



**FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS
DE SERGIPE FANESE
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

PAULO EDUARDO GUEDES SEIXAS

**PERDAS NO PROCESSO DE REVESTIMENTO EXTERNO
EM ESTRUTURAS VERTICAIS: Estudo de Caso na
Qualymaxx Construções Ltda.**

**Aracaju - Sergipe
2009.2**

PAULO EDUARDO GUEDES SEIXAS

**PERDAS NO PROCESSO DE REVESTIMENTO EXTERNO
EM ESTRUTURAS VERTICAIS: Estudo de Caso na
Qualymaxx Construções Ltda.**

Monografia apresentada à Coordenação do
Curso de Engenharia de Produção, da
FANESE, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa. MSc. Sandra Patrícia B. Rocha

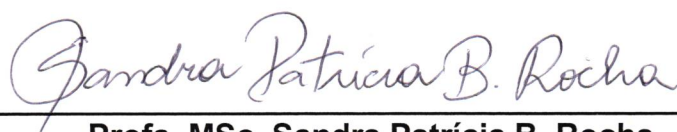
Coordenador: Prof. Dr. Jefferson A. Freitas

**Aracaju - Sergipe
2009.2**

PAULO EDUARDO GUEDES SEIXAS

**PERDAS NO PROCESSO DE REVESTIMENTO EXTERNO
EM ESTRUTURAS VERTICAIS: Estudo de Caso na
Qualymaxx Construções Ltda.**

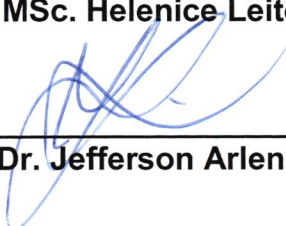
Monografia apresentada à banca examinadora da Faculdade de Administração de Negócios de Sergipe – FANESE, como requisito parcial para cumprimento do Estágio Curricular e elemento obrigatório para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção, no período de 2009.2.



Profa. MSc. Sandra Patrícia B. Rocha



Profa. MSc. Helenice Leite Garcia



Prof. Dr. Jefferson Arlen Freitas

Aprovado com média: _____

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2009.

AGRADECIMENTOS

A Deus e pela força maior.

Aos meus familiares, particularmente a minha esposa, Suzy, e aos meus filhos, Paula e João Pedro, e a minha mãe, pela compreensão, paciência, amor e dedicação, especialmente dedicados durante mais um desafio, que é o bacharelado em Engenharia de Produção.

Aos amigos, sobretudo a Alexandre Siqueira, Alexandre Ramos, Maria Vanuzia, Jardyson e João Leonardo.

De um modo geral o sucesso depende de três fatores fundamentais: Oportunidade; Talento e Esforço. Portanto, se consegues reconhecer a oportunidade: aproveite. Com talento e esforço serás vitorioso. A esperança é a força divina que dá sentido a vida na natureza humana.

Sandro Tojal

RESUMO

Este trabalho, intitulado "Perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais: um estudo de caso na Qualymaxx Construções Ltda." consiste em um estudo de caso que traz a proposta de analisar perdas no processo de revestimento externo de estruturas verticais, fundamentando-se, sobretudo, nos pilares e nas sete perdas que fundamentam o Sistema Toyota de Produção (STP). A necessidade de controlar perdas nos processos produtivos decorre de antiga preocupação de muitas empresas. Esse controle compreende dois objetivos principais que são reduzir ou eliminar perdas. Na construção civil, persegue-se a redução ou eliminação de perdas de materiais e controle de serviços, de modo que estudos realizados neste contexto, especificamente em canteiros de obras, investigam fatores e incidência de perdas. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de analisar as perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, tendo como referência as sete perdas estabelecidas pelo STP. O revestimento externo é de grande relevância porque deve garantir a proteção dos componentes de vedação das edificações no combate à ação de agentes invasivos, que asseguram impermeabilidade e proteção contra ação do fogo. Essa importância se confirma na necessidade de atender às determinações do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H). Foi realizado um estudo de caso é semi-exploratório, descritivo, de abordagem qualitativa, em que são descritas as características do processo de revestimento externo em estruturas verticais realizado pela Qualymaxx Construções Ltda., visando identificar e as perdas ocorridas nessa etapa da construção civil, bem como soluções para minimizar essas perdas. Foi constatado que o Revestimento Externo Vertical é imprescindível na estabilidade das edificações, desempenha papel significativo no aspecto visual, bem como confere durabilidade, valorização e eficiência das obras. Na Empresa pesquisada a perda por superprodução não foi identificada, sendo necessária uma análise mais específica quanto a este tipo de perda. No entanto, verificou-se que as perdas por transporte, por movimentação, por espera e por estoque podem ser reduzidas consideravelmente. Em relação às perdas por processamento em si e as perdas por fabricação de produtos defeituosos, estas podem ser eliminadas através do uso de materiais com qualidade e realização de treinamento dos colaboradores.

Palavras-chave: Revestimento Externo. Sistema Toyota de Produção. Perdas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Compressor com pulmão.....	27
Figura 2 – Pulmão secundário.....	27
Figura 3 – Vista frontal da pistola-caneca.....	27
Figura 4 – Interior da pistola-caneca.....	27
Figura 5 – Aplicação de argamassa.....	28
Figura 6 – Composição do sistema de revestimento.....	31
Figura 7 – Estrutura de concreto armado.....	32
Figura 8 – Alvenaria executada.....	32
Figura 9 – Chapisco aplicado.....	33
Figura 10 – Emboço aplicado.....	35
Figura 11 – Fachada de prédio revestido com placas de cerâmica.....	36
Figura 12 – Carro-de-massa.....	43
Figura 13 – Carro de cerâmica.....	44
Figura 14 – Manipulador.....	44
Figura 15 – Pilar fora de prumo.....	45
Figura 16 – Estoque de massa ensacada.....	48

SUMÁRIO

RESUMO	v
LISTA DE FIGURAS	vi
1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 Objetivos.....	10
1.1.1 Objetivo geral	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
1.2 Justificativa	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1 Sistema Toyota de Produção (STP)	12
2.1.1 <i>Just-in-time</i>	14
2.1.2 Autonomia.....	17
2.2 Perdas no STP.....	18
2.2.1 Perdas por superprodução	19
2.2.2 Perdas por transporte.....	20
2.2.3 Perdas no processamento em si	20
2.2.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos.....	21
2.2.5 Perdas por movimentação	21
2.2.6 Perdas por espera.....	22
2.2.7 Perdas por estoque	22
2.3 Construção Civil	23
2.3.1 Processo de revestimento em fachadas.....	24
2.3.2 O uso da argamassa nos revestimentos	26
2.3.3 Durabilidade dos revestimentos de fachada	29
2.3.4 Composição do sistema de revestimento	31
2.3.4.1 substrato ou base	32
2.3.4.2 chapisco	33
2.3.4.3 prumo da superfície.....	34
2.3.4.4 emboço	34
2.3.4.5 placas cerâmicas para revestimento.....	35
2.4 Estudos sobre Perdas na Construção Civil.....	36
2.4.1 As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle.....	36
2.4.2 Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia – sistemática das empresas de Construção Civil de Porto Alegre	37
2.4.3 Alternativa para a redução dos desperdícios dos materiais nos canteiros de obras	38

2.4.4 Método para medir o custo de perdas em canteiros de obras: proposta baseada em dois estudos de caso	38
2.4.5 Método de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada	39
3 METODOLOGIA.....	40
3.1 Caracterização da Empresa	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1 Perdas por Transporte.....	43
4.2 Perdas no Processamento em Si	45
4.3 Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos	45
4.4 Perdas por Movimentação	46
4.5 Perdas por Espera	46
4.6 Perdas por Estoque	47
5 CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A busca por novas tecnologias tem sido de grande importância para a melhoria das condições de trabalho no setor da construção civil, principalmente no que se refere à qualidade dos materiais e à melhoria do processo de produção, incidindo diretamente na produtividade e redução das perdas.

Muitas empresas já estão melhorando os serviços no setor de construção civil e essas melhorias estão substituindo os trabalhos rotineiros (manuais e braçais) por equipamentos com tecnologias avançadas. Um dos fatores que está contribuindo para a utilização das tecnologias na construção civil é a competitividade no mercado.

Os aspectos que se destacam como decisivos para as mudanças do setor da construção civil, além das atuais exigências do mercado, são a propagação dos conceitos de produtividade e qualidade, e a globalização. Neste sentido, organizações e instituições de ensino e pesquisa empenharam-se em investigar alguns pontos, dentre eles: compreensão de conceitos referentes à produção, transformações da cultura nas organizações, planejamento operacional, informatização e racionalização de procedimentos e recursos, e necessidade de modernização de técnicas e tecnologias.

Assim, além de garantir à construção civil uma produção mais rápida, traz bons resultados no acabamento final bem como diminui os custos com gastos de materiais e, conseqüentemente, as perdas associadas ao processo de revestimento externo em estruturas verticais.

O grande número de ocorrência de perdas de materiais causa prejuízos financeiros às empresas, além de gerar formação de entulho que, na maioria das vezes, não é devidamente tratado nem tem adequada deposição final, resultando em impacto negativo também no meio ambiente. Esses impactos são observados no cotidiano da construção civil, o que torna necessário identificar quais as melhores estratégias para revestir externamente as estruturas verticais em tempo hábil, sem haver desperdício de materiais e redução das perdas do processo de revestimentos externo em estruturas verticais.

Todavia, para que uma empresa seja bem-sucedida é necessário, além da utilização de novas tecnologias, a extinção das perdas no processo produtivo. Este é o motivo que leva muitas empresas a se empenhar na identificação de um sistema produtivo que, quando adotado, eliminará suas perdas, as quais, atualmente, não mais são identificadas apenas como desperdício de materiais, pois existem outros aspectos que podem definir perdas no processo produtivo.

Desse modo, o presente trabalho é um estudo de caso na Qualymaxx Construções Ltda., considerando a necessidade de analisar as perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, assim como a importância de novas tecnologias visando ao aprimoramento da produtividade na construção civil. Importa salientar que a Empresa está no mercado de trabalho há três anos, terceirizando serviços de revestimentos em estruturas verticais.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar as perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, com base nas sete perdas perseguidas pelo Sistema Toyota de Produção.

1.1.2 Objetivos específicos

- Relacionar as perdas durante o processo de revestimento externo em estruturas verticais com as perdas do STP;
- Identificar as perdas reduzíveis e elimináveis no processo de revestimento externo em estruturas verticais, com fundamento nas perdas perseguidas pelo STP;
- Apresentar sugestões de melhoria processo de revestimento externo em estruturas verticais na área de revestimento externo em estruturas verticais.

1.2 Justificativa

A maioria das empresas de construção civil tem convivido, há tempos, com a crítica de pertencerem a um setor desperdiçador de recursos e gerador de despesas. No decorrer das obras a geração de entulho é algo sempre complexo, pois afeta o meio ambiente e as regiões vizinhas. Além das perdas de materiais, observa-se que muitas empresas que trabalham com revestimentos externos em estrutura verticais apresentam perdas de profissionais, com uma rotina de serviços alguns pedreiros se afastam por problemas de saúde e isso tem gerado despesas e redução na produção dos serviços.

Em meio às mudanças significativas no setor de construção civil, nota-se um crescimento no investimento em tecnologia e melhoria de mão-de-obra. A utilização de máquinas eletrônicas faz com que os serviços se tornem mais rápidos e os acabamentos melhorados durante a finalização do revestimento. Deste modo, com o objetivo de reduzir cada vez mais as perdas associadas à construção civil e, neste caso, ao processo de revestimento externo em estruturas verticais, nota-se a relevância desse trabalho, que tem o intuito de mostrar de que forma as empresas podem reduzir as perdas e gastos com trabalhadores durante os serviços prestados.

O presente estudo tem grande importância para o campo científico, pois pode contribuir para o conhecimento técnico e teórico, visto que trabalhos científicos com enfoque das perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, de acordo com o STP, são bastante limitados. Considerando-se que boa parte das obras traz grandes volumes de materiais perdidos, entre outras perdas, através desse estudo será possível identificar de que forma as empresas de construção civil poderão reduzir os gastos com as perdas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo encontram-se mencionados conceitos, definições e classificações referentes ao tema proposto, que abrange: Sistema Toyota de Produção (STP); Perdas; Construção Civil, sobre processo de revestimentos externos em estruturas verticais.

2.1 Sistema Toyota de Produção (STP)

O Sistema Toyota de Produção (STP), de grande relevância para a Engenharia de Produção, é considerado uma nova filosofia de produção, pois procura otimizar o desempenho das organizações, de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo. De tal modo, esse sistema aumenta a segurança dos colaboradores, envolvendo a melhoria em todos os setores da organização.

Tendo por criador Ohno (1997), o STP é um sistema japonês surgido depois da segunda guerra mundial, quando identificados e eliminados os principais problemas constatados nas indústrias automobilísticas. Desse modo, eram eliminadas todas as parcelas que não agregavam valor ao processo produtivo da Toyota, apenas acarretando majoração de custos, em nada contribuindo para o sucesso da organização, tampouco beneficiando o cliente.

É provável que o maior desafio enfrentado por aqueles que passaram a adotar o STP foi ir de encontro ao sistema de produção em massa, que, até então, era tradicional. A importância do STP é atribuída ao sucesso da *Toyota Motors* durante a crise do petróleo, em 1974.

Um autor que descreve claramente o STP é Shingo (1996, p. 101), segundo o qual, o STP é um sistema que tem por escopo perseguir totalmente as perdas em um processo produtivo, de modo que 80% desse Sistema são direcionados a eliminação das perdas, 15% a um sistema de produção e 5% ao *Kanban*.

Conforme Shingo (1996, p. 201), o *Kanban* não deve ser confundido com o STP. O *Kanban*, que consiste em “um método de controle, projetado para maximizar o potencial do ‘Sistema Toyota de Produção’ [...] também é um sistema com suas próprias funções independentes”.

O STP está diretamente relacionado ao mecanismo da função produção, que Shingo (1996), define como uma rede de processos e operações, de modo que o percurso produtivo, que inclui matérias-primas até produtos intermediários, e destes até produtos acabados, é definido como processo, ao passo em que o caminho da ação aplicada aos materiais por homens e máquinas é definido como operação.

Neste sentido, enquanto o processo pode ser entendido como transformação do ‘objeto’ da produção, a operação corresponde à ação realizada pelo ‘sujeito’ (homem/máquina) para a execução da produção.

Desse modo, segundo Antunes Júnior (1994), a produção pode ser analisada por duas perspectivas: análise do fluxo do objeto da produção (análise do processo em si) e a análise do fluxo do sujeito da produção (análise da operação). Neste sentido, convém ressaltar que no presente estudo o foco principal da Qualymaxx Construções Ltda. é o processo.

Ainda conforme o autor, a partir da análise do mecanismo da função produção é possível:

Compreender a lógica de concepção do STP;
Esclarecer um método de análise de produção que possibilita a construção de outros sistemas alternativos ou complementares ao STP;
Uma análise sistemática dos conceitos de perdas, propostos por Taylor, Ford, Ohno e Shingo (ANTUNES JÚNIOR, 1994, p. 4).

O processo produtivo, conforme o STP, de acordo com Antunes Júnior (1994), é fundamentado em quatro fenômenos: processamento, que inclui transformação, montagem, desmontagem, etc.; inspeção, que consiste na comparação com um padrão; transporte, que significa deslocamento de posição; e armazenagem, que abrange tempo gasto sem conduzir processamento, inspeção e transporte.

O principal objetivo do STP é eliminar os desperdícios e, nesse sentido, a melhoria de processo produtivo está relacionada à forma como processamento,

inspeção, transporte e armazenagem podem ser melhorados. Desse modo, o STP tem como fundamento a total eliminação de perdas e a redução do trabalho adicional. Os dois pilares necessários para suportar o sistema são o *Just-in-Time* e a Automação, ou automação com toque humano, enquanto a ferramenta para operar o sistema é o *Kanban* (SHINGO, 1996).

A melhoria do processamento, numa primeira etapa, está calcada na visão de melhoria da técnica de Análise de Valores / Engenharia de Valores (AV/EV), que se fundamenta na agregação de valor quanto ao tipo de produto que será elaborado. A segunda etapa se inicia assim que determinado o produto a ser manufaturado, consistindo no estabelecimento de como o produto será fabricado, ao passo em que as melhorias se baseiam em tecnologia exclusiva de produção e engenharia industrial (MÜLLER, 2005).

2.1.1 *Just-in-time*

O *Just-in-Time* (JIT) surgiu no Japão, nos meados da década de 70, sendo sua idéia básica e seu desenvolvimento creditados à *Toyota Motor Company*, quando o seu então presidente, Toyoda Eiji¹, acatou a sugestão de Toyoda Kiichiro², no sentido de “que o melhor meio de trabalhar seria ter todas as partes necessárias para a montagem, ao lado da linha, exatamente na hora (*Just-in-time*) de seu uso. Assim surgiu a idéia deste primeiro pilar do STP” (MÜLLER, 2005, p. 10).

Conforme Shingo (1996), em japonês, as palavras para *Just-in-Time* designam “no momento certo”, “oportuno”, de modo que cada processo deve ser provisionado com os elementos necessários, na quantidade necessária, no momento necessário, ou seja, no tempo certo, sem formação de estoque.

O intuito dos idealizadores do STP era desenvolver um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica de diferentes modelos e cores de veículos com o mínimo atraso. Deste modo, o JIT consiste em um método utilizado pelo STP para a eliminação das perdas, tais como: perda por superprodução, perda por transporte, perda no processo em si, perda por

¹ Toyoda Eiji foi presidente da Toyota Motor Company de 1967 a 1982.

² Toyoda Kiichiro foi primo de Toyoda Eiji.

fabricação de produtos defeituosos, perda por movimentação, perda por espera e perda por estoque (SHINGO, 1996).

Para Ohno (1997), o JIT não se limita à redução de estoque nem de tempo de preparação, tampouco ao uso do *kanban* ou ao empenho em modernizar a fábrica. Este autor esclarece que o JIT consiste em fazer a fábrica atuar para a organização, semelhante ao que ocorre com o corpo humano em que o sistema nervoso autônomo que responde em consequência de problemas. Desse modo, numa fábrica, o JIT responde automaticamente quando problemas surgem.

De acordo com Slack (1997), o JIT é uma abordagem que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios, promovendo uma produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamento, materiais e recursos humanos.

Conforme Uhlmann (1997), com a expansão do conceito de JIT, esse método passou a consistir em uma filosofia gerencial que procura eliminar os desperdícios e colocar o elemento certo, no lugar e na hora certas. Assim, os componentes são produzidos em tempo de atenderem às necessidades de produção. O JIT leva a estoques bem menores, custos mais baixos e melhor qualidade do que os sistemas convencionais, de modo a evitar perdas.

Kliemann Neto e Antunes Júnior (1990, apud MÜLLER, 2005, pp. 10-11) esclarecem que:

A filosofia JIT constitui-se em uma estratégia de competição industrial, [...] que objetiva fundamentalmente dar uma resposta rápida e flexível às flutuações do mercado (orientado para o consumidor), e isto associado a um elevado nível de qualidade e custos reduzidos para os produtos. Ou seja, trata-se de uma estratégia que dá ênfase à redução da quantidade de produtos em processo, de matérias-primas e de produtos acabados, o que acaba proporcionando uma maior circulação do capital.

Na opinião de Ghinato (1996), através do JIT é possível identificar, localizar e eliminar as perdas, de modo a garantir um fluxo ininterrupto de produção.

Segundo Antunes Júnior (1995), o princípio fundamental da produção JIT orienta para o aumento da flexibilidade e da capacidade competitiva da organização, por meio da flexibilização dos processos produtivos, considerando o fato de que a

empresa tem a necessidade de adequar suas estruturas de produção a uma demanda cada vez mais diversificada e localizada.

Tal flexibilidade requer a realização de algumas ações, tais como: reduzir os lotes de fabricação e do tempo de preparo de ferramentas; estabilizar e nivelar as linhas de produção, visando à diminuição do tempo do ciclo produtivo (*lead-time*); padroniza as atividades desenvolvidas; polivalência dos operários (MOURA JR., 1996).

Ohno (1997) afirma que, conforme o JIT, em um processo de fluxo, os componentes corretos necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária. Quando uma organização estabelece esse fluxo integralmente, ela pode chegar ao estoque zero. Do ponto de vista da produção, esse é um estado ideal.

Outro princípio determina que métodos de trabalho e os processos produtivos sejam, o máximo possível, simplificados (simplicidade de métodos e processos). A simplificação dos métodos, processos e produtos proporcionam condições para que uma produção correta, com o mínimo gasto de recursos, padronizando e sincronizando suas atividades. Ao atender a esse princípio, é possível reduzir os seguintes elementos: o número de componentes no produto, simplificando a produção e reduzindo os custos; o número de fases no fluxo do processo; o número de componentes em dispositivos e ferramental usados nos processos de fabricação para agilizar todo o processo (MOURA JR., 1996).

Ainda conforme Moura Júnior (1996), há o princípio de qualidade total da produção, que na filosofia JIT é o mais amplo possível, de modo que ao criar o projeto dos produtos os engenheiros devem estabelecer o processo produtivo de forma a atender os padrões aceitáveis de qualidade. Quanto à produção, os empenhos são centralizados na eliminação de todas as fontes de defeitos nos processos de fabricação que possam surgir e, conseqüentemente, dos produtos obtidos nestes processos.

Neste sentido, considera-se que a importância do JIT na construção civil, especificamente no revestimento externo de estruturas verticais, encontra-se na orientação para um planejamento direcionado à minimização de desperdícios, na medida em que promoverá a execução das atividades em conformidade com o que foi planejado, evitando-se, assim, perdas, as quais são abordadas no próximo item deste estudo.

2.1.2 Autonomiação

O conceito de autonomiação, que não deve ser confundido com automação ou automatização, é atribuído às idéias e práticas de Toyoda Sakichi³, a exemplo de sua invenção de um tear equipado com dispositivos que cessavam a máquina se ocorressem problemas na alimentação dos fios. Quando essas idéias foram aplicadas às máquinas na *Toyota Company*, surgiu o conceito da autonomiação, originalmente denominado de *jidoka*. (GHINATO, 1996).

Conforme Müller (2005), autonomiação significa proporcionar ao operador, ou à máquina, a autonomia de descontinuar a operação em situações consideradas anormais ou quando a quantidade planejada de produção for atingida. Pode ser aplicada em operações manuais, mecanizadas ou automatizadas.

O surgimento do conceito de autonomiação é creditado a Ohno quando indagou por que uma operária na Toyota Motor Company operava apenas um tear, enquanto na Toyota Spinning & Weaving uma única operária cuidava de 40 a 50 teares automatizados. Assim, originou-se a idéia de desenvolver teoricamente a prática começada por Toyoda Sakichi na Toyota têxtil (MÜLLER, 2005).

Segundo Monden (1984), a finalidade da autonomiação no STP é buscar 'qualidade assegurada', a qual admite a parada da linha quando identificadas peças defeituosas e, conseqüentemente, correção da irregularidade. Ainda conforme o autor, a autonomiação consiste em uma intervenção que valoriza o desempenho do operário, bem como estimula o emprego de melhorias, tendo como ferramenta útil para sua implantação, o *Poka-Yoke*.

Para que as ações corretivas sejam devidamente orientadas, é necessário um sistema de controle visual de linha – denominado *Andon* – que indique as paradas, o que se realiza utilizando “um painel luminoso em cada linha, fixado em posição de visibilidade total, com lâmpadas de indicação da condição da linha e de chamada de assistência, acionado por qualquer operador da linha” (MÜLLER, 2005, p. 11).

Assim sendo, também segundo Müller (2005), é possível que um funcionário opere várias máquinas (operador multifuncional), o que flexibiliza a mão-

³ Toyoda Sakichi, pai de Toyoda Kiichiro, foi o fabricante da primeira máquina de fiar automática no Japão, em 1924 e, dois anos depois, fundador da *Toyoda Automatic Loom Works*.

de-obra nas células de trabalho (*Shojinka*), possibilitando a redução da força de trabalho (*Shoninka*), melhorando a qualidade (menor produção de defeitos) e, conseqüentemente, a eficiência da produção. Portanto, a autonomia resulta em transformações no gerenciamento do chão-de-fábrica, pois o operador só é necessário parar por alguma anormalidade.

O mesmo ocorre no âmbito da construção civil quando, por exemplo, na estrutura vertical de um edifício, é verificada uma anormalidade na forma de concreto, impedindo a continuação do processo. De tal modo, o operário tem autonomia para parar a sequência da construção, que prosseguirá quando a falha for corrigida.

2.2 Perdas no STP

A idéia de perdas estabelecida nas indústrias no início do século XX considerava fundamentalmente o desperdício de materiais que, no ponto de vista de Taylor, tratava-se de problemas que afetavam a eficiência nas indústrias norte-americanas (ANTUNES JÚNIOR, 1995).

Perda, na definição de Shingo (1996), é qualquer atividade que não contribui para as operações, tais como espera, acumulação de peças semi-processadas, recarregamentos, passagem de materiais de mão em mão etc.

Já no setor da construção civil, perda é definida por Santos et al. (1996) como sendo a plena falta de aproveitamento da capacidade da potencialidade nos processos de edificação. Essa definição mostra a carência das empresas no que diz respeito ao aproveitamento de materiais, ou seja, não é feita reciclagem, os entulhos acumulam e trazem problemas ambientais e, a cada momento, novos desperdícios surgem trazendo à construção civil um dos maiores setores de perdas de materiais.

No entendimento de Taylor (apud MÜLLER, 2005), as perdas estão relacionadas a algumas causas fundamentais, entre elas:

- A falta de uma visão gerencial por parte do capital, relativamente a questão do treinamento e da formação das pessoas e da forma de organizá-las segundo a ótica do capital;
- A deficiente visão sistemática da organização da produção.

Conforme Ohno (1997), as sete grandes perdas a serem perseguidas no STP são as seguintes:

- 1 - Perdas por superprodução
- 2 - Perdas por transporte
- 3 - Perdas no processamento em si
- 4 - Perdas por fabricar produtos defeituosos
- 5 - Perdas no movimento
- 6 - Perdas por espera
- 7 - Perdas por estoque

2.2.1 Perdas por superprodução

De acordo com Shingo (1996), as perdas por superprodução são aquelas atribuídas à produção que ultrapassa as necessidades consideradas em determinado processo produtivo, ou à produção antecipada (antes da hora) de certo produto.

Existem perdas por superprodução de naturezas distintas: superprodução quantitativa, ou seja, referente à quantidade produzida além do necessário e superprodução por antecipação, que diz respeito a fazer o produto antes que ele seja necessário. Neste sentido, antecipa-se às necessidades dos estágios subseqüentes da produção e do consumo. A superprodução quantitativa é exemplificada por Shingo (1996), do seguinte modo: ao prevenir a falta de um produto – elaborado para exportação e, portanto, com reduzido tempo de atravessamento até sua expedição –, considerando-se possíveis defeitos, uma empresa produz cem peças além da quantidade de pedidos. Caso não ocorram tantos defeitos quanto àqueles supostos, a produção excedente será desperdiçada.

Quanto à superprodução antecipada, é ilustrada por Shingo (1996, p. 103), nos seguintes termos: “se 5.000 peças são encomendadas com entrega para o dia 20 de dezembro, mas foram produzidas até o dia 15 do mesmo mês, esta caracteriza a superprodução antecipada”. Este tipo de perda, ainda conforme o autor, é eliminada pela produção *just-in-time*. Comparando-se aos demais tipos de perda, a perda por superprodução é considerada a mais prejudicial, pois, além de ser a mais difícil de ser eliminada devido ao maior dos desperdícios na produção, ela

oculta outros tipos de perdas, dentre eles: perda por produto defeituoso, perda por espera e perda por movimentação. (GHINATO, 1996). Neste mesmo sentido, Ohno (1997) menciona que a perda por superprodução é o pior inimigo do processo produtivo, de modo que, conforme a filosofia JIT, nada deve ser produzido além do necessário no momento, para que não sejam formados estoques.

2.2.2 Perdas por transporte

A perda por transporte está relacionada diretamente com todas as atividades de movimentação de materiais que geram custos e não adicionam valor.. As atividades de transporte e movimentação são consideradas desperdícios de tempo e de recursos, que devem ser eliminadas ou reduzidas ao máximo, analisando a perspectiva do custo-benefício para cada organização. O transporte de materiais é um custo que não agrega valor ao produto. Todo transporte deve ser controlado e o tempo de transporte de material deve ser eficiente (SHINGO, 1996).

2.2.3 Perdas no processamento em si

As perdas no processamento em si consistem na execução de atividades de processamento desnecessárias para que o produto adquira as características solicitadas pelos clientes. Nas palavras de Ghinato (1996, p. 57), essas perdas “São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características ou funções básicas do produto/serviço”. Neste sentido, considerando a necessidade de otimização do processamento, Ghinato (1996) compartilha com Shingo da idéia de recomendar a utilização de Técnicas de Análise de Valor e Engenharia de Valor (AV/EV)⁴.

⁴ A técnica de Análise de Valores / Engenharia de Valores (AV/EV) é um esforço organizado para atingir o valor ótimo de um produto, sistema ou serviço, promovendo as funções necessárias ao menor custo. Seu surgimento está ligado a pesquisa de novos materiais, de mais baixo custo e mais fácil obtenção, substituindo os materiais escassos devido a II Guerra Mundial. Esta pesquisa ocorreu na General Eletric nos EUA, sendo a técnica de AV/EV formalizada por Lawrence D. Miles em 1947. A análise do valor (AV) é utilizada para produtos já existentes, em fase de produção. A engenharia do valor (EV) é utilizada para projetos e produtos na fase de desenvolvimento. A AV/EV aplica-se portanto em todas as fases do ciclo do produto. Melhores resultados são obtidos quando a metodologia é aplicada aos novos produtos já na fase introdutória, onde os custos de mudanças implementadas são menores e o potencial dos resultados é bastante alto (CSILLAG, 1991).

2.2.4 Perdas por fabricação de produtos defeituosos

Segundo a *American Society for Quality Control*⁵ (ASQC, 1983 apud GHINATO, 1996), quando produtos apresentam qualquer característica de qualidade que não estejam em conformidade com um padrão estabelecido e, desse modo, que não satisfazem a requisitos de uso, ocorre perda por fabricação de produtos defeituosos.

Também conforme Ghinato (1996), quando produtos defeituosos circulam ao longo do fluxo de produção é possível que sejam geradas perdas por espera, perdas por transporte, perdas por movimentação, perdas por estoque e outras perdas secundárias. De todas as sete perdas consideradas pelo STP, a perda por fabricação de produtos defeituosos é a mais comum e visível, o que se deve, provavelmente, ao fato de que o próprio produto/serviço revela os indícios de defeitos, acarretando em retrabalho e eventual sucateamento. Por ser mais visível em relação às demais perdas, esse tipo garante a rápida eliminação de perdas. (GHINATO, 1996).

Neste sentido, a filosofia JIT orienta que no processo produtivo deve haver prevenção da ocorrência dos defeitos, os quais não devem ser gerados, tampouco aceitos.

2.2.5 Perdas por movimentação

As perdas por movimentação estão relacionadas à movimentação de material, que consistem em um subsistema incumbido do controle e normalização das atividades de recebimento, fornecimento, devoluções, transferências de materiais e quaisquer outros tipos de movimentações de entrada e de saída de material.

Segundo Ghinato (1996), perdas por movimentação são aquelas decorrentes de movimentos desnecessários, ou ineficientes, realizados pelo trabalhador durante a execução de suas atividades no local de trabalho. Desse modo, quando a movimentação de material ultrapassa os valores

⁵ Sociedade Americana para o Controle da Qualidade (Tradução livre).

quantidade/trabalhador/dia, o excedente configura perda, a qual pode ser atribuída a um *layout* inadequado ou a falta de um *layout*.

Para que as perdas por movimentação sejam minimizadas, é necessário registrar os materiais transportados, a quantidade, o potencial de transporte e a perda calculada (GHINATO, 1996).

Neste mesmo sentido, Saurin (1997) considera necessário desenvolver um planejamento e gerenciamento do sistema de movimentação, tendo em vista que disto depende diretamente a produtividade e, por decorrência, o índice de desperdício de materiais e de mão-de-obra.

2.2.6 Perdas por espera

Nas perdas por espera, nenhum processo ou operação é realizado, de modo que o produto e/ou o serviço esperam para seguir o processo. (SHINGO, 1996).

É possível distinguir três tipos básicos de perdas por espera: a espera do operador pela máquina, geralmente quando a máquina está em funcionamento; a quebra de equipamento; e a espera das máquinas, que pode ter como fatores: falta ou atraso de matéria-prima, desbalanceamento da produção e tempo de instalação (*set up*) (SHINGO, 1996).

De acordo com Corrêa e Giansi (1996), a sincronização do fluxo de trabalho e o balanceamento das linhas de produção contribuem para a eliminação desse tipo de desperdício. Através das observações instantâneas é possível identificar os tempos improdutivos dos equipamentos e da mão-de-obra (por falta de material) e calcular o valor perdido associado há esses tempos.

Desse modo, a perda por espera é caracterizada pelo desperdício com o tempo de espera, que decorre de um intervalo de tempo em que não é executado nenhum processamento, transporte ou inspeção.

2.2.7 Perdas por estoque

Reflete a existência de estoques elevados de matéria-prima, material em processo e produtos ou serviços acabados, com elevados custos financeiros, pela programação inadequada dos serviços, da compra de materiais, ou da falta de

cuidados na armazenagem dos materiais. Este tipo de perda oculta a existência de outras perdas daquelas consideradas pelo STP, além de investimento e espaço.

Para Ghinato (2006), esse tipo de perda esconde outros tipos de perdas como a superprodução, a perda por espera, perda por transporte. Para exemplificar essa perda, observa-se que a estocagem de areia feita a céu aberto, fora de caixas e sobre o próprio terreno pode acarretar a perda do material.

Neste sentido, observa-se a importância do método Primeiro a Entrar, Primeiro a Sair (PEPS), originalmente método *First In, First Out* (FIFO), que consiste numa metodologia de avaliação de estoques. Essa avaliação é realizada a partir da ordem cronológica de entradas, de forma que sai o material que primeiro agregou o estoque, sendo substituído pela mesma ordem cronológica em que foi recebido, devendo seu custo real ser aplicado. Desse modo, as entradas e saídas de materiais são gerenciadas através do controle em Fichas de Estoque, contribuindo para a redução da incidência de produtos vencidos ou danificados (PASSOS, 2009).

2.3 Construção Civil

Atualmente, as construtoras, no Brasil, devem atender às condições estabelecidas pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), que consiste em uma proposta dos requisitos complementares do sistema de qualificação de empresas de serviços e obras (SIQ), para o subsetor de edificações.

Assim sendo, a meta do PBQP-H é organizar o setor da construção civil em torno de duas questões principais: a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva. A busca por esses objetivos envolve um conjunto de ações, destacando-se: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos

No PBQP-H, a validação de processos consiste em garantir aqueles processos que não podem ser inspecionados ou testados logo após a sua execução. Tomando como exemplo a fabricação de uma cadeira, observa-se que, logo após a sua produção é possível verificar se as dimensões estão corretas, ao contrário os

processos especiais, a exemplo de argamassa, que requer um tempo de cura para secagem. Assim, logo após a execução da argamassa, não é possível verificar a espessura da camada, então é necessário garantir que quem executa o processo é qualificado, bem como os parâmetros do processo estão definidos e são controlados.

Conforme os requisitos complementares do sistema de qualificação de empresas de serviços e obras (SIQ), para o subsetor de edificações, 25 serviços são controlados, dentre os quais, o item 11 assinala a “execução de revestimento externo”. Quanto aos materiais, ainda de acordo com tais requisitos, cumpre à empresa construtora elaborar uma lista mínima de materiais que afetem tanto a qualidade dos seus serviços de execução controlados, quanto a da obra, e que devem ser controlados. Esta lista deve ser representativa dos sistemas construtivos por ela utilizados e dela deverão constar, no mínimo, 20 materiais. Assim, em qualquer nível, a empresa deve garantir que sejam também controlados todos os materiais que tenham a inspeção exigida pelo cliente, como também todos aqueles que considerou críticos em função de exigências feitas pelo cliente quanto ao controle de outros serviços de execução.

Há também o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), uma ferramenta que traz padronização de processos e controle sobre os mesmos, bem como viabiliza medir a eficiência e verificar a eficácia das ações tomadas, com foco específico na satisfação do cliente e na melhoria contínua dos processos.

Realizando-se, desse modo, um controle de serviços e materiais na construção civil, concorre-se para redução e eliminação de perdas, constatando-se, portanto, a relação com a proposta do STP.

2.3.1 Processo de revestimento em fachadas

O revestimento externo em estruturas verticais é utilizado em todos os edifícios. Assim, sua importância é caracterizada tanto pelo uso intenso, quanto por desempenhar importantes funções estéticas e de proteção do edifício. O processo de revestimento externo em estruturas verticais tem que apresentar soluções adequadas para vários subsistemas do edifício.

Muitos pontos podem ser considerados críticos na análise do desempenho do revestimento vertical e essas análises devem ser baseadas em toda

obra, pois, quanto maior o conhecimento das partes que serão revestidas, melhores serão os resultados, a exemplo do aumento na produtividade.

Conforme a NBR 13529 (ABNT, 1995), os revestimentos consistem em cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas, superpostas de argamassa, apta a receber revestimento decorativo ou constituir-se de um acabamento final. Em todos os prédios, edifícios e outros empreendimentos, deve ser feito um planejamento de todos os materiais que devem ser utilizados para revestir, bem como é importante buscar melhorar a mão-de-obra e aumentar a produtividade.

Conforme Duailibe; Cavani e Oliveira (2005), os revestimentos de fachada têm sido cada vez mais utilizados no Brasil, principalmente nas regiões litorâneas, não apenas em virtude de ser bastante atrativo, mas também pela baixa manutenção exigida e pelo padrão de acabamento reconferido à edificação.

Considerando os empreendimentos no Nordeste, verifica-se que é cada vez maior o número de prédios com fachadas verticais moldadas com revestimentos em cerâmica. Essa prática tem ocorrido devido à qualidade, bem como à facilidade de manutenção com o passar do tempo e à valorização de natureza cultural aos edifícios revestidos. Observando a beleza e a versatilidade das placas de revestimentos, nota-se uma valorização a qualquer tipo de ambiente, proporcionando vantagens em relação aos papéis de parede e carpetes, pois não oferecem problemas de durabilidade, descascamento, manchas ou desgaste, e em fachadas são mais resistentes que qualquer tipo de pintura.

De acordo com a NBR 13816 (ABNT, 1997), as placas para revestimento compõem-se de material constituído de argila e de outras matérias-primas inorgânicas, na maioria das vezes empregadas para revestir pisos e paredes, podendo ser conformadas por extrusão (processo pelo qual a argila ou outra matéria-prima é injetada no molde da cerâmica) ou por prensagem (processo pelo qual o material é prensado).

Toda produção dos revestimentos é realizada com produtos de qualidade, garantindo durabilidade depois de serem inseridos na obra. Esse método de revestir se torna importante porque garante economia e sua participação no mercado ocupa uma posição de destaque na construção civil. Os revestimentos verticais com cerâmica, juntamente com as pinturas, são a preferência do mercado consumidor em praticamente todos os segmentos imobiliários e todas as regiões do país.

2.3.2 O uso da argamassa nos revestimentos

Ao recorrer à argamassa há mais de 8.000 anos, o homem protegia e reforçava as suas construções (na montagem de paredes e muros, revestimento de paredes e pavimentos) com revestimentos de superfícies e, algum tempo depois, passou a utilizá-la para melhorar a fixação entre pedras. Inicialmente, empregava-se o barro, em sua forma natural, passando, em seguida, a misturá-lo com fibras vegetais e palha, buscando torná-la mais resistente. (MARTINS; ASSUNÇÃO, 2004).

As principais características da argamassa são compacidade, aderência, resistência mecânica, resistência à compressão, capacidade de absorver deformidades (flexibilidade), permeabilidade ao vapor de água e impermeabilidade à água. (MARTINS; ASSUNÇÃO, 2004).

Argamassa é definida, genericamente, como sendo

[...] uma pedra artificial que resulta da mistura homogênea de um agente ligante com uma carga de agregados e água (refira-se que também se designa, usualmente, os agregados por inertes, sendo equivalentes nomenclaturas). O ligante é normalmente e na actualidade, de natureza hidráulica, e os agregados/inertes areia silicosa (MARTINS; ASSUNÇÃO, 2004, p. 1).

Desse modo, chama-se argamassa à mistura feita com pelo menos um aglomerante, agregados miúdos e água. O agregado mais comum é a areia, embora possa ser utilizado o pó de pedra. As argamassas para revestimentos são encontradas em paredes e tetos.

Vale ressaltar que, atualmente, a aplicação do chapisco e da argamassa podem ser executados por projetor. Trata-se de uma máquina de êmbolos ou rotativa que por compressão de ar e o trabalho de um pulmão, é direcionado a aplicadores através de engates rápidos e de mangueiras. Quando o revestimento deve ser executado em alturas que exigem maior deslocamento vertical do operário, portanto acima do térreo, o projetor disponibiliza um pulmão secundário, estrategicamente locado no andar que estiver em construção, recebendo ar do compressor no térreo e distribuindo para as pistolas-canecas nos balancins. Essas duas máquinas são ilustradas nas Figuras 1 e 2.



Figura 1 – Compressor com pulmão
Fonte: ANVI (2009)



Figura 2 – Pulmão secundário
Fonte: ANVI (2009)

Os aplicadores, denominados de pistolas-canecas, encontram-se ilustrados nas Figuras 3 e 4.

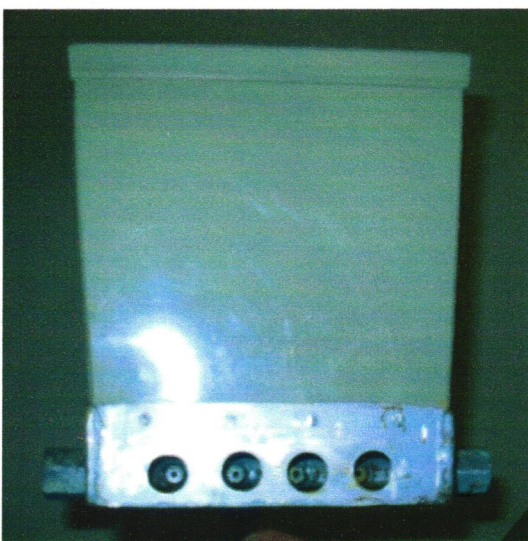


Figura 3 – Vista frontal da pistola-caneca
Fonte: ANVI (2009)

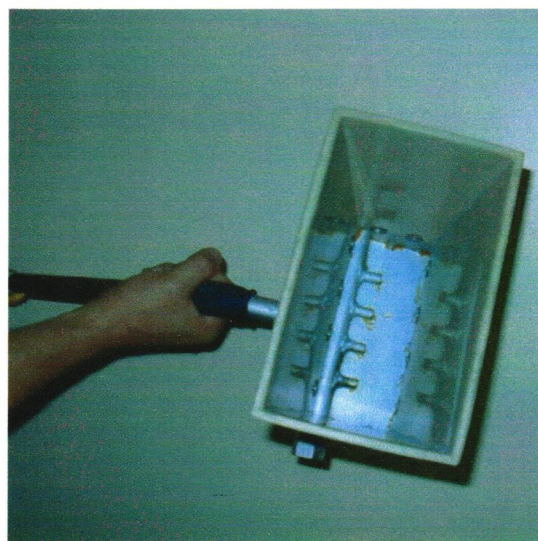


Figura 4 – Interior da pistola-caneca
Fonte: ANVI (2009)

A Figura 5 ilustra a utilização do projetor de argamassa, que traz os seguintes benefícios: postura adequada do trabalhador (ergonomia), bem como da redução na perda de material, aumento na produtividade com redução do tempo de aplicação, quando comparado ao processo de aplicação convencional.



Figura 5 – Aplicação de argamassa
Fonte: ANVI (2009)

A NBR 13281 (ABNT, 1995) classifica as argamassas industrializadas conforme as características mostradas no Quadro 1:

Característica	Método de ensaio	Identificação
Capacidade de Retenção de Água	NBR 13277	Normal / Alta
Teor de Ar Incorporado (%)	NBR 13278	A B C
Resistência à compressão aos 28 dias (Mpa)	NBR 13279	I II III

Quadro 1 – Classificação das argamassas industrializadas
Fonte: Adaptado de Pedro et al. (2002).

Semelhante ao concreto, as argamassas se apresentam em estado plástico nas primeiras horas de confecção e, na medida em que endurecem, se tornam mais resistentes e duráveis.

As argamassas são empregadas com as seguintes finalidades: assentar tijolos e blocos, azulejos, ladrilhos, cerâmicas e tacos de madeira; impermeabilizar superfícies; regularizar (tapar buracos, eliminar ondulações, nivelar e aprumar) paredes, pisos e tetos; dar acabamento às superfícies (lisa, áspera, rugosa, texturizada, etc.). (GOEDERT; MORASCO; ZANETTE, 2009).

O revestimento de argamassa pode ser dividido nas seguintes partes: revestimento básico; almofadas (partes em alto relevo) e molduras (adornos feitos com argamassa). Quanto mais simples a superfície do revestimento, mais fácil será a execução.

Desse modo argamassas variam de acordo com a finalidade a qual se destina, de forma que pode ser mais, ou menos, resistente, dependendo do local onde será aplicada, sendo uma para assentamento de tijolos de alvenaria, cerâmicas e azulejos, e outra para revestimento interno e externo de paredes e tetos. Para que a argamassa não perca suas propriedades, é imprescindível que seja dosada a quantidade de água, cimento e areia, o que permite uma melhor aplicação, bem como garante a resistência necessária conforme o uso a que se designa.

2.3.3 Durabilidade dos revestimentos de fachada

Tomando como base a E632-82 (*American Society For Testing And Materials* – ASTM, 1996), entende-se durabilidade como sendo a capacidade de um produto, componente, montagem ou construção de manter-se em serviço ou em utilização, ou seja, capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetado durante um determinado período de tempo.

Analisando-se a definição adotada nota-se que a durabilidade pode ser expressa em tempo de vida (anos) ou em função da capacidade de resistência a agentes que normalmente afetam o desempenho durante a vida.

Esses fatores podem ser separados em cinco diferentes naturezas: fator atmosférico, biológico, de carga, de incompatibilidade e de uso, cujas características de cada um, ainda de acordo com a E632-82 (ASTM, 1996, apud SILVA, 2008, p. 83), são as seguintes:

- Fatores atmosféricos: são “todos os grupos de fatores associados com o ambiente natural, incluindo radiação, temperatura, chuva e outras formas de água, gelo, degelo, constituintes normais do ar e seus poluentes e vento”. A variação desses fatores ocorre de acordo com os ciclos atmosféricos (diário e anual) e também conforme a localização geográfica da construção. Dentre esses fatores, convém destacar a

temperatura, que pode causar alterações nos materiais – componentes ou partes da edificação –, seja de natureza física (p. ex., variação dimensional: dilatação ou contração, que podem ocasionar deformações ou rupturas) ou química (neste caso, a temperatura atua como catalisadora de reações químicas) (SILVA, 2008).

- Fatores biológicos: “os fungos são os mais importantes agentes biológicos, sendo que, nos revestimentos de fachada de edifícios eles atuam, principalmente, prejudicando a aparência” (JOHN, 1987, apud SILVA, 2008, p. 84). A presença dos fungos nos revestimentos de fachada é favorecida por algumas condições ambientais e nutricionais.
- Fatores de carga: os fatores de carga nos revestimentos de fachada de edifícios são representados, principalmente, pela ação física da água (chuva, granizo e neve), ação física do vento e, sobretudo, pela combinação da ação do vento e da água.
- Fatores de carga: nos revestimentos de fachada de edifícios, esses fatores são expressos, “principalmente, pela ação física da água (chuva, granizo e neve), ação física do vento e, principalmente, pela combinação da ação do vento e da água”. (SILVA, 2008, p. 84).
- Fatores de incompatibilidade: dizem respeito a alguma incompatibilidade química ou física. Nos revestimentos de fachada de edifícios, a incompatibilidade química é atribuída, sobretudo, à “adição de materiais que reagem entre si formando um material com propriedades não desejáveis, por exemplo, adição de gesso na argamassa de revestimento”. Quanto à incompatibilidade física, ocorre, essencialmente, “com a utilização de revestimentos que proporcionam cargas insustentáveis à base ao substrato”. (SILVA, 2008, p. 85).
- Fatores de uso: os fatores de uso são determinados pela influência direta dos usuários sobre os materiais e componentes da edificação – projeto, execução e uso, operação e manutenção (SILVA, 2008, p. 85).

Todos esses fatores apresentados têm grande importância para a construção civil, pois quando são utilizados nos revestimentos verticais, é preciso preparar materiais que proteja a obra, quando uma empresa não realiza prevenção a

esses fatores apresentados, vários gastos surgem como, manchas em fachada, placas caem, ocorre desgaste de massas entre outras consequências prejudiciais as obras.

2.3.4 Composição do sistema de revestimento

A composição de sistema de revestimento é definida por diversas atividades na construção civil, são conhecidas como etapas da construção que tem como objetivo revestir de forma segura e coesa. Na face externa das edificações de alvenaria de vedação e estrutura de concreto armado utilizam-se revestimentos de fachada com argamassa. Desse modo, são funções do revestimento: tornar a fachada estanque em relação à água de chuva; melhorar o conforto térmico e regularizar a base para a aplicação de revestimento complementar.

Nos revestimentos as argamassas são elaboradas, geralmente, com areias mais finas, servindo para dar um acabamento, onde o mais comum é fazer três camadas: chapisco, emboço e reboco. A Figura 6 mostra alguns componentes de um sistema de revestimento.

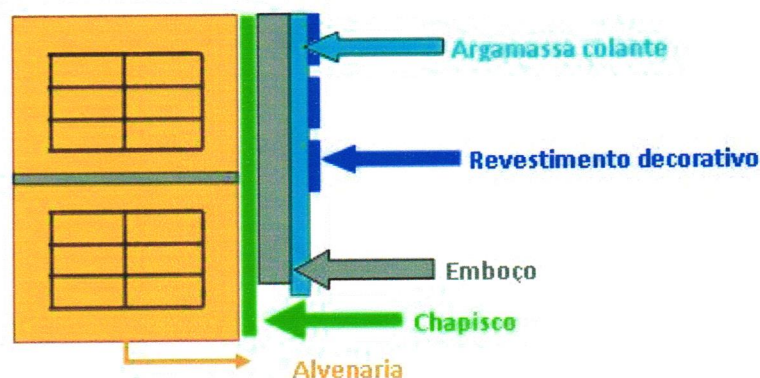


Figura 6 – Composição do sistema de revestimento
Fonte: Pedro et al. (2002)

No Quadro 2 constam as camadas e respectivos materiais que compõem um sistema de revestimento. Trata-se de materiais que são controlados pelo Sistema da Qualidade na construção civil, conforme o PBQO-H (ISO 9001), e que, portanto, necessitam de controle operacional, o qual é realizado através de inspeção.

DENOMINAÇÃO DA CAMADA	MATERIAIS CONSTITUINTES
SUBSTRATO OU BASE	Concreto armado Alvenaria de blocos cerâmicos Alvenaria de blocos de concreto Alvenaria de blocos de concreto celular Alvenaria de blocos sílico-calcários
CHAPISCO	Argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos (chapisco)
EMBOÇO	Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos químicos
ARGAMASSA	Argamassa adesiva à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos
CERÂMICA JUNTAS REJUNTAMENTOS	Placa cerâmica e argamassa de rejunte a base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos

Quadro 2 – Composição do sistema de revestimento

Fonte: Pedro et al. (2002).

2.3.4.1 substrato ou base

Substrato ou base é o componente de sustentação dos revestimentos de fachadas, geralmente formado por elementos de alvenaria/estrutura (PEDRO et al., 2002), conforme ilustrado na Figura 7 (estrutura do prédio) e na Figura 8 (fechamento com alvenaria).



Figura 7 – Estrutura de concreto armado
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)



Figura 8 – Alvenaria executada
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

Assim sendo, substrato ou base é uma das camadas que compõem o sistema de revestimento, que, nos revestimentos internos e externos, pode constituído de alvenaria de blocos cerâmicos ou de alvenaria de blocos de concreto.

2.3.4.2 chapisco

Chapisco é a camada de revestimento aplicada diretamente sobre a base com a finalidade de uniformizar a absorção da superfície e melhorar a aderência da camada subsequente (PEDRO et al., 2002). A Figura 9 ilustra o chapisco aplicado na fachada de um prédio.

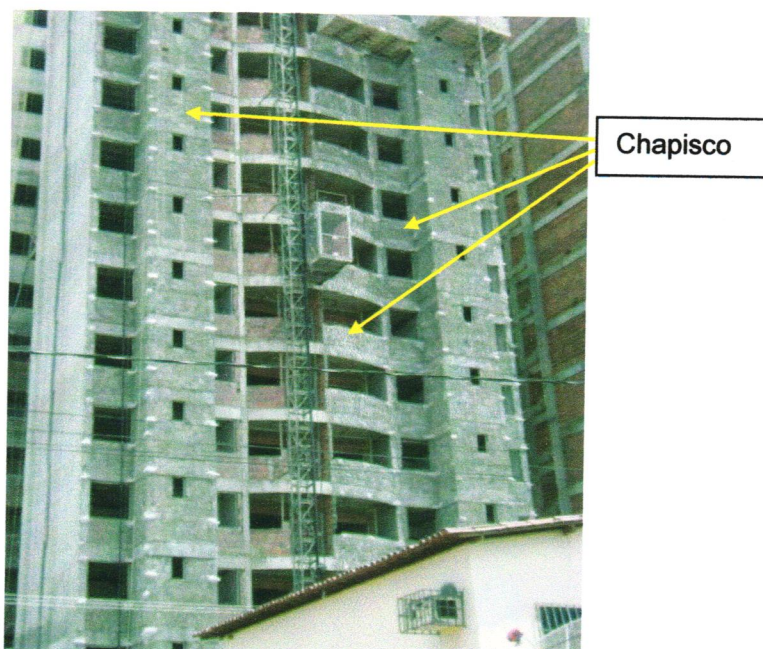


Figura 9 – Chapisco aplicado
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

Segundo Fiorito (2003, p. 134), os passos para a colocação do chapisco são os seguintes:

Molhar razoavelmente toda superfície do paramento da alvenaria, qualquer que seja a natureza dos materiais que a constituem.
Preparar argamassa 1:3 de cimento e areia grossa.
Chapar a argamassa do chapisco com energia cobrindo todo o paramento, quando ainda úmido, com fina camada desta argamassa de cerca de 5 mm (praticamente o tamanho do agregado).

A intenção é obter uma superfície o mais irregular possível e com ancoragens mecânicas suficientes para perfeita aderência da camada seguinte.

Aguardar o endurecimento e resistência mecânica do chapisco.

2.3.4.3 prumo da superfície

Conforme Fiorito (2003, p. 134), se a espessura tiver de 20 a 25 mm, executa-se a camada de emboço, descrita no próximo item. Todavia, apresentando uma espessura maior, torna-se necessário aplicar uma camada de enchimento denominada de regularização. É preciso auferir o prumo da superfície e estabelecer a espessura necessária da argamassa da camada posterior ao chapisco.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) indica o traço 1:2:9 de cimento, cal hidratada e areia média úmida para essa argamassa, que deve ser chapada com energia sobre o chapisco e, depois, sarrafeada, deixando um acabamento áspero para receber uma pasta de cimento e o emboço. Em seguida, deve-se aguardar no mínimo sete dias para a cura, lembrando que é este o prazo para ocorrer de 60% a 80% da retração da argamassa.

Caso execute-se a próxima camada antes deste prazo, equivaleria à execução das duas camadas simultaneamente, o que implicaria espessura maior do que a recomendada e consequente efeito indesejável de sua retração. Nos casos em que há várias camadas de enchimento, cada uma delas deverá ter a espessura de 20 a 25 mm, idade mínima de sete dias e a emenda será sempre feita com pasta de cimento (FIORITO, 2003).

2.3.4.4 emboço

Chama-se de emboço a camada de revestimento executada para cobrir e regularizar a superfície da base ou chapisco, propiciando uma superfície que permita receber outra camada de reboco ou de revestimento decorativo, ou mesmo se constitua no acabamento final.

O emboço, ilustrado na Figura 10, é um fenômeno essencialmente mecânico devido, basicamente, à penetração da pasta aglomerante ou da própria argamassa nos poros ou entre as rugosidades da base de aplicação.

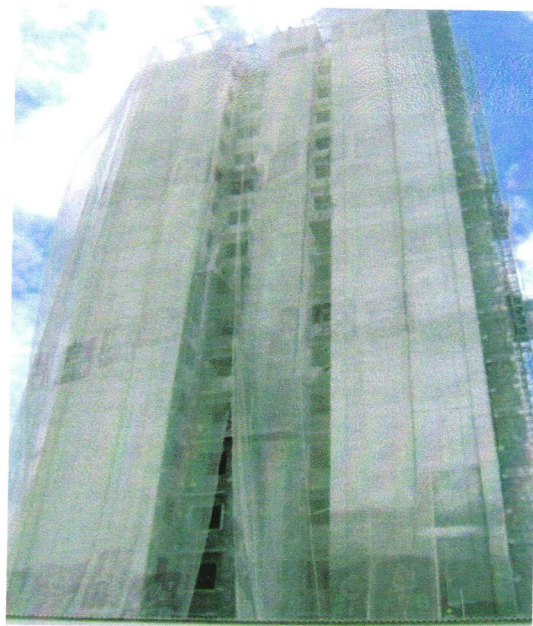


Figura 10 – Emboço aplicado

Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

Conforme Fiorito (2003), emboço é a camada de argamassa utilizada quando falta de 20 a 25 mm para alcançar o plano ideal, o qual é feito por um traço de cimento, cal hidratada e areia média úmida na proporção 1:2:9 ou, de acordo com o *Tile Council of North America, Inc.*⁶, de 1:0,5:5 ou 1:1:7.

Em seguida, a argamassa deve ser chapada sobre a superfície da camada de regularização anterior, ação esta que exige considerável vigor do operário. Depois disto seguem-se as etapas chamadas sarrafeamento e desempenamento, concluindo o emboço, que, ainda fresco receberá a camada de pasta de cimento descrita a seguir (FIORITO, 2003).

2.3.4.5 placas cerâmicas para revestimento

Materiais cerâmicos, também denominados apenas de cerâmicas, compreendem todos os materiais de emprego em engenharia (materiais de construção de engenharia) ou produtos químicos inorgânicos, com exceção dos metais e suas ligas, que são obtidos, geralmente, pelo tratamento em temperaturas elevadas. De acordo com a norma NBR 13816 (ABNT, 1997), placas cerâmicas para

⁶ O Conselho de Azulejos da América do Norte, Inc. é uma associação internacional dedicada à expansão do mercado de revestimentos cerâmicos fabricados na América do Norte.

revestimento são definidas como sendo material composto de argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizadas para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por extrusão ou por prensagem, podendo também ser conformadas por outros processos. Após secagem e queima a temperatura de sinterização, na qual começa a formação de fases vítreas, adquirem propriedades físicas, mecânicas e químicas, superiores às dos produtos de cerâmica vermelha. A Figura 11 ilustra um prédio revestido com placas de cerâmica.

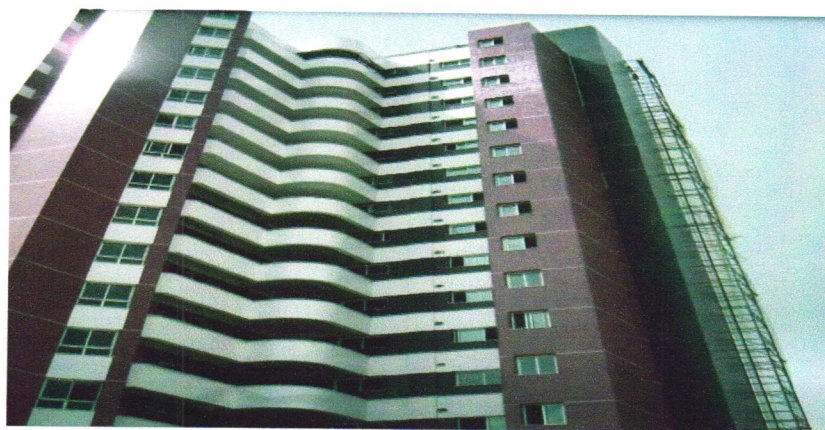


Figura 11 – Fachada de prédio revestida com placas de cerâmica
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

2.4 Estudos sobre Perdas na Construção Civil

Com o objetivo de investigar a incidência e as causas das perdas na construção civil, têm sido realizados alguns estudos em canteiros de obras no Brasil. O pioneirismo é atribuído à pesquisa realizada por Pinto (1989), em apenas uma obra. Os dados foram obtidos depois da conclusão desta, através de documentos disponibilizados pela construtora (projetos executivos e notas fiscais de quantificação de materiais). Os resultados indicaram perdas de materiais constatadas nos serviços de execução da estrutura, vedação e revestimento.

2.4.1 As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle

Neste estudo, realizado por Soibelman (1993), o objetivo foi analisar a incidência de perdas de alguns materiais – aço, cimento, areia média, concreto

usinado, argamassa regular, bloco e tijolo maciço – empregados nas construções de empreendimentos, com quantificação e análise das principais causas de ocorrências dessas perdas, propondo a implementação de sistemas de controle dessas perdas em empresas construtoras.

Ao analisar as causas das perdas, o pesquisador considerou o momento de ocorrência, dando ênfase às perdas originadas no recebimento, na estocagem, no transporte interno e na produção propriamente dita.

Apesar de não consistir particularmente em um estudo sobre o processo de execução de revestimentos, trouxe significativas contribuições para análise das perdas de materiais utilizados nesse processo. Os materiais considerados no estudo são utilizados na maioria das obras no Brasil.

Soibelman (1993) registrou em planilhas de medições os seguintes dados: serviços executados, quantidades de materiais estocados, dados do canteiro de obras e de recebimento, descarregamento, transporte, estocagem e manuseio de materiais e de controle de consumo de materiais para execução de serviços de estrutura, alvenaria e revestimento interno e externo de argamassa. Com base nesses registros, foi calculada a incidência das perdas dos materiais utilizados, tendo como produto, indicadores de perdas.

O autor apresentou as seguintes conclusões: as perdas de materiais são efetivamente maiores do que as normalmente admitidas pela indústria da construção nos orçamentos; várias perdas são previsíveis e estáveis, mas muitas empresas não se previnem nem possuem políticas definidas de administração de materiais; em geral, as perdas resultam da combinação de fatores, mas, não, de incidentes independentes.

2.4.2 Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia – sistemática das empresas de Construção Civil de Porto Alegre

Neste estudo, Carneiro (1993) descreve o processo de execução de revestimentos externos de argamassa em 18 canteiros de obra por empresas construtoras de Porto Alegre/RS. Consistiu-se, prioritariamente, numa pesquisa qualitativa porque deu maior ênfase ao método de execução do processo analisado e, desse modo, a coleta de dados foi realizada por meio de observação direta e de entrevistas com engenheiros de obra. Portanto, não foram utilizados instrumentos

específicos de coleta de dados quantitativos. Carneiro (1993) realizou uma análise crítica do perfil do processo de execução do revestimento como um todo, incluindo: especificação, aquisição e controle dos materiais; produção da argamassa e execução do revestimento. O autor finaliza o estudo apresentando sugestões para a melhoria do processo de revestimento.

2.4.3 Alternativa para a redução dos desperdícios dos materiais nos canteiros de obras

O referido estudo foi desenvolvido por Agopyan et al. (1998). Trata-se de uma pesquisa de âmbito nacional que, além de ser coordenada pela Universidade de São Paulo (USP), teve como parceiros o Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil (ITQC) e outras 15 universidades brasileiras. O objetivo foi analisar amplamente os índices de perdas de materiais e suas causas de forma obter sugestões de prevenção. Semelhante ao estudo de Soibelman (1993), o instrumento de coleta de dados foi um conjunto de planilhas para o controle do consumo dos materiais analisados.

Obtiveram indicadores e principais causas de perdas de diversos materiais (areia, brita, cimento, saibro, cal, concreto usinado, argamassa, aço, eletrodutos, condutores, tubulações, bloco, gesso, tintas e revestimento cerâmico) utilizados na construção de edificações em cerca de 100 canteiros de obras.

Apesar do método de coleta ter sido empregado em todos os estudos e atenciosamente discutido por todas as instituições participantes, não foi desenvolvido para ser adotado pelas empresas.

Os participantes procuraram utilizar um mesmo método para garantir confiabilidade aos dados. Esta pesquisa não teve a finalidade de intervenção, motivo porque não foram realizados treinamentos ou mudanças de procedimentos nas empresas envolvidas.

2.4.4 Método para medir o custo de perdas em canteiros de obras: proposta baseada em dois estudos de caso

Bulhões (2001) realizou, em dois canteiros de obra, um estudo, qualitativo e quantitativo, com o objetivo de analisar as perdas de materiais e de mão-de-obra,

abrangendo atividades que agregam e que não agregam valor, bem como mensurar os custos dessas perdas.

A produção de alvenaria foi o método escolhido. A autora constatou que os custos nas perdas das operações são superiores aos custos das perdas de materiais. Concluiu, também, que o método aplicado é viável na construção civil, sendo necessário realizar adaptações, devido às variações de cada canteiro de obra, em termos de deficiência e de equipes de produção.

2.4.5 Método de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada

Silva (2002) realizou o referido estudo, em apenas uma obra de edificações, com o objetivo de melhorar a produtividade da mão-de-obra e de reduzir o consumo de materiais, propondo um método de intervenção na execução de revestimentos de argamassa de fachada. Foram obtidos índices de produtividade de mão-de-obra de execução (HH/m^2), de consumo de argamassa ($1/\text{m}^2$) e de planeza das paredes revestidas (mm).

Apesar da pesquisa ser sobre consumo de argamassa na execução de revestimentos, as perdas de materiais e de mão-de-obra não foram analisadas especificamente, sobretudo no que diz respeito às operações e às atividades – dos custos e das perdas – que não agregam valor.

Os resultados indicaram a possibilidade de executar o revestimento de argamassa de modo mais eficiente. Também foram apresentados alguns valores sobre o custo de implantação de algumas melhorias pontuais, a exemplo da aquisição de guinchos de coluna e seus benefícios.

3 METODOLOGIA

O tratamento científico requer a determinação do tipo de pesquisa e das etapas e procedimentos a serem seguidos. Neste capítulo estão expostos os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, que segundo Arnal et al. (1994), descreve, explica e justifica o método.

O estudo de caso é um importante método para o estímulo e compreensão, contribuindo para sugestão de hipóteses e questões para a pesquisa. Este tipo de estudo pode envolver o exame de registros existentes, a observação da ocorrência do fato, entrevistas estruturadas e não estruturadas (MATTAR, 2001).

Desse modo, o presente estudo de caso é semi-exploratório e descritivo por ter como principal objetivo analisar as perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, as quais serão identificadas com base no Sistema Toyota de Produção (STP).

Quanto à pesquisa descritiva, pressupõe profundo conhecimento do problema a ser estudado, cabendo ao pesquisador saber exatamente o que pretende com a pesquisa, isto é, quem ou o que deseja medir, quando e onde o fará e por que deverá fazê-lo. Esse tipo de pesquisa é utilizado quando o propósito é descrever fatos através das suas características, conferindo o alcance das variáveis definidas para o estudo de caso. Neste sentido, o presente estudo descreve as características do processo de revestimento externo em estruturas verticais realizado pela Qualymaxx Construções Ltda., considerando a importância da redução de perdas ocorridas nessa etapa da construção civil.

Quanto à abordagem, este estudo se configura como qualitativo. Trata-se de um tipo de pesquisa na qual, segundo Campomar (2006, p. 217), os métodos modernos mais empregados são entrevista de grupo, *grounded theory*, técnicas de *laddering*, pesquisa em profundidade e estudos de caso. Consiste de “técnicas que não exigem ou que não devem conter números, pois são qualitativas por excelência”. Porém, devido a uma imposição social racionalista que remonta ao século XX, há uma tendência de que, para se acreditar em alguns temas, eles precisavam ser quantificados.

Como consequência disso criou-se “todo um pré-conceito em relação a resultados que não contenham números”, de modo que, prossegue o autor, “tenho visto pesquisas qualitativas que acabam contendo números absolutamente desnecessários”, a exemplo de entrevistas realizadas com “um número reduzido de pessoas para se ter uma idéia qualitativa do processo e depois se calcula porcentagem em cima de cinco, de dez elementos, o que contraria a estrutura matemática da idéia de porcentagem”, considerando que porcentagem é quando se tem uma parte de cem (CAMPOMAR, 2006, p. 217).

A coleta de dados deste estudo foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica e documental, que se concretizam pela leitura de livros, artigos e documentos. Esses dados receberam um tratamento interpretativo nas teorias e conceitos estudados a respeito das perdas perseguidas pelo Sistema Toyota de Produção. Alguns dados foram obtidos a partir da observação em canteiros de obra, que se encontram sob a supervisão do pesquisador.

Desse modo, o sujeito desta pesquisa é o revestimento vertical em edifícios, considerando a proposta de eliminação das perdas, conforme o STP, o que pode ser reforçado pela utilização de novas tecnologias para a aplicação desse tipo de revestimento.

3.1 Caracterização da Empresa

A Qualymaxx Construções Ltda. é uma empresa de médio porte destinada a execução de revestimentos internos e externos e acabamentos na construção civil, fundada em Aracaju/SE, no ano 2006. Os serviços prestados pela Qualymaxx são terceirizados a construtoras, a exemplo da Norcon, JNunes Construções, FFB Participações e Incorporações, EMPE, Tecnoconsult Engenharia, Estrutura e União Engenharia. Atualmente, a Qualymaxx dispõe de 120 funcionários.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo encontram-se os resultados da pesquisa, através da análise das perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, com base nas sete perdas perseguidas pelo STP, que consiste no principal objetivo do presente estudo. Todavia, uma dessas perdas, a perda por superprodução, não foi identificada no presente estudo e, portanto, não se encontram discutidas no neste capítulo.

Esta análise é baseada na descrição do processo de revestimento externo em estruturas verticais, bem como na identificação de perdas durante esse processo de revestimento. Também são sugeridas melhorias na área de revestimento externo em estruturas verticais.

Assim como foi mencionado neste estudo, a Qualymaxx Construções Ltda. não executa a estrutura de concreto armado de edifícios, a qual é realizada pela empresa contratante que, antes de contratar o serviço de revestimento externo, inspeciona.

A Qualymaxx Construções Ltda., ao ser contratada para executar o revestimento externo em estruturas verticais, realiza a inspeção inicial, pela qual é avaliada a estrutura de concreto armado. Em seguida, inicia-se a o processo de marcação de alvenaria, de acordo com um projeto arquitetônico que, em muitos casos, encontra-se associado a um projeto de alvenaria. As etapas seguintes consistem na aplicação de:

- Substrato ou base (vedação de alvenaria), que é constituída de alvenaria de blocos cerâmicos;
- Chapisco, que tem como material argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos;
- Prumo de superfície, que é realizado pelo mapeamento e execução das mestras (taliscas), ou seja, balizamento da espessura do emboço a ser aplicado;

- Emboço, cujos materiais são argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos químicos;
- Placas de cerâmica, que é assentada com argamassa adesiva e
- Juntas horizontais ou verticais, concluindo o processo com rejuntamento em toda a superfície.

4.1 Perdas por Transporte

Quanto à perda por transporte na empresa que constituiu o objeto deste estudo de caso, Qualymaxx Construções Ltda., o mais comum consiste na demora da distribuição de materiais, acarretando atraso no recebimento desses e, consequentemente, na realização das etapas subsequentes. Normalmente, as perdas por transporte são identificadas nos canteiros de obras em que a Qualymaxx Construções atua, ou seja, não são constatadas em outros setores dessa Empresa, a exemplo do seu escritório. Dentre os tipos de transporte utilizados em canteiros de obra, as Figuras 12, 13 e 14 ilustram respectivamente: o carro-de-massa, o carrinho para transporte de cerâmica e o manipulador. A depender do tipo de obra, o carro-de-massa é aquele que mais contribui para a ocorrência deste tipo de perda, quando, por exemplo, ocorre transbordamento de argamassa durante o transporte.



Figura 12 – Carro-de-massa
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)



Figura 13 – Carro de cerâmica
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)



Figura 14 – Manipulador
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

Desse modo, a utilização de equipamentos apropriados para o transporte de materiais, bem como a antecipação do início das atividades – a confecção da argamassa a ser transportada e o transporte – minimizam as perdas por transporte.

4.2 Perdas no Processamento em Si

As perdas no processamento em si, na construção civil, decorrem da inobservância e descumprimento de determinados serviços que deveriam ter sido executados anteriormente àqueles que estão sendo realizados. Exemplo disto é quando se faz necessário a quebra do revestimento para instalação de tubulações pela construtora que terceiriza os serviços da Qualymaxx Construções, a qual, em seguida refaz o revestimento.

Considerando o tempo gasto, contribui para a eliminação da perda no processamento em si a utilização de tecnologia avançada, a exemplo de um projetor de argamassa, já mencionado neste estudo.

4.3 Perdas por Fabricação de Produtos Defeituosos

Conforme ilustrado na Figura 15, o pilar fora do prumo, estando fora do padrão, torna necessário o preenchimento com quantidade de argamassa além da prevista, constituindo-se em perda por fabricação de produto defeituoso.

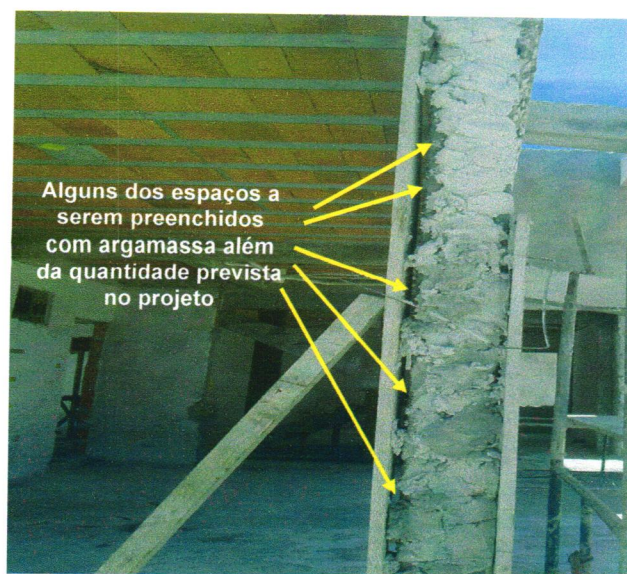


Figura 15 – Pilar fora de prumo
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

Assim sendo, no âmbito da construção civil, as perdas por fabricação de produtos defeituosos são ocasionadas pela execução de serviços fora do padrão, a

exemplo da execução de fôrmas de pilar, contrapiso, laje, piso etc. Cabe lembrar que essas fôrmas não são executadas pela Qualymaxx Construções Ltda., mas pelas Construtoras que terceirizam seus serviços.

4.4 Perdas por Movimentação

Nos canteiros de obras, as perdas por movimentação são aquelas verificadas em movimentos desnecessários, a exemplo do longo trajeto que o operário percorre da central de argamassa até o local onde será feita a aplicação do mesmo. Desse modo, é perda porque o operário, ao se deslocar do ponto onde se encontra a argamassa, ou seja, onde ela é elaborada, ou a cerâmica, até o local onde será aplicada, ele realiza movimentos e esforços desnecessários, interferindo, portanto, negativamente na produtividade.

Há também os casos em que o operário excede o número de vezes necessárias para transportar a argamassa ou a cerâmica, devido a não utilização da sua capacidade total. Isto pode ser exemplificado na condução de uma quantidade menor de argamassa ou cerâmicas a serem aplicados nas fachadas das estruturas verticais, do que aquela que o operário realmente poderia transportar.

A Qualymaxx pode identificar com maior precisão esse tipo de perda através de registro de quantidade de materiais transportados, do número de vezes que o operário se desloca até o ponto da construção em que os materiais serão aplicados, o tipo/potencial de transporte, o tempo de deslocamento e o cálculo da perda.

Essas perdas podem ser reduzidas quando o canteiro de obras tem um *layout* projetado de modo que os materiais e a betoneira se encontrem o mais próximo possível do seu destino de aplicação.

4.5 Perdas por Espera

Para a identificação de perdas por espera nos processos de revestimento externo realizados pela Qualymaxx Construções, considerou-se os três tipos básicos de perdas por espera mencionados no embasamento teórico deste estudo, a saber: a espera do operador pela máquina, geralmente quando a máquina está em funcionamento; a quebra de equipamento; e a espera das máquinas, que pode ter

como fatores: falta ou atraso de matéria-prima, desbalanceamento da produção e tempo de instalação.

Desse modo, em revestimento de fachadas de estruturas verticais executados pela Qualymaxx Construções, as perdas por espera decorrem de algumas razões, principalmente devido a paradas de operários por falta de: materiais, energia, água e quebra de equipamento. Como exemplo, pode-se considerar a interrupção do revestimento de fachadas por falta de material, no caso perda por espera quando o operário espera que o equipamento, a exemplo da betoneira, conclua o processamento da argamassa.

4.6 Perdas por Estoque

Na Qualymaxx Construções Ltda., a perda por estoque é observada na grande quantidade de material armazenado no canteiro de obra, alguns dos quais perdem suas propriedades exigidas para sua utilização porque ficam expostos a intempéries, a exemplo da areia, tijolos e cimento. Desse modo, é possível avaliar, também, que houve investimento inadequado na aquisição de materiais, ou seja, os gastos com os mesmos deveriam ser direcionados a outras finalidades, por exemplo, adquirir materiais elétricos, hidráulicos, entre outros.

Além do estoque excessivo, as perdas por estoque podem ser identificadas como aquelas decorrentes de armazenamento e/ou programação inadequada dos materiais nos canteiros de obras. Quanto ao armazenamento, a perda por estoque pode ser reduzida quando a construtora disponibiliza um local, a exemplo de um almoxarifado, que proteja os materiais das intempéries.

Quanto à programação, é necessário que a empresa crie um programa que registre a previsão da quantidade de materiais a serem utilizados no revestimento externo de estruturas verticais.

Neste sentido, a Figura 16 ilustra que, na busca por produzir antecipadamente as necessidades de consumo externo, há perda por estoque atribuída a armazenamento inadequado porque a massa adquirida para o revestimento externo de estruturas verticais ficou indevidamente depositada no pátio de um dos canteiros-de-obras que contam com os serviços da Qualymaxx Construções, significando o não atendimento ao que propõe o método PEPS.



Figura 16 – Estoque de massa ensacada
Fonte: Autor da Pesquisa (2009)

Desse modo, com base no estudo realizado foi possível observar que as Construtoras e, conseqüentemente, a Qualymaxx Construções Ltda. pode melhorar todo o seu processo produtivo com base nas orientações para redução e eliminação das perdas perseguidas pelo STP.

Constatou-se também que no processo de revestimento externo de estruturas verticais executado pela Qualymaxx Construções Ltda. algumas das perdas não eram identificadas como perdas por processamento em si, perdas por produtos defeituosos e as perdas por movimentação, mas, sob a ótica do STP, estas foram identificadas, conforme proposto no presente estudo.

Observou-se também na realização do serviço que quando o revestimento externo em estruturas verticais é executado com argamassa de referência no mercado e por profissionais capacitados e qualificados, que atendam as especificações do projeto, é possível reduzir ou eliminar as perdas consideradas pelo STP.

Desse modo, a exceção das perdas por superprodução, que não foram identificadas na Qualymaxx Construções, as perdas por transporte, por movimentação, por espera e por estoque podem ser reduzidas, enquanto as demais perdas podem ser eliminadas (perdas por fabricação de produtos defeituosos, por processamento em si).

Considerando o fato de que a Qualymaxx Construções disponibiliza de carros-de-mão para transportar os materiais necessários para o revestimento externo de estruturas verticais, as perdas por transporte são consideradas reduzíveis, podendo ser reduzidas com a utilização de manipuladores, portanto, um tipo de transporte que suporta uma maior quantidade de material a cada deslocamento, bem como a entrega do material em locais mais elevados.

Quanto à perda por movimentação pode ser reduzida, mas não eliminada, porque os operários, na condição de seres humanos, não podem ser programados para não realizar movimentos desnecessários. Assim, havendo um *layout* adequado e betoneira perto da estrutura a ser revestida, é possível reduzir a perda por movimentação.

No que se refere à perda por espera, não é eliminável, mas é reduzível pelas seguintes razões: é inevitável a espera pela máquina enquanto ela processa, no caso, a argamassa; nem sempre há equipamento disponível para substituir o que quebrou; a falta ou atraso de matéria-prima é imprevisível, de modo que depende do fornecedor; e demora na instalação. Esse tipo de perda pode ser reduzida pela obtenção de mais máquinas, também a partir de um planejamento para um estoque mínimo.

No caso das perdas no processamento em si, são consideradas elimináveis porque é possível evitar a posterior execução de serviços (instalações elétricas e hidráulicas) que exijam, no caso, a quebra do revestimento externo, e consequentemente seu refazimento. Desse modo, além da estrutura com as tubulações necessárias, instaladas antecipadamente, o uso de projetor de chapisco e de argamassa contribuem para a eliminação desse tipo de perda.

Quanto às perdas por produtos defeituosos são elimináveis porque a execução de serviços fora do padrão não tem necessariamente que acontecer, ou seja, não são costumeiras no processo de revestimento, podendo ser eliminadas, por exemplo, pela execução correta de fôrmas de pilar.

Ressalta-se que, embora não tenha sido realizado um estudo quantitativo sobre perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, entende-se que as ferramentas do STP podem contribuir para a redução e eliminação de perdas e, consequentemente, para o aumento da produtividade da Qualymaxx Construções Ltda.

Além disso, o presente trabalho, considerando a necessidade de melhoria no processo produtivo na Construção Civil, sugere:

- Buscar atender às orientações da filosofia JIT, de forma a garantir a eficácia do processo produtivo em sua totalidade, pelo seu aperfeiçoamento e pela eliminação dos desperdícios.
- Adquirir projetores de argamassa, para chapisco e emboço para projeção deste produto, garantindo a redução e, em alguns casos, a eliminação das perdas já descritas neste estudo.
- Realizar maior controle na estrutura das edificações, evitando o desaprumo dos pilares e vigas e consequentes perdas por fabricação de produtos defeituosos.
- Adquirir carro de cerâmica e manipulador, reduzindo perdas por transporte.
- Aumentar a fiscalização sobre os movimentos realizados pelos trabalhadores, aplicando estudos de tempos e movimentos, evitando-se, desse modo, perdas por movimentação.
- Elaborar um planejamento de compras de materiais de acordo com as necessidades de cada obra, destinando-se locais apropriados para armazenamento de materiais, bem como realizar manutenção preventiva nos equipamentos e buscar alternativas para as eventuais faltas de energia elétrica e água, minimizando as perdas por espera e perdas por estoque.
- Manter controle dos seus serviços e produtos, de modo que as empresas terceirizadas para a execução dos serviços complementares, a exemplo do revestimento externo em estruturas verticais, possam atender às condições estabelecidas pelo PBQP-H bem como ao que propõe um SGQ.

5 CONCLUSÃO

As perdas em qualquer sistema produtivo representam prejuízos às organizações, de modo que todos sempre influenciarão nos lucros. Desse modo, existem técnicas e ferramentas que têm por finalidade minimizar tais perdas.

Considerando a proposta deste estudo, que foi analisar as perdas no processo de revestimento externo em estruturas verticais, realizadas pela Qualymaxx Construções Ltda., tendo como base as sete perdas do Sistema Toyota de Produção (STP), observou-se que os processos de revestimento externo em estruturas verticais são de grande importância na construção civil, tendo em vista que são imprescindíveis na estabilidade das edificações, além de desempenhar um papel significativo em todo o funcionamento de cada obra seja no aspecto visual (embelezamento proporcionado por estes revestimentos), mas também no que se refere à durabilidade, valorização e eficiência das obras.

Assim, conforme analisado, estabelecem-se melhorias no processo de revestimento externo em estruturas verticais, dentre as quais se destacam: seguir a filosofia JIT para que as perdas sejam identificadas, localizadas e reduzidas, garantindo um fluxo ininterrupto de produção; e adquirir equipamentos de última geração para aplicação de argamassa, chapisco e emboço, a exemplo de projetores.

Dessa forma, a apresentação de projeto de melhoria, tendo em vista os critérios estabelecidos pelo STP, constitui alternativa de ganhos financeiros e permanência no mercado competitivo.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. et al. **Alternativa para a redução dos desperdícios dos materiais nos canteiros de obras**. São Paulo, PCC, Universidade de São Paulo, 1998.

ALVES, Magda. **Como escrever teses e monografias**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

ANTUNES JÚNIOR; J. A. V. A Lógica das Perdas nos Sistemas de Produção; uma análise crítica. **Revista Brasileira de Administração Contemporânea**. Rio de Janeiro: ANPAD, v. 1, n. 7, p. 35-371, 1995.

ANVI. **Projeto de argamassa**. Disponível em: <www.hotfrog.com.br/.../ANVI.../Projeto-de-argamas-ANVI-JET-5797>. Acesso em: 30 out. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277:1995: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

_____. **NBR 13278:1995: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

_____. **NBR 13279:1995: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

_____. **NBR 13529:1995: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

_____. **NBR 13816:1997: Placa cerâmicas para revestimento – Terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. **NBR 7200:1998: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard recommended practice for developing short-term accelerated test for prediction of the service life of building components and materials: E632-82**. Philadelphia, 1996.

- BULHÕES, Iamara R. **Método para medir o custo de perdas em canteiros de obras**: proposta baseada em dois estudos de caso. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Salvador, 2001.
- CAMPOMAR, M. C. Pesquisa em marketing e seus problemas versus pesquisa de marketing. **Gestão.Org**, Recife, v. 4, n. 2, maio/ago., 2006.
- CARNEIRO, A. M. P. **Revestimento externo em argamassa de cimento, cal e areia**: sistemática das empresas de construção civil de Porto Alegre. 85f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, 1993.
- CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. **Just in time, MRP e OPT**: um enfoque estratégico. São Paulo: Atlas, 1996.
- DUALIBE, R. P.; CAVANI, G. R.; OLIVEIRA, M. C. B. **Proposta de Projeto de Rvestimento Ceramico de Fachada – Estudo de caso**. VI Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassa - I International Symposium on Mortars Technology, Florianópolis, 2005.
- FIORITO, Antônio J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos**. São Paulo, PINI, 2003.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção**: Mais do que Simplesmente *Just-in-Time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- GIL, Antônio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOEDERT, Gabriela Silva; MORASCO, Larissa Dal Bello; ZANETTE, Julia Nuernberg. **Argamassa**. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo (CTC). Artigo de revisão. Florianópolis/SC: UFSC, 2009.
- KLIEMANN NETO, F. J., ANTUNES JÚNIOR, J. A. V. Proposta de um processo de custeio para sistemas *Just-in-Time* de produção. Porto Alegre: PPGA/UFRGS, 1990.
- MARTINS, João Guerra; ASSUNÇÃO, Joaquim Soares. **Argamassas e rebocos**. 2004. Apostila de Materiais de Construção em revisão. Disponível em: www2.ufp.pt/~jguerra/PDF/Materiais/Argamassas e rebocos.pdf. Acesso em: 22 nov. 2009.
- MATTAR, Fauze N. **Pesquisa de Marketing**. São Paulo: Atlas, 2001.

- MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: Imam, 1984.
- MOURA JR. **Novas tecnologias e sistemas de administração da produção: análise do grau de integração e informatização nas empresas catarinenses**. Mestrado (Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 1996.
- MÜLLER, Cláudio J. **Sistema Toyota de Produção**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS, 2005). Disponível em: <www.producao.ufrgs.br/arquivos/.../383_SistemaToyotaGeral.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2009.
- OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Traduzido por Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artmed, 1997.
- PASSOS, L. A. Contabilidade contemporânea: aspectos sobre a lei 11.638/07 associados às novas perspectivas de reformulação de critérios na prática contábil. **Revista Urutágua**: revista acadêmica multidisciplinar, Maringá/PR, n. 17, dez.2008/jan./fev./mar.2009.
- PEDRO, Edmundo G. et al. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Síntese da monografia. Faculdade de Engenharia e Arquitetura – Pós-Graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias (FEA/FUMEC). Belo Horizonte, 2002.
- PINTO, T. P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos/SP: Departamento de Engenharia Civil, 1989.
- SANTOS, Aguinaldo et al. **Método de Intervenção para Redução de Perdas na Construção Civil**: manual de utilização. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 1996.
- SAURIN, Tarcísio Abreu. **Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- _____. **Non-stock production: the Shingo system for continuous improvement**. Productivity Press, Cambridge, MA, 1988. Apud GHINATO, 1996.
- SILVA, Luciano L. R. da. **Método de intervenção para a melhoria da eficiência na execução de revestimentos de argamassa de fachada**. 199f. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana. São Paulo, 2002.

SILVA, Suely Andrade da. **Estado da arte na alterabilidade de placas pétreas:** estudo de casos na região litorânea do Recife-PE. 215f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral – PPGEMinas/CTG/UFPE, Recife, 2008.

SLACK, Nigel. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações:** sua incidência e seu controle. 127f. Dissertação (Mestrado). Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

UHLMANN, Gunter Wilhelm. **Administração:** Das Teorias Administrativas à Administração Aplicada Contemporânea. São Paulo, 1997.