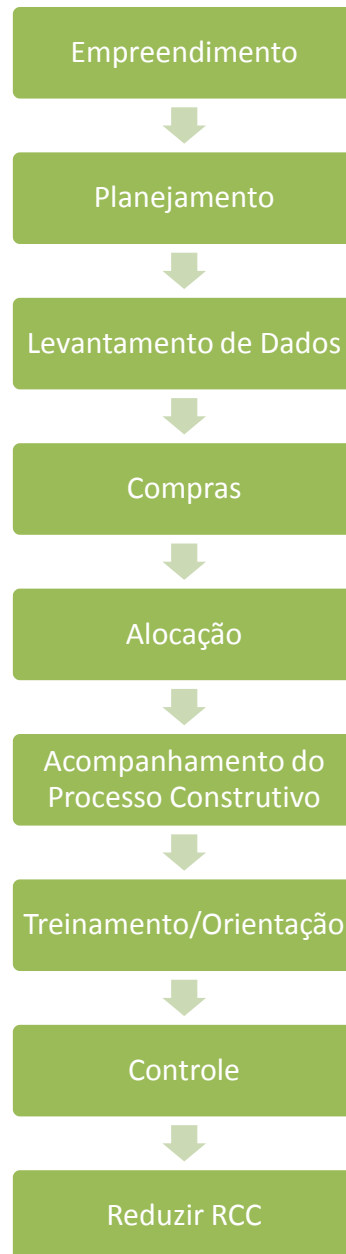


Figura 10: Fluxograma das atividades propostas

- **Empreendimento:** Optar pela edificação e sua função. Escolher o público alvo e alocar a obra em local estratégico. Comunicar ao marketing para a realização de campanhas e divulgações.
- **Planejamento:** Verificar junto à construtora a existência de históricos construtivos passados, de empreendimentos semelhantes para um orçamento prévio.
- **Levantamento de dados:** Elaborar planilha orçamentária mediante as quantidades estipuladas pelas atividades específicas de cada setor.
- **Compras:** Após pesquisa de mercado, efetuar compras diretamente com fornecedores visando exclusividade, parceria e melhoria nos preços e prazos de entrega.
- **Alocação:** Com a chegada de materiais no canteiro, alocar devidamente os insumos em baias próprias levantadas em alvenaria convencional. Verificar a forma de estocagem e manuseio do transporte. Dimensionar o almoxarifado de forma útil e funcional para os materiais e o trabalho interno.
- **Acompanhamento do processo construtivo:** Verificar junto as equipes de trabalho as atividades exercidas pelos mesmos, com o intuito de visualizar qualquer falha de execução na utilização dos produtos ou na mão de obra.
- **Treinamento e orientação:** Constatando falhas por parte dos colaboradores, elaborar um treinamento ou reorientação mediante a gravidade das atividades incorretas e repassar tal correção o quanto antes para minimizar impactos e retrabalhos na construção.
- **Controle:** Abastecer planilhas evidenciando as falhas e procurando contatar os setores e encarregados responsáveis por cada atividade, com o intuito de gerir um controle estatístico ao final e em seguida obter um histórico.
- **Reduzir RCC:** A minimização dos resíduos e diminuirá os gastos da empresa. Observando que estará colaborando com o meio ambiente diretamente e indiretamente ocorrerá também a melhor capacitação do colaborador, uma vez constatado falhas na execução pelo mesmo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pôde-se realizar um levantamento bibliográfico que trouxe informações e conhecimentos necessários para o desenvolvimento do trabalho. Ficando claro que a ferramenta FMEA adaptada aos setores construtivos tem como forma de garantir o desenvolvimento sustentável sendo este um assunto importante nas discussões do setor da Construção Civil.

Observou-se que quase a metade dos desperdícios gerados em canteiros são provenientes do transporte externo (fornecedor) como do interno (funcionários) tornando assim necessário uma reorientação dessas equipes para a minimização desses impactos.

Isso demonstra que de uma forma ou outra as empresas preocupam-se em inserir políticas ambientais a sua gestão, mas não são todas que estão cientes dessa preocupação. Neste contexto torna-se fundamental que todos envolvidos no setor da construção civil compreendam suas responsabilidades em relação aos danos causados ao meio ambiente.

Conclui-se que o trabalho possibilitou a avaliação da preocupação da construtora e dos seus colaboradores com o Meio Ambiente e seus Sistemas de Controles.

No decorrer do trabalho houve algumas dificuldades, principalmente em relação a coleta de dados e a comunicação com os colaboradores do canteiro de obras.

Inicialmente a limitação foi de conseguir visualizar os índices mais certos com relação à produção de RCC, uma vez que em um canteiro de obras o desperdício parece ser proveniente de todos os lados.

A segunda dificuldade foi de conseguir as respostas dos questionários, houve um trabalho árduo para isso, uma vez que os colaboradores não entendiam o que se pedia na folha entregue enquanto outros se preocupavam em informar fatos em que talvez a empresa não gostasse de tal informação e assim pudesse ocasionar problemas para o mesmo.

6. REFERÊNCIAS

AGENDA 21. Secretaria de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 1995.

AMBIENTE BRASIL. Afinal, O que é Gestão Ambiental? Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>> acesso em 05/06/2013

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO14001:2004 - Sistema de gestão ambiental. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. BSI BRASIL. ISO 14001 MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.bsibrasil.com.br/certificacao/sistemas_gestao/normas/iso14001/>. Acesso: 06/06/2013.

BANCO DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD). Disponível em <<http://bdtd.ibict.br>>.

BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=411520>>. Acesso: 07/06/2013

CERTIFICAÇÃO LEED. Disponível em: < <http://www.englertinc.com/news-events/leed-certification.html>> Acesso: 15/06/2013

CICLO PDCA. Disponível em: < <http://hbkconsultoria.com.br/images/config>> Acesso: 15/06/2013

CLAUSING, D. (1994). Better Decisions. In: Total Quality Development: a step-by-step Guide to World Class concurrent engineering. 2.ed., Nova Iorque, The American Society of Mechanical Engineers. (Disponível na Biblioteca da EESC - USP).

CLAUSING, D. (1994). The Design. In: Total Quality Development : a setp-by-step Guide to World Class concurrent engineering. 2. ed., Nova Iorque, The American Society of Mechanical Engineers. (Disponível na biblioteca da EESC - USP).

HELMAN, Horácio e ANDERY, P.R.P. Análise de Falhas (Aplicação dos Métodos de FMEA - FTA), Fundação Christiano Ottoni, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 1995;

INMETRO. Empresas Certificadas ISO 14001. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/>> Acesso em: 07/06/2013

Manuais da QS 9000. Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): Manual de Referência. 1997.

OLIVEIRA, C. B. M.; ROZENFELD, H. (1997). Desenvolvimento de um Módulo de FMEA Num Sistema Comercial de CAPP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., Gramado, 1997. Anais. Porto Alegre, UFRGS. (T :662).

PAIVA, Paulo Roberto. Contabilidade ambiental. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2003, 154 p

POWELL, K. L.; TILOTTA, D. C.; MARTINSON, K. L. *Assessment of research and technology transfer needs for wood-frame housing*. Madison: USDA, 2008.

ROSA, Altair. Rede de governança ambiental na cidade de Curitiba e o papel das tecnologias de informação e comunicação. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2007.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 448, DE 18 DE JANEIRO DE 2012 – Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=672>> Acesso em: 02/09/2013.

SACHS, Ignacy. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Coleção Idéias Sustentáveis. Ed. Garamond, 2006.

SCHWEIGERT, L. R.. Plano diretor e sustentabilidade ambiental da cidade. Dissertação de mestrado. Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007.

SELIG, P. M.; CAMPOS, L. M. S.; LERIPIO, A.A. Gestão ambiental. In: BATALHA, M.O. (org.) Introdução à engenharia de produção. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 249-272, 2008.

SELO AQUA. Disponível em: < <http://construcaoemfoco.com.br/engenharia/processo-aqua-certifica>>. Acesso: 12/06/13

SELO FSC. Disponível em: < <http://br.fsc.org/>>. Acesso: 12/06/13

SELO LIFE. Disponível em: < <http://ibnbio.org/iniciativas/certificacao-life-2>>. Acesso: 12/06/13

SELO PROCEL. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/eletricidade/economizando-energia-em-casa/>> Acesso: 13/06/13

SGARBI, V.S et al. Os Jargões da Sustentabilidade: uma Discussão a partir da Produção Científica Nacional, Engema 2008.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. Política nacional do meio ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981). In: MORAES, Rodrigo Jorge; AZEVÊDO, Mariangela Garcia de Lacerda; DELMANTO, Fabio Machado de Almeida (coords). As leis federais mais importantes de proteção ao meio ambiente comentadas. Rio de Janeiro: Renovar, 2005.

STAMATIS, D.H.. Failure Mode and Effect Analysis. ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, 1995;

TACHIZAWA, T. Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa: estratégias de negócios focadas na realidade brasileira. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VEIGA, José Eli da, Rio de Janeiro : Garamond, 2008 3ª ed. Desenvolvimento Sustentável : O Desafio do Século XXI.

APÊNDICE A – Planilha FMEA Construção Civil

APÊNDICE B – Questionário Aplicado

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196