



AVALIAÇÃO DE DESPÉRDÍCIOS NO PROCESSO INTEGRADO DE PROJETO, AQUISIÇÃO DE MATERIAIS E EXECUÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRAS RESIDENCIAIS – ESTUDO DE CASO

JORGE LIMA (VIAPOL); FRANCISCO UCHOA (SENAI CIMATEC); DAYANA COSTA (UFBA)

RESUMO

O sistema de impermeabilização na construção de edifícios residenciais passou a ser objeto de preocupação de muitas empresas construtoras, em função do elevado número de reparos, pós entrega, devido a problemas de infiltração. Geralmente, estes problemas envolvem a remoção e perda de outros sistemas construtivos aplicados antes e depois da impermeabilização, a exemplo de estruturas de concreto e revestimentos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os desperdícios no processo integrado de projeto, aquisição de materiais e execução da impermeabilização, cujo resultado impacta diretamente nos prazos, custos e qualidade dos serviços. Esta avaliação foi feita a partir da aplicação de um modelo desenvolvido, baseado em princípios de construção enxuta.

Como método de pesquisa foi realizado uma investigação da bibliografia nacional e internacional disponível sobre assuntos relacionados à compatibilização de projetos, construção enxuta e execução de serviços de impermeabilização. Numa segunda etapa foi feita uma pesquisa de campo, através de visitas às obras e entrevistas com projetistas, construtoras e aplicadores de impermeabilização, reunindo informações que permitiram entender as atividades isoladas de cada interveniente e suas inter-relações.

Os resultados obtidos mostraram a necessidade de uma maior integração entre os intervenientes do processo de impermeabilização, e a necessidade de uma gestão integrada deste processo, considerando as perspectivas de projeto, aquisição e execução dos serviços de impermeabilização, para melhorar a eficiência do processo, obtendo assim resultados relacionados à redução de custos e desperdícios, com conseqüente melhoria da qualidade.

O presente trabalho fornecerá às empresas de construção civil, diretrizes para gestão do processo de impermeabilização, possibilitando a redução de retrabalhos devido a falhas no sistema de impermeabilização. Assim, será possível reduzir os serviços de manutenção das construções, gerando menos impacto ambiental para sociedade.

PALAVRAS-CHAVE

Impermeabilização; gestão de processos; qualidade na construção.

1 INTRODUÇÃO

A estabilidade econômica do país, somada ao desenvolvimento tecnológico e normativo dos sistemas construtivos, tem contribuído para que os investimentos no setor da construção passem a ser constantes, ao mesmo tempo em que exige um melhor desempenho dos edifícios e maior profissionalização dos gestores na construção civil, buscando o equilíbrio entre a boa técnica e o baixo custo.

Para isso, faz-se necessário introduzir ações de caráter inovador nas atividades e etapas construtivas dos diversos subsistemas da construção civil, na busca de produtos e serviços que promovam o avanço do setor, garantindo o desempenho na construção dos edifícios e o custo adequado dos mesmos.

Por questões culturais, apenas o custo inicial de um investimento é considerado no momento do planejamento para construção de uma edificação. Na maioria das vezes, os materiais e serviços são orçados sem um estudo detalhado sobre os seus benefícios e desempenho ao longo da vida útil da construção.

No caso da impermeabilização, a escolha correta de determinado produto ou sistema, que desempenhe, efetivamente, as suas funções deve ser pautada nas condições em que o mesmo será utilizado, sem desconsiderar a importância da confiabilidade de seu processo de instalação. Neste caso, é importante garantir que as atividades executadas em todo o processo estejam conforme as normas e procedimentos existentes.

A impermeabilização passa a funcionar como principal proteção das estruturas e caso essas proteções não sejam adequadamente previstas, ou se forem executadas de forma incorreta, a camada que deveria ser estanque se degradará com o tempo, expondo os componentes da construção a agentes agressivos, reduzindo a sua vida útil. Desta forma, é necessária a intervenção prematura com manutenções que contribuem para elevar o custo total da construção.

Segundo Salles (2010), existe uma crise de gestão na construção, devido à falta de coordenação das atividades produtivas no canteiro de obras, gerando baixa produtividade devida aos tempos de parada, espera e inspeção entre processos não coordenados.

Fontanini e Picchi (2003), em pesquisa realizada com a cadeia de suprimentos da construção civil, enfatizaram a preocupação com a forma como se pode buscar a redução de desperdício frequente nos fluxos de materiais e informação. Estes autores ressaltam que os desperdícios assumem diversas formas, ao longo da cadeia de suprimentos, podendo ser materializados em: atrasos, entregas fora do prazo e das especificações, retrabalhos e ineficiências dentro dos processos.

Sob esta ótica, a redução, ou mesmo eliminação, do desperdício em todas as suas formas (materiais, tempo, estoque, transporte e outros) passa a assumir papel fundamental para o aumento da produtividade e sucesso de qualquer processo produtivo seja ele inerente a uma única empresa ou pertencente a mais de uma empresa.

O presente trabalho está inserido no esforço de analisar a cadeia do sistema de impermeabilização, nas perspectivas de projeto, aquisição de materiais e execução dos sistemas, objetivando obter uma visão sistêmica do processo de gestão, sob a ótica do controle de desperdícios, objetivando melhorar o desempenho e eficiência deste sistema, que deve ser visto como uma das fontes de oportunidades de melhoria para o bom desempenho da edificação.

Com base no que foi exposto, o sistema de impermeabilização na cadeia construtiva de uma edificação deve ser visto como uma das fontes de oportunidades de melhoria para o bom desempenho da edificação. Para isso, faz-se necessário um melhor entendimento sobre o seu processo e as interfaces com outros sistemas construtivos, sob a ótica da construção racionalizada, para que sejam adotados padrões e processos gerenciais capazes de otimizar os recursos técnicos, humanos e financeiros destinados à impermeabilização.

O foco deste estudo foram os edifícios residenciais, por se tratar do tipo de empreendimento com maior número de unidades construídas e por possuir maior quantidade de locais que requerem a impermeabilização, comparando-se a obras comerciais ou industriais.

Este artigo faz parte de uma pesquisa de dissertação de mestrado, intitulada “Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais: Diagnóstico e proposição de melhorias”.

2. ASPECTOS TÉCNICOS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A engenharia é uma aplicação da ciência em constante evolução graças ao avanço no estudo e aparecimento de novos materiais utilizados nas mais variadas áreas da construção, seja ela civil, mecânica, naval, eletrônica ou outras. Faz-se necessário um conhecimento cada vez mais apurado da ciência e engenharia desses materiais, para uma melhor utilização dos mesmos, em função do seu comportamento em uso.

O desafio da engenharia da impermeabilização é garantir a estanqueidade das partes construtivas que necessitem da mesma, a exemplo de lajes expostas, calhas, lajes molháveis internas, muros e pisos em contato com o solo, reservatórios e piscinas.

2.1 Sistemas de impermeabilização

Na construção civil, em especial nos serviços de impermeabilização, alguns materiais têm destaque, como os asfaltos, as argamassas cimentícias e as resinas poliméricas, formando os principais sistemas de impermeabilização disponíveis no mercado. Segundo Yazigi (2009) a vida útil destes sistemas corresponde ao período que vai desde o término dos serviços de execução da impermeabilização, até o momento em que o sistema atinja o ponto de fadiga que comprometa o seu desempenho sob condições impostas.

Para o mesmo autor, os sistemas de impermeabilização existentes são:

- a) Membranas flexíveis moldadas in loco - emulsões asfálticas, soluções asfálticas, emulsões acrílicas, asfaltos oxidados, asfaltos modificados.
- b) Mantas flexíveis pré-fabricadas - mantas asfálticas, mantas elastoméricas (EPDM – borracha de etileno-propileno-dieno) e mantas poliméricas (PVC – cloreto de polivinila).
- c) Membranas rígidas moldadas in loco – cristalizantes e argamassa rígida.

De acordo com a NBR 9574 (2008), a execução de um sistema de impermeabilização deverá obedecer às exigências de cada tipo de sistema, conforme classificação definida na NBR 9575 (2003), onde os sistemas se subdividem em:

- a) Impermeabilização rígida e
- b) Impermeabilização flexível

2.2 Aspectos do projeto de impermeabilização

A seleção e projeto de impermeabilização para uma edificação são definidos, no Brasil, com base na norma prescritiva NBR 9575 (2003), que tem como objetivo estabelecer as exigências e recomendações para atendimento das condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, garantindo a estanqueidade das partes construtivas que a requeiram.

Para garantir a execução e desempenho do sistema de impermeabilização, a NBR 9575 (2003) prescreve uma relação de detalhes construtivos aos quais o projeto de impermeabilização deve atender, evitando que decisões sejam tomadas durante a sua execução, acarretando em atrasos e perdas desnecessárias (Figura 1)



Substrato	▣ Inclinação mínima de 1% em direção aos coletores em áreas externas
	▣ Para calhas e áreas internas, inclinação mínima de 0,5%
	▣ Nos planos verticais, prever encaixe para embutir a impermeabilização, 20 cm acima do nível do piso acabado
	▣ Entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas, deve haver diferença de cota no mínimo 6 %
	▣ Observar arremates adequados com o tipo de impermeabilização nos caixilhos, contramarcos, batentes e outros elementos
	▣ Todo encontro de plano vertical e horizontal deve possuir detalhe específico da impermeabilização
	▣ Os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados à estrutura
	▣ Prever arredondamento dos cantos vivos quando a impermeabilização requerer
Coletores de água (ralos)	▣ Possuir diâmetro nominal mínimo de 75 mm
	▣ Devem estar fixados à estrutura
Tubos emergentes ou passantes	▣ Fixar à estrutura, possuindo detalhe específico de arremate e reforço da impermeabilização
	▣ devem ser fixados sobre a impermeabilização e nunca sob elas, incluindo tubulações elétricas e de gás
	▣ Quando for embutida na alvenaria, prevê proteção adequada para fixação de impermeabilização
	▣ Quando forem externas à parede, devem estar afastadas dos planos verticais de no mínimo 10 cm
Proteção mecânica e pisos posteriores	▣ Devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidas com materiais deformáveis
Juntas de dilatação	▣ Devem ser divisores de água
	▣ Prever detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento da sua abertura na proteção mecânica e nos pisos superiores

Figura 1 – Detalhes construtivos segundo a NBR 9575

Segundo a referida norma, o projeto de impermeabilização deve ser composto por um projeto básico e um projeto executivo, que devem promover a proteção das estruturas e componentes construtivos expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera, protegendo o meio ambiente de possíveis vazamentos ou contaminação, além de possibilitar a realização de manutenção da impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela.

2.3 Aspectos do processo executivo da impermeabilização

A norma brasileira NBR 9574 (2008) estabelece as exigências e recomendações relativas à execução dos serviços de impermeabilização, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, garantindo a estanqueidade das partes construtivas. A referida norma estabelece os seguintes requisitos gerais:

- Áreas que requerem estanqueidade devem ser totalmente impermeabilizadas;
- Deve ser garantida que a argamassa de regularização tenha idade mínima de sete dias para as impermeabilizações que exigem substrato seco;
- Superfícies sujeitas à água sob pressão positiva devem receber a impermeabilização na face de atuação da água.

Para cada tipo de sistema, cuidados especiais devem ser tomados no que diz respeito à preparação do substrato, aplicação do tipo de impermeabilização e proteção do tipo de impermeabilização, também conhecida como proteção mecânica.

Segundo a norma NBR 9574 (2008), algumas condições específicas devem ser atendidas, tais como:

- As trincas e fissuras devem ser tratadas de forma compatível com o sistema de impermeabilização a ser empregado;
- Detalhes como juntas, ralos, rodapés, passagens de tubulação, emendas, ancoragens e outros, devem ser cuidadosamente executados;
- Deve ser vetado o trânsito de pessoas, material e equipamento que não façam parte do

processo de impermeabilização, durante a sua execução;

- d) Devem ser observadas normas de segurança, quanto ao fogo, para impermeabilizações que utilizam materiais asfálticos a quente, bem como processos que utilizam solventes;
- e) Prever ventilação forçada em locais fechados, por questões de fogo, explosão e intoxicação;
- f) Antes da execução da impermeabilização em estruturas de concreto ou alvenaria destinadas à contenção de água ou efluentes, deve ser feito ensaio de carga com água limpa, para verificar a estabilidade estrutural.

3. ASPECTOS DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

A seguir são apresentados alguns fundamentos da gestão da construção, mostrando aspectos relacionados à compatibilização de projetos e a construção enxuta, de forma a justificar a sua aplicação na atividade de impermeabilização.

3.1 Compatibilização de projetos

Um ponto de fundamental importância para a qualidade e produtividade nas construções é a atividade de planejamento e projeto. Manso e Filho (2011) afirmam que para se conseguir um cronograma realista e viável de um projeto, deve-se levar em conta a definição de um seqüenciamento de atividades que considere a interdependência entre as atividades de forma efetiva, resultando numa rede de precedência. É importante que essa rede possa apresentar todas as ligações necessárias para a execução das atividades parciais e totais. Desta forma, garante-se que toda atividade tenha uma atividade predecessora e uma atividade sucessora, com exceção do início e fim das atividades.

Souza *et al.* (2004) citado por Manso e Filho (2011) estabelecem as seguintes etapas do processo de projeto de edificações:

- a) concepção – estudo preliminar de arquitetura;
- b) solução de interfaces – anteprojeto, projeto pré-executivo, projeto legal;
- c) detalhamento das soluções – projeto executivo, projeto para produção;
- d) atividades pós-entrega – projeto “as-built”

Para Peralta (2002), a preocupação com o projeto tem sido uma das principais razões para melhorias do desempenho do produto edificação; a diminuição de custos de produção; a diminuição de ocorrência de falhas tanto no produto quanto no processo; e a otimização das atividades de execução.

Um estudo detalhado das interfaces entre projetos passa a ter fundamental importância na qualidade do projeto final. Desta forma, a compatibilização dos projetos ganha importância na garantia da qualidade da obra. Segundo Schmitt (1999) citado por Solano (2005), a falta de compatibilização contribui para a geração de problemas durante a execução da obra.

Sendo assim, a qualidade de uma edificação está associada também ao planejamento e ordenação adequados das atividades de projeto, de forma integrada, pois a complexidade de uma obra, com inúmeros sistemas construtivos isolados, relacionados ou interligados entre si, exige que se tenha uma visão sistêmica da obra como um todo, além de um conhecimento específico de suas partes.

Rocha (2009), alerta para o fato que, o projetista ao ser contratado entrega o projeto de um produto, mas o problema é que não existe um projeto para construção, que se dá somente durante a execução da obra, acarretando em maiores gastos.

3.2 Construção enxuta

As mudanças ocorridas no setor da construção civil, nos últimos anos, têm sido provocadas pela própria competição do setor, reforçadas pelas exigências do mercado consumidor e pela luta da mão de obra empregada por melhores condições de trabalho. Ainda em relação às

mudanças e problemas enfrentados por este setor, Isatto et. al. (2000) comentam que a baixa eficiência¹ e qualidade na construção estão ligadas a questões gerenciais.

Assumpção (1996) ressalta que o maior desafio do setor da construção civil está relacionado à sua capacidade de modernizar-se, para que seus produtos tenham qualidade e os custos sejam compatíveis com as exigências. Há uma necessidade de busca por soluções que modernizem tanto seus processos produtivos, quanto os procedimentos administrativos e gerenciais.

Na busca de uma maior eficiência do setor da construção, com a utilização de projetos integrados, do estudo do desempenho dos materiais e da gestão dos processos construtivos, surgiu uma linha de estudo que se dedica a investigar e aplicar técnicas construtivas com ênfase na construção enxuta.

As iniciativas e estudos relacionados à construção enxuta se originaram das práticas adotadas pela montadora de automóvel Toyota, que estabeleceu um sistema produtivo que buscava a perfeição através da melhoria contínua. Este sistema de produção, bem sucedido e conhecido como TPS (Toyota Production System) ao contrário da produção em linha de Ford e da produção em massa de Taylor, foi concebido para adequar-se à produção de pequenas quantidades, através de processos pouco repetitivos (HEINECK et al., 2009).

Observa-se que, para que isso funcione, é necessário que se gaste um tempo maior na etapa de planejamento da obra e, em especial em cada tipo de serviço que compõe as partes de uma obra. Desta forma, é possível prever o encadeamento lógico de cada processo, mas, principalmente, identificar as condições necessárias para um bom desempenho dos componentes que serão usados em cada etapa da construção, tornando-a mais eficiente.

Para Ohno (1997), a melhoria da eficiência está associada à redução dos desperdícios e ao aumento do trabalho. O mesmo autor refere-se à capacidade de produção como sendo a soma do trabalho realizado na produção mais o desperdício gerado (equação 1). Desta forma, o aumento dessa capacidade não remete ao aumento da força de trabalho e sim ao aumento da eficiência, através da redução do trabalho improdutivo. A eliminação completa do desperdício pode aumentar substancialmente a eficiência.

$$\text{Capacidade produtiva} = \text{trabalho real} + \text{desperdício (trabalho extra)}$$

Equação 1 - FONTE: Adaptado de OHNO (1997).

Ohno (1997) afirma que a aplicação do TPS deve ser precedida pela identificação dos desperdícios no processo produtivo, como segue:

a) Desperdício de superprodução: refere-se a “o quê”, “quando” e “quanto” é produzido desnecessariamente, resultando em aumento de estoques de produtos ou intermediários, uso antecipado de materiais ou peças, geração de produtos defeituosos e outros;

b) Desperdício de tempo disponível (espera): refere-se à espera por matéria prima, operação, transporte, inspeção, folgas e outros, resultando em desperdícios de mão de obra e de máquinas;

c) Desperdício em transporte: refere-se às movimentações de objetos ou pessoas geradas por realocações desnecessárias, fluxo mal traçado, longa distância e outras causas, promovendo o uso de espaços desnecessários, queda de produtividade, aumento do custo de movimentação e geração de danos nos materiais;

¹ A eficiência está relacionada com os métodos, procedimentos, normas, programas e outros. E produzir com eficiência significa utilizar métodos e procedimentos adequados de trabalho, executar corretamente a tarefa e aplicar de melhor maneira possível os recursos disponíveis (CHIAVENATO, 2005)

d) Desperdício do processamento em si: refere-se a operações que são consideradas necessárias, porém realizadas com o aumento de pessoal ou de quantidade de trabalho, aumento de defeituosos e outros desperdícios;

e) Desperdício de estoque: refere-se ao acúmulo de matérias primas, componentes ou elementos de montagem em depósitos ou na própria linha, entre os processos, como estoque intermediário;

f) Desperdício de movimento: são os movimentos não produtivos e desnecessários;

g) Desperdício de produzir produtos defeituosos: são resultantes da inspeção dos produtos, da correção de erros e do atendimento às reclamações.

O desperdício não deve ser visto apenas como consumo excessivo de materiais, e sim como toda perda no processo produtivo, além das perdas nos processos que antecedem a produção, como a fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projetos, planejamento e suprimentos (COLOMBO e BAZZO, 2001). Esta ampliação do conceito de perdas auxilia a empresa a enfrentar os crescentes níveis de competitividade no seu setor (ISATTO *et. al.* 2000).

As perdas estão relacionadas ao consumo de recursos de qualquer natureza, como materiais, mão de obra, equipamentos e capital, em quantidades maiores que as necessárias para o atendimento aos requisitos dos clientes internos e externos. O autor alerta para o fato de algumas perdas estarem associadas a atividades que não agregam valor ao processo, mas que não podem ser eliminadas, sem que haja mudança no método de trabalho (ISATTO *et. al.*, 2000).

Colombo e Bazzo (2001) apresentam algumas particularidades da construção civil que a diferencia das indústrias de transformação, como: caráter não homogêneo e não seriado de produção devido à singularidade do produto, feito sob encomenda; dependência de fatores climáticos no processo construtivo; período de construção relativamente longo; complexa rede de interferência dos participantes; ampla segmentação da produção em etapas ou fases com foco no princípio da sucessão e não de simultaneidade; parcelamento de responsabilidade entre várias empresas, devido ao processo de subcontratação; significativa mobilidade da força de trabalho; e processo construtivo semi-artesanal.

Sendo assim, para a construção civil, que possui características diferentes do setor de manufatura, é importante o entendimento dos conceitos gerais do TPS, antes de uma aplicação direta de suas ferramentas. É possível uma adaptação ou criação de novas ferramentas considerando as particularidades da construção (KOSKELA, 2000).

4 MÉTODOLOGIA DA PESQUISA

Foi realizado um estudo empírico para análise do processo integrado de impermeabilização, constituído pelos processos de projeto, aquisição de materiais e execução de sistemas de impermeabilização, em ambientes organizacionais previamente escolhidos. Para efeito deste estudo, o processo de aquisição refere-se apenas à aquisição de materiais.

Com isso, a abordagem de pesquisa escolhida para este trabalho foi o estudo de caso, através do levantamento de dados com pesquisa em campo, por se tratar de uma abordagem que possibilita um delineamento mais adequado para uma investigação de um fenômeno contemporâneo, pontual e específico, que tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2009).

A pesquisa caracterizou-se pelo caráter exploratório e descritivo de um segmento da cadeia construtiva, que pode fornecer respostas relacionadas a determinados aspectos de gestão. O estudo

aponta um conjunto de relações dentro de uma comunidade organizada da cadeia produtiva da impermeabilização de edificações.

4.1 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa desenvolveu-se em três grandes etapas: a) Elaboração de um modelo de análise para servir de referência ao estudo de caso (Etapa 1); b) Realização de trabalho de campo (Etapa 2); e c) Tratamento dos dados (Etapa 3). O esquema da Figura 2 apresenta as referidas etapas e a sequência do encadeamento da pesquisa.

Inicialmente foi definido um modelo de análise que pudesse representar as características investigadas na cadeia produtiva do sistema de impermeabilização, com base na revisão bibliográfica realizada. Este modelo foi baseado na criação de três *constructos*.

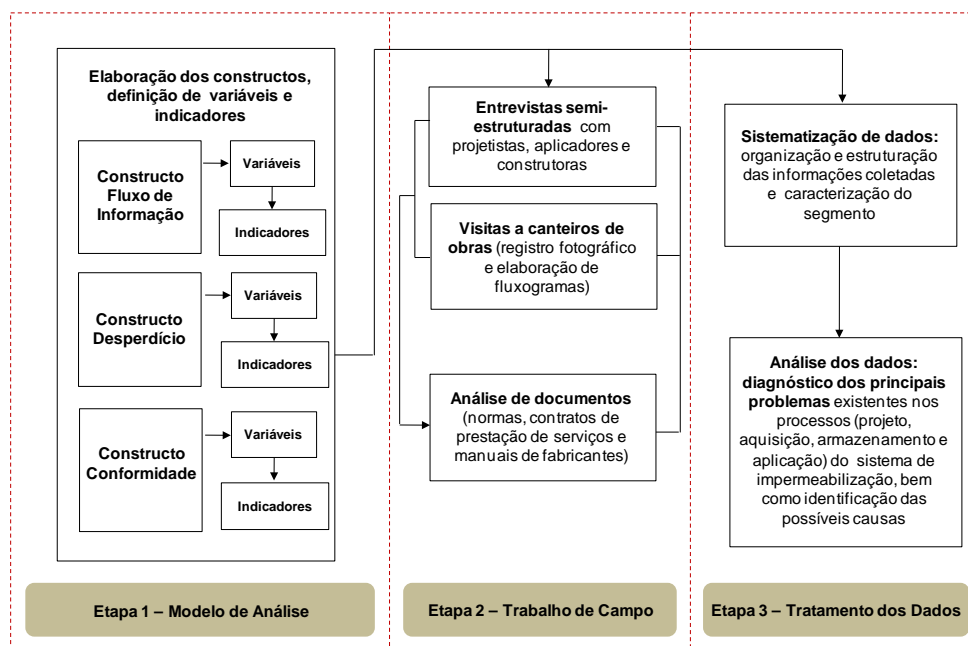


Figura 2 – Etapas da pesquisa

Para a análise dos processos e atividades dos intervenientes, considerando-se a contextualização apresentada, foram definidos os *constructos*: “fluxo de informação”, “desperdício” e “conformidade”. Estes *constructos* foram desdobrados em variáveis, e, estas, em seus respectivos indicadores para permitir mensurações do processo integrado do sistema de impermeabilização, constituído pelos processos de projeto, aquisição e execução. Para efeito deste artigo, será apresentado apenas o *constructo* desperdício (Figura 3) e os resultados referentes.



CONSTRUCTO	VARIÁVEIS	INDICADORES		
		PROJETO	AQUISIÇÃO	EXECUÇÃO
Desperdício (2)	Superprodução (A)	Diferença no cálculo das áreas (I)	Aquisição de material a mais que o necessário. Existência de sobra de material (III)	Aplicação em áreas não liberadas (falta preparação ou existem serviços anteriores a serem executados) ou áreas desnecessárias (projeto não prevê) (IV)
		Projetos não gerados de acordo com a demanda do contratante (II)		
	Espera (B)	Tempo para a realização do projeto (I)	Atraso na definição dos produtos para compra (II)	Homem parado durante a execução dos serviços (III)
		Retorno das solicitações nas definições de outros projetos (IV)	Espera para aprovação da compra (V)	Atraso na liberação de áreas para execução dos serviços (VI)
	Transporte (C)	-	Disponibilização de material próximo ao local de aplicação (I)	Excesso de movimentação dos materiais e pessoas na execução (II)
	Super processamento (D)	-	Excesso de pessoas envolvidas no processo de aprovação de compras (I)	Realizações de operações desnecessárias (II)
	Estoque (E)	-	Aquisição de materiais antes da demanda (I)	Produção antecipada (II)
				Uso de espaços desnecessários (III)
Movimento não produtivo (F)	-	-	Baixa agilidade da mão de obra (I)	
Retrabalho (defeitos) (G)	Revisões (Resolução de interferência com demais projetos) (I)	Produto defeituoso no recebimento (II)	Utilização de técnicas não recomendadas às operações (III)	
			Retorno para manutenção corretiva (IV)	

Figura 3 – Modelo de Análise - Constructo, variáveis e indicadores

O *constructo* é um recurso metodológico que, segundo Martins e Pelissaro (2005), serve para explorar algum conceito teórico, baseando-se em variáveis observáveis e mensuráveis, cujo significado é construído intencionalmente a partir de um determinado marco teórico.

O *constructo* “desperdício” foi criado para identificar as principais perdas em cada etapa do macro processo impermeabilização, caracterizado pelo uso intensivo de mão de obra de baixa qualificação, além de baixo investimento em inovação tecnológica. As variáveis mensuráveis foram definidas com base na eficiência dos processos, que segundo Ohno (1997) está fortemente associada à redução dos desperdícios.

Para aferição dos indicadores foram aplicados três diferentes tipos de questionário, estruturados com questões fechadas e abertas, relacionadas à respectiva atividade de cada um dos processos (projeto, aquisição e execução), tendo como objetivo obter informações e percepções das empresas, quanto às suas atividades. No total foram realizadas dezesseis entrevistas com os três principais intervenientes, sendo 2 (dois) projetistas, 10 (dez) construtoras e 4 (quatro) aplicadores. Com exceção de um dos projetistas, que está sediado na cidade de Recife-PE, as demais empresas estão sediadas na cidade de Salvador-BA.

Além das entrevistas semi-estruturadas, foram realizadas oito visitas a canteiros de obra, como forma de observação direta para extrair informações sobre a execução dos serviços de impermeabilização, fazendo-se um registro fotográfico, complementando assim as informações para análise da inter-relação da impermeabilização com os outros sistemas construtivos utilizados na construção civil.

4.2 - Tratamento de dados

As respostas às perguntas dos questionários referentes ao *constructo* “desperdícios” foram tabuladas para cada etapa do processo integrado do sistema de impermeabilização, ou seja, processo de projeto, processo de aquisição e processo de execução. Essa tabulação obedeceu ao critério de favorabilidade das respostas, o qual representa o grau de aproximação dos indicadores em relação às práticas de gestão tidas como excelentes para o *constructo* em análise.

As alternativas de respostas dos questionários permitiram classificá-las, sempre, como: (a) positivas em relação às práticas prescritas para o constructo; (b) parcialmente positivas, ou (c) negativas em relação às práticas para o constructo. Na tabulação, as respostas positivas foram identificadas com a palavra “sim”; as respostas negativas foram identificadas com a palavra “não”; e as respostas que manifestaram cumprimento parcial às prescrições do constructo foram identificadas com a palavra “parcial”, denominação esta escolhida em razão do atendimento incompleto às prescrições, revelado por estas respostas.

A seguir calculou-se um índice de favorabilidade das respostas, representado pelo percentual de respostas que convergiam positivamente para as prescrições do constructo. Para tanto, as respostas “sim” receberam pontuação 1 (hum); as respostas “parcial” receberam pontuação 0,5 (um meio); e as respostas “não” receberam pontuação 0 (zero).

Construiu-se então uma tabela para cada processo (projeto, aquisição e execução), em que foram apresentados, para cada indicador do constructo, o respectivo percentual de favorabilidade (aderência às prescrições) revelado pelo grupo de empresas investigado em cada processo. Assim, para cada indicador, o percentual de favorabilidade foi dado pela soma de todos os pontos obtidos pelo indicador dividido pelo número de empresas do processo investigado.

Convencionou-se que percentuais de favorabilidade iguais ou superiores a 75% refletiriam que o indicador seria “satisfatório” e consistiria em um “ponto positivo” da gestão. Indicadores com percentuais menores que 75% seriam vistos como “oportunidades de melhorias”.

Além das respostas relacionadas às entrevistas, os registros fotográficos obtidos nas obras foram de fundamental importância para evidenciar os principais problemas relacionados ao desperdício no processo de execução da impermeabilização, servindo como servir de documento para analisar as questões relacionadas à interação do sistema construtivo em estudo, com outros sistemas construtivos existentes nas edificações residenciais.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas respostas dos questionários e registros feitos durante as visitas aos canteiros de obra foi feito o tratamento dos dados para apresentação dos principais resultados a seguir.

5.1 Caracterização das obras das construtoras entrevistadas

Para caracterização das 10 (dez) obras das empresas entrevistadas, foram considerados aspectos técnicos e econômicos de ordem geral dos empreendimentos, bem como as características relacionadas ao sistema de impermeabilização. A Figura 4 resume as informações.

ASPECTO \ EMPRESA		C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Total	%
Tipo do empreendimento		Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial	Edifício Residencial		
Área construída (m ²)		23.800	98.700	5.480	90.390	7.300	56.070	11.560	26.250	57.500	14.000	391.050	
Área impermeabilizada (m ²)		10.060	16.440	1.130	34.460	2.130	15.387	2.240	5.540	9.320	5.114	101.821	
Nº Func.	Próprios	186	630	90	500	80	850	100	70	350	75	2.931	62%
	Terceiros	270	310	30	550	80	200	20	180	130	45	1.815	38%
Impermeabilização (m ²)	Total	10.060	16.440	1.130	34.460	2.132	15.387	2.239	5.540	9.320	5.114	101.822	
	Manta asfáltica	4.660	13.380	660	11.250	1.580	13.110	1.180	2.560	5.200	3.570	57.150	56%
	Asfalto	0	0	0	0	0	0	192	0	3.580	0	3.772	4%
	Argamassa polimérica	5.400	3.060	470	23.210	552	2.277	867	2.980	540	1.544	40.900	40%
Custo Imperm./Custo obra (%)		1,95%	0,45%	1,00%	0,85%	1,20%	1,00%	0,80%	1,00%	1,30%	1,00%		

Figura 4 – Características das obras visitadas

5.2 Desperdícios relacionados à inter-relação da impermeabilização com outros sistemas construtivos

A presença de inúmeros sistemas construtivos tratados de forma isolada contribui para o aumento de custos de produção, aumento de falhas no produto e no processo e proporciona um processo de execução sem otimização de recursos.

Normalmente, segundo os entrevistados, os profissionais responsáveis pelos demais projetos que compõem uma obra não levam em consideração o sistema de impermeabilização no desenvolvimento de suas atividades. No entanto, a impermeabilização exige algumas condições construtivas que precisam ser observadas pelos demais projetos e que são de fundamental importância para o desempenho da impermeabilização.

De acordo com os entrevistados, o projeto de impermeabilização possui interface com outros projetos, tais como o projeto estrutural, projeto de instalação hidráulica e elétrica, projeto de alvenaria, projeto de revestimento e o projeto de paisagismo. Porém, alguns projetistas não fazem uma boa análise destes projetos para que as soluções dadas para a impermeabilização sejam adequadas. Reforçando estas informações, algumas destas interferências foram observadas in loco, durante as visitas às obras, conforme registro a seguir.



Foto 1



Foto 2

As fotos 1 e 2 mostram o desperdício gerado na argamassa de revestimento interno por falta de compatibilização entre o projeto estrutural com a impermeabilização, não prevendo rebaixo na laje da varanda.



Foto 3

A foto 3 mostra o detalhe de uma piscina, onde o projeto não se preocupou com as condições de aplicação do sistema de impermeabilização. Neste caso a especificação da impermeabilização previa a aplicação de manta asfáltica, mas o encontro entre duas paredes da piscina possuía um ângulo que impossibilitou a aplicação da impermeabilização. Desta forma foi necessária a revisão no projeto da piscina para correção do encontro destas paredes, gerando um custo adicional não previsto.

Em relação às instalações hidráulicas, foi comum observar nas obras visitadas a perfuração da impermeabilização já instalada, para passagem de tubulações do sistema de água, irrigação ou iluminação, cujas instalações deveriam anteceder à execução da impermeabilização. Este processo revela a falta de planejamento das atividades da obra, acarretando em atrasos, gastos imprevistos e danos ao sistema de impermeabilização depois de instalado, conforme as fotos 4 e 5.



Foto 4



Foto 5

A falta de rebaixo nas alvenarias perimetrais das áreas externas, para embutimento dos sistemas de impermeabilização, conduz a elevadas espessuras de revestimentos da alvenaria em toda a extensão vertical da parede, para que se possa atender a espessura da camada de proteção mecânica vertical da impermeabilização, conforme foi observado na foto 6.



Foto 6

No caso dos revestimentos de argamassa para regularizar a laje a ser impermeabilizado, foi observada em diversas obras visitadas, a quebra desta argamassa ao redor dos ralos, para executar o rebaixo ao redor dos ralos, para garantir a instalação do sistema de impermeabilização com manta asfáltica, como mostra a foto 7. Isso leva à retrabalho, atraso da obra e desperdício de material.



Foto 7

Tendo em vista os pontos de interface entre o sistema de impermeabilização e outros sistemas presentes nas obras, pode-se concluir que algumas ocorrências de problemas com o sistema de impermeabilização se dão pela falta de compatibilização de projetos, que segundo Solano (2005) não representa apenas a sobreposição de desenhos, mas também a preocupação com a criação de um programa de necessidades, a viabilidade técnico-econômica e a facilitação do fluxo de produção.

5.2.1.1 Avaliação dos desperdícios a partir do modelo de análise

Conforme foi comentado, a melhoria da eficiência de um processo está associada à identificação, redução e ou eliminação dos desperdícios de recursos de qualquer natureza, a exemplo dos materiais, mão de obra, equipamentos e capital.

Ao analisar o processo integrado da impermeabilização, com base nos resultados obtidos com a aplicação do modelo proposta de análise, considerando o aspecto dos desperdícios elencados por Ohno (1997), foi possível identificar as principais perdas em cada um dos processos, sinalizando assim as oportunidades de melhoria.

No processo de projeto, o primeiro desperdício observado foi o tempo de espera para recebimento de informações para andamento dos projetos de impermeabilização. Com isso, se gasta mais tempo que o necessário para execução dos projetos.

O retrabalho durante as atividades de projeto também é outra forma de desperdício identificada. Como já foi comentado, existem muitas mudanças nos demais projetos, da obra, que interferem na impermeabilização, e que necessitam ser consideradas. Desta forma, o uso de projetos obsoletos, durante a elaboração do projeto de impermeabilização, contribui para a definição de metragens de áreas de impermeabilização erradas, gerando erro no quantitativo de materiais, e consequentemente desperdício devido a compras desnecessárias de materiais.

Quanto às fontes de desperdícios geradas no processo de aquisição da impermeabilização, pode-se observar que as mesmas estão relacionadas, em sua maioria, ao tempo de espera para aprovação da compra, devido ao excesso de pessoas envolvidas nesta atividade. Segundo os entrevistados, isso ocorre quando a diretoria é envolvida ou quando existe uma empresa gerenciadora da obra.

Outra fonte de desperdício identificado foi a grande movimentação dos materiais em função do armazenamento dos mesmos em locais distantes do local de aplicação. A preocupação maior da construtora é a guarda dos materiais em lugar protegido. No entanto, Observou-se que na sua movimentação até os locais a serem aplicados, podem ocorrer perdas devido a avarias ocorridas no trajeto, além da perda de tempo na movimentação quando as distâncias percorridas são grandes.

Foi possível observar, também, em algumas obras, que a construtora tem o hábito de comprar todo o material para a execução da impermeabilização da obra, ou grande parte do mesmo, sem que haja a necessidade imediata para uso, gerando outro desperdício, na forma de estoque desnecessário. A falta de cuidados com esse estoque pode provocar perdas devido a danos nas embalagens e até mesmo

vencimento do prazo de uso dos produtos. Segundo algumas construtoras entrevistadas, isso faz parte da cultura da empresa para evitar falta de material durante os serviços.

A maior quantidade de fontes de desperdícios na impermeabilização ocorre no processo de execução. Foi possível observar nas obras visitadas, que é comum o início das atividades de execução da impermeabilização em locais que ainda não estão preparados para serem trabalhados, pois não atendem a algumas das necessidades exigidas no processo de aplicação. Isso foi evidenciado em quatro obras das empresas entrevistadas.

Nessas mesmas empresas, observou-se, com frequência, operários parados aguardando a chegada de material ao local de trabalho, ou esperando liberação das áreas pela construtora, devido a serviços que antecederiam a impermeabilização estarem pendentes de execução. Essa espera é mais uma fonte de desperdício evidenciada, que neste caso, se deve a falta de planejamento do seqüenciamento das etapas construtivas que antecedem a instalação da impermeabilização.

Outra fonte de desperdício observada foi o retrabalho de serviços realizados, provavelmente causados por uso de práticas não recomendadas para a execução da impermeabilização, que provoca danos prematuros aos sistemas instalados. Muitos erros cometidos que foram evidenciados e registrados, são básicos, considerando que as empresas de aplicação são especializadas em impermeabilização.

Nas obras visitadas, observou-se a falta de inspeção durante a realização dos serviços e ao final destes, que pode ser feita por profissional da própria construtora ou por um profissional contratado por esta para desempenhar esta função. No entanto, é fundamental que estes profissionais tenham conhecimento técnico na área de impermeabilização e autonomia para exigir as correções necessárias, e até mesmo a paralisação dos serviços.

A seguir é apresentado um quadro resumo elencando os pontos positivos e oportunidades de melhoria construídas a partir da análise dos desperdícios observados para os três processos que compõem o macro processo de impermeabilização (Figura 6).

CONSTRUCTO	PONTOS POSITIVOS	OPORTUNIDADES DE MELHORIA
Desperdício no Processo de Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo gasto na realização do projeto 	<ul style="list-style-type: none"> • Divergência nas áreas do projeto de impermeabilização e área real na obra, gerando aquisição a maior de materiais. • Projeto gerado em desacordo com a demanda do cliente (construtora). • Número de revisões no projeto em função de alterações em outros projetos.
Desperdício no Processo de Aquisição de Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Agilidade na definição dos produtos para compra 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobra de material de impermeabilização na obra • Espera para aprovação da compra • Disponibilização de material em local distante da área a ser utilizado • Excesso de pessoas envolvidas no processo de aprovação da compra • Aquisição dos materiais antes da necessidade • Não conformidades no recebimento
Desperdício no Processo de Execução	<ul style="list-style-type: none"> • Uso somente de operações necessárias • Emprego de mão de obra ágil 	<ul style="list-style-type: none"> • Trabalho em locais sem preparação de área • Trabalhador parado aguardando material • Trabalhador parado esperando liberação de área • Excesso de movimentação de materiais • Uso de espaços desnecessários • Prática de técnicas não recomendadas • Retorno prematuro para manutenção corretiva

Figura 6 – Resumo dos desperdícios nos processos de impermeabilização

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo trabalho propôs um estudo sobre a avaliação de desperdícios no sistema de impermeabilização de forma integrada, analisando a inter-relação dos três principais intervenientes responsáveis pelos processos de projeto, aquisição de materiais e execução dos serviços de impermeabilização, bem como a relação desse sistema com outros sistemas presentes na construção civil.

Com base nos resultados apresentados, concluí-se que as fontes de desperdícios observadas no processo integrado de impermeabilização sinalizam uma ineficiência da gestão deste subsistema, bem como a falta de sua integração com os demais sistemas construtivos existentes na construção, civil.

Para minimizar alguns dos problemas levantados neste artigo, a seguir são apresentadas algumas recomendações:

- a) Sugere-se a contratação de um projeto de impermeabilização e não apenas uma especificação, com o objetivo de garantir um sistema de impermeabilização mais eficiente no custo, na qualidade, e com maior durabilidade.
- b) Recomenda-se que os outros projetos da obra sejam elaborados considerando as suas interfaces com a impermeabilização, de forma a reduzir as dificuldades de instalação da impermeabilização, bem como considerar as suas necessidades.
- c) É importante que o projeto de impermeabilização facilite a gestão de compras e controle dos materiais na obra, onde pode ser utilizado um quadro resumo contendo os sistemas e quantidade de materiais utilizados em cada local de aplicação, de forma transparente, auxiliando o controle visual.
- d) Sugere-se que toda a atividade de impermeabilização seja fiscalizada por profissional capacitado e que este aplique um *check list* de verificação das condições e liberação das áreas a serem impermeabilizadas.
- e) Recomenda-se a realização de um treinamento em conjunto para a construtora e a empresa de aplicação, sobre o projeto de impermeabilização a ser executado. As oportunidades de melhoria devem ser discutidas na presença do projetista.
- f) Sugere-se que a aquisição dos materiais deva acontecer em um período próximo à sua utilização, para evitar avarias no armazenamento, perdas devido à movimentação interna e até mesmo, erro de aplicação quando há falta de organização e controle de materiais.
- g) É importante que as construtoras e as empresas contratadas para aplicação da impermeabilização criem um cronograma de execução da impermeabilização, de forma a facilitar o controle da disponibilidade e fluxo de materiais na obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574** – Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro, 2008. 14p.

_____. **NBR 9575** – Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2003. 12p.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. Tese (doutorado). Escola Politécnica – USP – Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

CHIAVENATO, I. **Administração de Produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005 – 6ª Reimpressão.

COLOMBO, C. R, BAZZO, W. A. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS**. 2001. <http://www.oei.es/salactsi/colombobazzo.htm> , acessado em agosto de 2011.



FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. **Mentalidade Enxuta na Cadeia de Fornecedores da Construção Civil – Aplicação de Macro-mapeamento**. 10p III SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Produção. São Carlos-SP. 2003.

GIL, ANTÔNIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª edição, São Paulo: Atlas, 2009.

HEINECK, L. F. M.; ROCHA, F. E. M.; PEREIRA, P. E.; LEITE, M. O. **Introdução aos conceitos Lean: visão geral do assunto**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2009. (Coletânea Edificar Lean – construindo com o Lean Management, v.1).

HEINECK, L. F. M.; ROCHA, F. E. M.; PEREIRA, P. E.; LEITE, M. O. **Aplicação dos conceitos Lean na construção civil**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2009. (Coletânea Edificar Lean – construindo com o Lean Management, v.2).

ISATTO, E.L., FORMOSO, C.T., CESARE, C.M., HIROTA, E.H., ALVES, T.C.L. **Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, 296 p. Espoo 2000.

MANSO, M. A; FILHO, C. V. M. **Gestão e coordenação de projetos em empresas construtoras e incorporadoras: Da escolha do terreno à avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Pini, 2011.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseada na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC. Florianópolis, 2002.

ROCHA, F. E. M. **Planejamento Lean**. Entrevista à revista Técnica, n. 151. Pag 20 a 23. 2009

SALLES, M. J. C. **Lean construction na prática**. Revista Guia da Construção. nº 102, Ano 63. P.32-34. Janeiro. 2010.

SOLANO, R. S. **Compatibilização de projetos na construção civil de edificações: Método das dimensões possíveis e fundamentais**. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. 2005

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 10ª ed. São Paulo. Pini: SInduscon, 2009