



FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E TECNOLOGIA
INDUSTRIAL

MESTRADO PROFISSIONAL

JORGE LUIZ DE AQUINO LIMA

PROCESSO INTEGRADO DE PROJETO, AQUISIÇÃO E
EXECUÇÃO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO
EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: DIAGNÓSTICO E
PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS DE GESTÃO

Salvador

2012

JORGE LUIZ DE AQUINO LIMA

**PROCESSO INTEGRADO DE PROJETO, AQUISIÇÃO E
EXECUÇÃO DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO EM
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS: DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE
MELHORIAS DE GESTÃO**

Dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

Co-orientador(a): Profa. Dra. Dayana Bastos Costa

Salvador

2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

L732p

Lima, Jorge Luiz de Aquino

Processo integrado de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização em edifícios residenciais: diagnóstico e proposição de melhorias de gestão. / Jorge Luiz de Aquino Lima. 2012.

128f.il.; color.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos

Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial) - Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC, Salvador, 2012.

1. Impermeabilização. 2. Gestão de processos. 3. Qualidade - Construção civil. I. Faculdade de Tecnologia Senai-CIMATEC. II. Passos, Francisco Uchoa. III. Título.

CDD: 693.892

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada "Processo Integrado de Projeto, Aquisição e Execução de Sistemas de Impermeabilização em Edifícios Residenciais: Diagnóstico e Proposição de Melhorias de Gestão", apresentada no dia 16 de agosto de 2012, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientador:




Prof. Dr. Francisco Uchoa Passos
SENAI CIMATEC

Coorientadora:



Prof. Dr. Dayana Bastos Costa
UFBA

Membro Interno:



Prof. Dr. Lynn Rosalina Gama Alves
SENAI CIMATEC

Membro Externo:



Prof. Dr. Jardel Pereira Gonçalves
UFBA

Dedico este trabalho ao meu pai, José de Sena Lima (in memoriam), pelo incentivo ao estudo que sempre me deu, apesar da pouca oportunidade que teve. Ainda assim, demonstrou ser um homem de grande sabedoria e simplicidade para vencer os desafios da vida, sem esquecer o seu papel de ajudar ao próximo.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida a mim concedida.

À minha mãe Maria Valdelice e ao meu pai José de Sena (*in memoriam*), o meu eterno agradecimento pela minha educação e formação como cidadão.

À minha esposa Ana Gabriela, a quem eu devo o incentivo e força para transpor mais esta etapa da vida. Pelo seu companheirismo, compreensão, cumplicidade, contribuições e amor.

Aos meus filhos Gustavo e Cecília, pela compreensão da minha ausência nas idas ao cinema e passeios que eu não pude estar presente.

Ao professor Francisco Uchoa, pela orientação e contribuição ao tema desenvolvido nesta dissertação, sempre com paciência para ler e revisar todas as versões, com a competência de um mestre.

À professora e amiga Dayana pela coorientação neste trabalho de pesquisa, onde suas contribuições foram fundamentais para a estruturação e delineamento da pesquisa.

Aos professores do programa do mestrado do SENAI CIMATEC, pelo conhecimento transmitido de forma competente e pela amizade.

Aos colegas e amigos do mestrado, pelo estudo em conjunto e pelo laço de amizade construído.

Ao SENAI CIMATEC pela oportunidade.

À empresa Viapol Ltda, na pessoa de Benedito Lima, pelo total apoio para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O sistema de impermeabilização na construção de edifícios residenciais passou a ser objeto de preocupação de muitas empresas construtoras, em função dos reparos pós entrega em obras com 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. Desta forma, o problema de pesquisa definido foi como melhorar a gestão do sistema de impermeabilização em edifícios residenciais, a partir da análise de sua cadeia de valor e das interfaces com outros sistemas construtivos presentes na construção civil. Como método de pesquisa, inicialmente foi construído um modelo de análise baseado na construção enxuta, com foco no fluxo de informação, no desperdício e na conformidade com normas. Numa segunda etapa foi feita uma pesquisa de campo, através de visitas às obras e entrevistas com projetistas, construtoras e aplicadores de impermeabilização, reunindo-se 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 global de impermeabilização, com foco na capacitação, transparência dos processos e maior controle das atividades de execução, promovendo-se melhores resultados, como redução de custos e desperdícios, com conseqüente melhoria da qualidade. O presente trabalho poderá favorecer às empresas de construção civil diretrizes para melhorar a gestão do processo de impermeabilização, possibilitando a redução de retrabalhos devido a falhas no sistema de comunicação na cadeia de impermeabilização. Assim, contribui-se para reduzir os serviços de manutenção das construções, gerando-se menos desperdícios para sociedade.

Palavras-chave: Impermeabilização, gestão de processos, qualidade na construção civil.

ABSTRACT

The waterproofing system in the construction of residential buildings has become the object of concern for many construction companies, depending on the repairs after delivery, works with problems of infiltration. Generally, these problems involve the removal and loss of other building systems applied before and after sealing, for example concrete structures and coatings. In this way, the research problem set was how to improve the management of the waterproofing system in residential buildings, from the analysis of their value chain and the interfaces with other construction systems present in construction. As a method of research was initially built an analysis model based on lean construction, how to focus on the flow of information, on waste and on compliance with standards. In a second step was made a field research, through visits to the works and interviews with designers, builders and waterproofing applicators, gathering information that made it possible to understand the activities isolated from each actor and their interrelationships. The results showed the need for greater integration between the stakeholders of the global process of waterproofing, with focus on empowerment, transparency of procedures and greater control of execution activities, promoting better results, such as cost reduction and waste, with consequent improvement of quality. This work can promote construction firms guidelines for improving the management of the process of waterproofing, enabling the reduction of rework due to failures in communication system in waterproofing. Thus, helps to reduce the maintenance of buildings, generating less waste to society.

Keywords: *waterproofing, processes management, quality in construction.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Questões de pesquisa	05
1.2 Objetivos	06
1.2.1 Objetivo geral	06
1.2.2 Objetivos específicos	06
1.3 Estrutura do trabalho	07
2 ASPECTOS TÉCNICOS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO ...	08
2.1 Sistemas de impermeabilização	08
2.2 Aspectos do projeto de impermeabilização	12
2.3 Aspectos do processo executivo da impermeabilização	18
3 ASPECTOS DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO	23
3.1 Compatibilização de projetos	23
3.2 Construção enxuta	26
3.3 Controle de recebimento de materiais e o fluxo de informações	36
3.3 A gestão dos sistemas de impermeabilização e as prescrições da construção enxuta	38
4 MÉTODO DE PESQUISA	42
4.1 Delineamento da pesquisa	42
4.1.1 Etapa 1 – O modelo de análise	43
4.1.2 Etapa 2 – Trabalho de campo	47
4.1.3 Etapa 3 – Tratamento de dados	53
4.2 Limitações do método	54
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	56
5.1 Mapeamento da cadeia de valor do processo de impermeabilização	56
5.1.1 Caracterização das obras das construtoras visitadas	56
5.1.2 Descrição geral do processo integrado de impermeabilização	64
5.1.2.1 Processo de Projeto	64
5.1.2.2 Processo de aquisição	66
5.1.2.3 Processo de execução	68
5.1.3 Análise crítica da interface do projeto de impermeabilização com outros projetos	71

5.2 Avaliação do processo de impermeabilização com base no modelo de análise	83
5.2.1 Avaliação do processo de projeto	83
5.2.1.1 Fluxo de informação no processo de projeto	83
5.2.1.2 Desperdícios no processo de projeto	84
5.2.1.3 Conformidade no processo de projeto	86
5.2.1.4 Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de projeto	86
5.2.2 Avaliação do processo de aquisição	88
5.2.2.1 Fluxo de informação no processo de aquisição	89
5.2.2.2 Desperdícios no processo de aquisição	89
5.2.2.3 Conformidade no processo de aquisição	91
5.2.2.4 Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de aquisição	91
5.2.3 Avaliação do processo de execução	94
5.2.3.1 Fluxo de informação no processo de execução	94
5.2.3.2 Desperdícios no processo de execução	95
5.2.3.3 Conformidade no processo de aquisição	97
5.2.3.4 Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de execução	98
5.2.4 Discussão da avaliação do processo integrado de impermeabilização com base no modelo	100
5.2.4.1 Fluxo de informação no processo integrado de Impermeabilização	100
5.2.4.2 Ineficiência dos processos provocada pelo desperdício	103
5.2.4.3 Atendimento às normas e procedimentos dos sistemas de impermeabilização	105
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	107
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
APÊNDICES	117
Apêndice A – Roteiro da entrevista com projetistas (Projeto)	118
Apêndice B – Roteiro da entrevista com construtoras (Aquisição)	120
Apêndice C – Roteiro da entrevista com aplicadores (Execução)	123

Apêndice D – Tabulação das entrevistas com projetistas	126
Apêndice E – Tabulação das entrevistas com construtoras	127
Apêndice F – Tabulação das entrevistas com aplicadores	128

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Fluxo para recebimento de materiais – almoxarife	37
Figura 3.2 – Fluxo para recebimento de materiais – engenheiro e mestre- de-obra	38
Figura 4.1 – Etapas da pesquisa	43
Figura 4.2 – Delineamento global da pesquisa	48
Figura 5.1 – Participação de funcionários terceirizados e próprios	58
Figura 5.2 – Locais impermeabilizados (Ocorrências, nº de obras)	59
Figura 5.3 – Responsáveis pela decisão da impermeabilização (ocorrências na amostra de construtoras)	61
Figura 5.4 – Distribuição dos sistemas de impermeabilização	63
Figura 5.5 – Custo da impermeabilização / Custo da obra	64
Figura 5.6 – Fluxograma do processo de projeto de impermeabilização	66
Figura 5.7 – Fluxograma do processo de aquisição da impermeabilização .	67
Figura 5.8 – Fluxograma do processo de execução da impermeabilização	69

LISTA DE FOTOS

Foto 5.1 – Laje de varanda com rebaixo insuficiente	72
Foto 5.2 – Espessura de revestimento de piso interno para compensar falta de rebaixo na varanda	73
Foto 5.3 – Aplicação da impermeabilização numa junta estrutural	73
Foto 5.4 – Detalhe de uma piscina em concreto	74
Foto 5.5 – Detalhe de uma varanda	75
Foto 5.6 – Tubos passantes próximos à laje	76
Foto 5.7 – Tubos passantes próximos à parede	77
Foto 5.8 – Perfuração da impermeabilização para passagem de tubulação de água	77
Foto 5.9 – Instalação do sistema de irrigação após a instalação da impermeabilização	77
Foto 5.10 – Entrada dos conduítes na caixa de elétrica	78
Foto 5.11 – Espessura do revestimento em paredes externas	79
Foto 5.12 – Quebra de revestimento com dano na impermeabilização instalada	80
Foto 5.13 – Execução de rebaixo após regularização de toda a laje externa	80
Foto 5.14 – Impermeabilização em laje de cobertura com a platibanda sem revestimento externo	81
Foto 5.15 – Execução de impermeabilização antes de serviços de estrutura e alvenaria	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Detalhes construtivos segundo a NBR 9575	15
Quadro 2.2 – Critérios a serem considerados na seleção da impermeabilização	16
Quadro 3.1 – Princípios da construção enxuta segundo Koskela (2000) ..	35
Quadro 3.3 – Contribuição dos autores revistos ao presente trabalho	41
Quadro 4.1 – Constructos, variáveis e indicadores	44
Quadro 4.2 – Perfil das empresas entrevistadas (Processo de Projeto)	49
Quadro 4.3 – Perfil das empresas entrevistadas (Processo de Aquisição)	50
Quadro 4.4 – Perfil das empresas entrevistadas (Processo de Execução)	51
Quadro 5.1 – Características das obras visitadas	57
Quadro 5.2 – Relação área impermeabilizada x área construída	59
Quadro 5.3 – Interferência do projeto estrutural com o sistema de impermeabilização	72
Quadro 5.4 – Interferência dos projetos de instalações com o sistema de impermeabilização	76
Quadro 5.5 – Interferência dos projetos de alvenaria, de revestimento e de paisagismo com o sistema de impermeabilização	79
Quadro 5.6 – Princípios de compatibilização afetados pelas interfaces não solucionadas	82
Quadro 5.7 – Pontos positivos e oportunidades de melhoria no processo de projeto	88
Quadro 5.8 – Pontos positivos e oportunidades de melhoria no processo de aquisição	93
Quadro 5.9 – Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de execução	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Análise da Favorabilidade dos Indicadores – Processo de Projeto	87
Tabela 5.2 – Análise de Favorabilidade dos Indicadores – Processo de Aquisição	92
Tabela 5.3 – Análise da Favorabilidade dos Indicadores – Processo de Execução	99

1 INTRODUÇÃO

A estabilidade econômica do país, somada ao desenvolvimento tecnológico e normativo dos sistemas construtivos, tem gerado, num ritmo acelerado, um grande volume de obras prediais para atender ao déficit habitacional brasileiro.

Esse cenário contribui 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. No entanto, deve-se evitar focar apenas nas metas de prazo e custo, não dando atenção adequada à qualidade do processo e do produto acabado. Para isso, é inevitável a modernização do setor da construção civil.

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.

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.

Fontanini e Picchi (2003), em pesquisa realizada com a cadeia de suprimentos da construção civil, enfatizam a preocupação com a forma como se pode buscar a redução de desperdício freqüente 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.

Além da gestão física dos materiais, considera-se importante que, em paralelo, a gestão da informação também seja adequadamente posta em prática nas empresas da construção civil, sendo esta uma ferramenta importante para maximizar o uso de recursos e obter posições favoráveis de competitividade.

Outro aspecto importante é o desenvolvimento de novas tecnologias e técnicas construtivas, que estão em pauta no setor da construção civil. Cada vez mais se buscam tecnologias que possibilitem não apenas a redução de custos em curto prazo, mas que, também, a médio e longo prazo, o retorno sobre o investimento seja satisfatório.

No entanto, 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 do sistema de impermeabilização¹, a escolha correta de determinado produto ou sistema, que desempenhe, efetivamente, as suas funções deveria ser pautada nas condições em que o mesmo será utilizado, não se desconsiderando 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 referentes.

Berr *et al.* (2007), em seu estudo de caso sobre dificuldades e fatores facilitadores para implementação de padronização de processos na construção civil, mostrou que a impermeabilização é um dos processos mais críticos na empresa estudada, quando diagnosticaram problemas relacionados a projetos – muitas vezes inexistentes – e à execução dos mesmos. Os autores destacaram a importância que deve ser dada à impermeabilização, responsável pela proteção dos componentes de uma construção, cujas condições de uso estão sujeitas à exposição à intempérie, com forte presença da água nas mais variadas formas de contato.

¹ Sistema de impermeabilização corresponde ao conjunto de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade a partes de uma construção (NBR 9575/2003).

Pirondi (1988) explica que a água, apesar de ser o mais puro e imprescindível componente para a vida, passa a ser um dos meios mais graves de degradação das estruturas. Por isso, o autor alerta para que seja pensada, de forma correta, a melhor maneira para proteger toda edificação exposta ao intemperismo, caracterizado por forte agressividade da água de chuva, combinada com elementos agressivos, poluidores presentes na atmosfera, em geral na forma de diversos tipos de ácidos. Essa proteção se faz com a adoção de impermeabilizantes com resistências adequadas.

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.

Motivado pelas queixas generalizadas ao PROCON da cidade de Recife, a respeito de problemas de infiltração, o Conselho Regional de Engenharia, Agronomia e Arquitetura – CREA de Pernambuco realizou um estudo detalhado, em 335 edifícios em uso naquela cidade, com o objetivo de fazer um diagnóstico do problema e dos principais fatores envolvidos. Um dos resultados da pesquisa apontou que 78,5% dos edifícios apresentavam ou já tinham apresentado problemas de infiltração e que 25% dos mesmos apresentaram este tipo de problema antes de completar dois anos de uso (CREA-PE, 1997).

Ainda devem ser enfatizados os estudos de levantamentos patológicos, dentre eles o estudo de Ioshimoto (1988), que indicaram a umidade como principal problema da edificação, evidenciado no fato de que entre 37% a 50% das patologias encontradas nas casas térreas, havia pelo menos uma falha parcial nos sistemas de revestimento. Por outro lado, as mesmas pesquisas colocam como uma das principais incidências, ocorrendo entre 25% a 29% dos casos pesquisados em casas térreas, a patologia de descolamento de revestimento.

É importante lembrar que as falhas em qualquer produto ou serviço, mesmo que prontamente recuperadas por equipes de manutenção e assistência técnica e totalmente cobertas por termos de garantia, causam, no

mínimo, a insatisfação ao consumidor, por privá-lo do uso do mesmo por determinado tempo (SORTINO, 2005).

Com base no que foi exposto, o sistema de impermeabilização na cadeia construtiva de uma edificação deve ser encarado 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 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 fluxo de informação, desperdício e conformidade, de forma a identificar problemas, suas respectivas causas e possíveis soluções para minimizá-los, com vistas a melhorar o desempenho e eficiência deste sistema.

A principal razão que justificou a escolha do sistema de impermeabilização para estudo é o grande número de manutenção corretiva para reparo das estruturas de concreto, devido a processo de corrosão de armadura ocasionada por infiltração de água. Os prejuízos associados a um reparo estrutural vão desde o elevado custo dos materiais, até os danos causados pela privação da utilização de áreas de uma construção.

Um reparo de danos causados por uma falha na impermeabilização incorre em custos maiores que o custo de instalação de um sistema de impermeabilização. Além das perdas de materiais danificados pela presença de água, envolve remoção e perdas das camadas de revestimentos e acabamento aplicadas sobre a impermeabilização e novamente os custos para instalação de um novo sistema de impermeabilização e a execução das camadas de revestimentos aplicadas posteriormente.

Outro fator importante que justifica este estudo é o desconhecimento por grande parte das construtoras sobre os processos de impermeabilização utilizados, em função da fragilidade na formação dos profissionais, no que se

refere a sistemas para proteção das estruturas.

Este desconhecimento contribui para a existência de problemas na execução da impermeabilização, que geram custos não previstos durante a obra ou na fase de pós ocupação e reduzem a vida útil da construção.

Por fim, este estudo também foi motivado pela falta de trabalhos relacionados à gestão do processo de impermeabilização, capazes de analisar e dar orientações quanto ao comportamento da sua cadeia de valor e às suas interfaces com outras cadeias produtivas em um canteiro de obras.

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. No entanto, os resultados deste estudo podem ser considerados também para estes dois tipos de obras.

1.1 Questões de pesquisa

Em vista das considerações feitas aqui, a questão focal de pesquisa que norteou este trabalho, foi: *Como melhorar a gestão do sistema de impermeabilização em edifícios residenciais, a partir da análise de sua cadeia de valor e das interfaces com outros sistemas construtivos presentes na construção civil?*

Delimitou-se aqui, estudar apenas as atividades construtivas do sistema de impermeabilização, desde a etapa de projeto até a instalação do sistema, não se abordando os detalhes dos processos industriais que resultam na produção dos produtos para impermeabilização, nem as técnicas de aferição de desempenho dos sistemas. O foco deste trabalho está no delineamento dos processos de projeto, aquisição dos materiais e execução dos sistemas de impermeabilização, avaliando-se os principais problemas de gestão existentes nestes processos.

Sendo assim, a questão geral apresentada foi desdobrada nas seguintes questões particulares:

- a) Como ocorre a integração dos intervenientes da cadeia de valor do sistema de impermeabilização e quais as interfaces com outros sistemas construtivos?

- b) Como avaliar o processo de impermeabilização sob a ótica da gestão?
- c) Quais os principais problemas de gestão do processo de impermeabilização? e
- d) Como melhorar a gestão do referido processo?

1.2 Objetivos

A partir das questões de pesquisa apresentadas, propõem-se o objetivo geral e os objetivos específicos do presente trabalho.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste estudo consiste em propor recomendações para a implementação de melhorias de gestão do processo integrado de projeto, aquisição dos materiais e execução do sistema de impermeabilização, visando otimizar as atividades que compõem o subsistema de impermeabilização.

1.2.2. Objetivos específicos

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- a) Propor um modelo para análise do processo de gestão da impermeabilização, baseado em princípios da construção enxuta e no atendimento às normas pertinentes;
- b) Mapear a cadeia de valor do processo de impermeabilização e sua interface com outros sistemas construtivos;
- c) Avaliar o processo gestão da impermeabilização visando identificar os seus principais problemas com base no modelo de análise proposto, nas perspectivas de projeto, aquisição e execução;

1.3 Estrutura do trabalho

Neste primeiro capítulo, procura-se justificar a escolha do estudo, expor os objetivos, e apresentar o escopo deste trabalho.

No capítulo 2, apresenta-se uma revisão geral sobre os sistemas de impermeabilização, seu projeto e execução.

No capítulo 3, apresenta-se breve revisão de princípios de gestão relacionados à construção enxuta e aos fluxos de informações e de materiais.

No capítulo 4, apresenta-se o método de pesquisa utilizado neste trabalho, compreendendo a estratégia e o delineamento das etapas da pesquisa, bem como as atividades realizadas em cada etapa.

No capítulo 5, apresentam-se e discutem-se os resultados obtidos neste estudo, juntamente com a análise crítica dos processos de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização, seguida das diretrizes para a melhoria da gestão destes processos.

Na última seção apresentam-se as conclusões do presente trabalho e as recomendações para melhoria da gestão do processo integrado da impermeabilização e para trabalhos futuros.

2. ASPECTOS TÉCNICOS DO PROCESSO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

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 internas², muros e pisos em contato com o solo, reservatórios e piscinas.

Este capítulo dedica-se a comentar aspectos técnicos relevantes para o processo de impermeabilização. Inicialmente, faz-se uma introdução sobre os sistemas de impermeabilização utilizados na construção civil. Em seguida, é feita uma introdução sobre aspectos de projeto de edificações e são apresentadas as principais diretrizes gerenciais para o projeto de impermeabilização e a sua execução.

2.1 Sistemas 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.

A escolha de um determinado material para impermeabilizar uma edificação passa pela análise criteriosa das propriedades e requisitos do material relativo ao seu comportamento frente às condições impostas pela área a ser impermeabilizada. Sendo assim, para cada finalidade de aplicação existirão materiais específicos e outros aspectos como forma de aplicação, natureza do substrato e necessidade de proteção do material (BAUER; VASCONCELOS; GRANATO, 2007).

Na construção civil, em especial nos serviços de impermeabilização, alguns materiais têm destaque, como os asfaltos, as argamassas cimentícias e

² Lajes localizadas em áreas cobertas, que possuem contato eventual com a água, a exemplo de varandas, banheiros e áreas de serviço.

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) Membranas³ flexíveis moldadas in loco - emulsões asfálticas, soluções asfálticas, emulsões acrílicas, asfaltos oxidados, asfaltos modificados.
- b) Mantas⁴ 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.

Para Bauer, Vasconcelos e Granato (2007) os sistemas de impermeabilização podem ser classificados e escolhidos considerando-se diversas características, modos de aplicação e condições de trabalho, tais como:

- I. Quanto à flexibilidade:
 - a) Flexíveis – possuem flexibilidade e capacidade de deformação capaz de absorver as movimentações das estruturas, sem apresentar fissuras, rasgamentos e outras falhas. Os mesmos podem ainda ser divididos em sistemas de alta flexibilidade (membranas de asfaltos poliméricos em solução, mantas de butil, mantas de EPDM – borracha de etileno-propileno-dieno, mantas de PVC – cloreto de polivinila, membranas de neoprene), média flexibilidade (emulsões⁵ asfálticas poliméricas, membranas acrílicas, asfaltos com baixo teor de polímero, e outros); e baixa flexibilidade (asfalto oxidado e emulsão asfáltica com carga)

³ Produto impermeabilizante, moldado no local, com ou sem estruturante (NBR 9575, 2003)

⁴ Produto impermeável, pré-fabricado, obtido por calandragem, extensão ou outros processos, com características definidas (NBR 9575, 2003).

⁵ Dispersão de um líquido obtida através de um agente emulsificante (NBR 9575, 2003).

- b) Rígidos – sistemas que possuem limite de utilização em função da existência de deformação do substrato. Dependendo da deformação, não é indicado, pois pode provocar a sua ruptura. Como exemplos existem os concretos e argamassas com aditivos hidrofugantes e os cimentos cristalizantes.
- c) Semi-flexíveis – não se enquadram como sistema rígido nem flexível, tendo a característica de baixo módulo de elasticidade, mas que suportam determinado limite de deformação do substrato (suportam fissuras de até 0,3 mm). Exemplos deste sistema são as pinturas de base epóxi flexibilizadas e as membranas de argamassa polimérica semi-flexível.

II. Quanto à metodologia de aplicação:

- a) Membranas – sistemas moldado in loco, com diversas camadas, podendo ser incorporado um material estruturante ou não. As aplicações destas membranas podem ser a quente ou a frio. São exemplos o asfalto oxidado, o asfalto elastomérico, a membrana de poliuréia, as emulsões asfálticas, as emulsões acrílicas, os cimentos poliméricos, as pinturas de epóxi com alcatrão, as membranas de asfalto polimérico e outros.
- b) Mantas – Sistemas pré-fabricados ou industrializados, com características bem definidas. A principal vantagem deste sistema é o maior controle industrial e menor interferência de erros de aplicação. Mantas asfálticas, mantas butílicas, EPDM (borracha de etileno-propileno-dieno), PVC (cloreto de polivinila) e PEAD (polietileno de alta densidade) são exemplos deste tipo de sistema.

III. Quanto à solicitação imposta pela água:

- a) Pressão unilateral ou bilateral
 - a.1 – Pressão hidrostática positiva – sistema impermeabilizante capaz de suportar a pressão da água que atua no sentido da aderência do sistema ao substrato. A impermeabilização das paredes internas de um reservatório é um exemplo deste tipo de pressão de água.

a.2 – Pressão hidrostática negativa – sistema de impermeabilização capaz de suportar a pressão de água que atua no sentido contrário ao da aderência do sistema ao substrato.

b) Água por condensação – sistema capaz de suportar a ação da água que atinge uma estrutura pelo processo de condensação.

c) Água de percolação – sistema capaz de suportar a ação da água de percolação e sem confinamento, a exemplo das lajes, calhas, floreiras, e outros.

d) Água por umidade do solo – sistema capaz de suportar a ação da água oriunda da umidade do solo por efeito da ascensão capilar, a exemplo de pisos em contato com o solo ou paredes com formação de bolor no rodapé.

IV. Quanto à exposição ao intemperismo:

a) Resistentes ao intemperismo – produtos ou sistemas capazes de resistir à ação dos raios ultravioleta (UV) do sol, tais como as membranas acrílicas, poliuretânicas, mantas de PEAD, membranas de asfalto com alto teor de polímero de poliuretano e outros.

b) Autoprotégidos – sistemas produzidos com camada protetora, permitindo sua exposição aos raios UV. Como exemplos deste sistema se têm as mantas asfálticas com acabamento em grânulos de ardósia ou filme de alumínio.

c) Pós-protégidos – sistemas que possibilitam acabamento posterior à sua aplicação, como a manta asfáltica mais pintura acrílica e o epóxi mais poliuretano.

d) Necessitam de proteção – produtos ou sistemas que requerem a execução de uma proteção mecânica, normalmente em argamassa de cimento e areia, por não suportarem a exposição ao intemperismo.

V. Quanto à aderência ao substrato:

a) Aderidos ao substrato – corresponde aos sistemas totalmente aderidos ao substrato. Sua grande vantagem é que quando perfeitamente aderidos, facilitam a identificação de um vazamento devido a uma possível falha de execução ou dano causado ao

sistema após aplicação, pois a água não percola para longe do local danificado. Membranas em geral, cimento polimérico, argamassa com hidrófugo e mantas asfálticas aderidas com asfalto quente são exemplos deste tipo de sistema.

- b) Parcialmente aderidos ao substrato – a aderência ocorre em alguns pontos, mas mesmo assim existe uma limitação da movimentação de água por baixo do sistema caso ocorra alguma perfuração do mesmo. A manta asfáltica aderida com maçarico é um exemplo deste tipo de sistema.
- c) Não aderido - sistemas que são aderidos ao substrato apenas nos pontos de ralos, tubulações, peças emergentes, nos rodapés e beirais. A maior vantagem deste sistema é o fato de que a movimentação da estrutura impermeabilizada exerce pouca influência neste sistema impermeabilizante, que por isso é menos exigido quanto à flexibilidade e elasticidade. São exemplos as mantas de butil, EPDM, PVC, PEAD e outros materiais.

2.2 Aspectos do projeto de impermeabilização

Não há dúvida sobre a necessidade da criação de procedimentos para a seleção dos sistemas de impermeabilização, devendo ser mais criteriosa e técnica esta etapa de projeto numa edificação (Souza e Melhado, 1998)

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.

De acordo com a mencionada norma, a escolha do tipo de sistema de impermeabilização se dá com base na solicitação imposta pelo fluido nas partes construtivas que requerem estanqueidade. Esta solicitação pode ocorrer sob quatro formas:

- a) Imposta pela água de percolação;
- b) Imposta pela água de condensação;

- c) Imposta pela umidade do solo; ou
- d) Imposta pelo fluido sob pressão unilateral ou bilateral.

A água de percolação é aquela que atua sobre uma superfície, exercendo pressão inferior a 1 KPa. A água de condensação tem origem na condensação de vapor de água presente em um ambiente sobre a superfície de um elemento construtivo deste ambiente. Umidade do solo se refere à água absorvida ou adsorvida pelas partículas do solo. Por fim, a água sob pressão, corresponde àquela que pode estar confinada ou não, exercendo uma pressão superior a 1 KPa de forma direta na impermeabilização ou de forma inversa na impermeabilização, sendo denominada de pressão positiva ou negativa, respectivamente (NBR 9575, 2003).

Segundo a referida norma, o projeto de impermeabilização deve ser composto por um projeto básico e um projeto executivo, com as seguintes características:

Projeto básico

- a) Define as soluções de impermeabilização de forma a atender às exigências de desempenho em relação à estanqueidade dos elementos construtivos e à durabilidade frente à ação de fluidos, vapores e umidade;
- b) Deve compatibilizar os demais projetos da construção, equacionando as interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos;
- c) Pela sua característica, deve ser feito durante a etapa de coordenação geral das atividades de projeto;
- d) Deve compor os documentos do projeto básico de arquitetura, definido na NBR 13532 (Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura).

Projeto Executivo

- a) Elaborado com base no projeto básico;
- b) Deve detalhar e especificar integralmente todos os sistemas de impermeabilização a serem empregados;
- c) Trata-se de um projeto especializado e pode ser feito após o projeto legal de arquitetura, mas antes do início da execução das fundações.

Segundo a norma de seleção e projeto de impermeabilização (NBR 9575), a preocupação com o projeto de impermeabilização deve garantir que não haja passagem de fluidos nas construções, nas partes que requeiram estanqueidade, com garantia de salubridade física aos usuários. O projeto deve 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.

Em relação aos sistemas adotados, a norma prevê que os mesmos devam atender a uma ou mais das seguintes exigências:

- a) Resistir às cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização, tais como: o puncionamento, o fendilhamento, a ruptura por tração, desgaste, descolamento e esmagamento;
- b) Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e contração do substrato e revestimentos, devido a variações térmicas, tais como: fendilhamento, ruptura por tração, e descolamento;
- c) Resistir à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas, tais como: desgaste e descolamento;
- d) Resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade do solo, ou o descolamento ocasionado pela perda de aderência;
- e) Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos;
- f) Resistir às deformações a que a base está submetida, considerando a capacidade do sistema em absorvê-la.

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 (Quadro 2.1).

Quadro 2.1 – Detalhes construtivos segundo a NBR 9575

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

Souza e Melhado (1997), em seu trabalho sobre parâmetros para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios, afirma que um projeto pode ser responsável por agregar eficiência e qualidade ao produto, atendendo aos interesses dos principais envolvidos no processo, como o empreendedor, o projetista, o construtor e o usuário.

No mesmo trabalho, o autor considera que a seleção do sistema de impermeabilização deve seguir algumas diretrizes, conforme segue:

- a) Atender aos requisitos de desempenho;
- b) Ter a máxima racionalização construtiva;
- c) Garantir a máxima construtibilidade;

- d) Demonstrar a adequação do sistema de impermeabilização aos demais subsistemas, elementos e componentes do edifício, especialmente a laje, o piso e a alvenaria; e
- e) Possuir custo compatível com o empreendimento;

Além destas diretrizes para seleção e projeto de impermeabilização, Souza e Melhado (1998) estabelecem alguns critérios relacionados a determinadas características, conforme Quadro 2.2.

Quadro 2.2 – Critérios a serem considerados na seleção da impermeabilização

Características	Critérios
do empreendimento	• Padrão do produto
	• Risco admitido pelo construtor
da laje	• Tipo de laje
	• Deformabilidade da laje
	• Método construtivo da laje
do ambiente	• Solicitação em relação à água
	• Dimensões e formato
Inter-relação com os demais subsistemas e elementos do edifício	• Características dos revestimentos de piso especificados
	• Tipo e características das vedações verticais
execução	• Facilidade de execução
	• Produtividade
	• Método construtivo do sistema de impermeabilização
do sistema de impermeabilização	• Garantia fornecida pelo fabricante
	• Durabilidade esperado do sistema
	• Custo global
	• Espessura total
	• Número de camadas
de mercado	• Disponibilidade de fabricantes

Outra questão a ser analisada, para qualidade de um projeto e o desempenho dos sistemas de impermeabilização, é a sua interferência com outros sistemas da construção, que por muitas vezes dificultam a instalação da impermeabilização ou comprometem a sua função principal de estanqueidade.

Yazigi (2009) relaciona algumas interferências que necessitam ser equacionadas, ratificando alguns dos detalhes construtivos estabelecidos na NBR 9575, mencionados anteriormente.

São elas:

Junta:

- a) A junta na mudança de plano dificulta a instalação da impermeabilização. O autor considera uma distância de pelo menos 30 cm do plano vertical (parede);
- b) O melhor critério é fazer com que a junta seja um divisor de água com bordas no mesmo plano;
- c) É necessário que a abertura da junta seja de pelo menos 2 cm, para facilitar o trabalho de impermeabilização;
- d) Não se devem utilizar sistemas de impermeabilização rígidos;
- e) As juntas na estrutura devem ser propagadas na regularização, na impermeabilização, na proteção mecânica e no piso de revestimento.

Soleira em área fria:

- a) Na fase de projeto da estrutura, deve-se adotar um desnível entre a área externa e a área interna, de forma a evitar a passagem de água da área interna para área externa, sobre o piso acabado, podendo provocar deterioração de outros revestimentos internos, a exemplo do piso em madeira.
- b) A impermeabilização deverá adentrar pelo menos 20 cm, a partir da parte interna da soleira, deixando sua borda inclinada para cima.

Caixão perdido:

- a) No caso da existência de caixões perdidos abaixo de lajes, deve-se proteger com impermeabilização a parte inferior do caixão, para evitar que a saturação da umidade residual interna se confunda com possível vazamento no sistema impermeabilizante da parte superior do caixão perdido;
- b) O ideal é utilizar caixão perdido sem vazios, a exemplo de poliestireno expandido (EPS).

Engaste no plano vertical (rodapé):

- a) O projeto estrutural deverá prever um rebaixo mínimo de 30 cm na base de pilares e paredes de concreto, para que seja feito o embutimento do rodapé da impermeabilização;
- b) O rodapé da impermeabilização deverá subir até uma altura de 30 cm acima do nível do piso acabado;

- c) O encontro do piso com a parede deverá ser arredondado, formando uma meia cana;
- d) Na área do chuveiro, a impermeabilização deverá subir até 1 m acima do piso acabado;
- e) A argamassa de proteção mecânica do rodapé das áreas externas deverá ser armada com tela galvanizada;
- f) Os topos da impermeabilização e da tela deverão ser fixados fortemente à parede.

Ralo:

- a) O topo do ralo deverá facear a superfície da regularização e não a face do piso acabado;
- b) A impermeabilização deverá penetrar alguns centímetros dentro dos ralos;
- c) O caixilho da grelha deverá ficar alguns centímetros acima do ralo, devendo ser fixado no material de acabamento do piso.

Tubulação que atravessa a impermeabilização:

- a) A regularização do piso deverá formar um cordão, em forma de meia-cana, junto da tubulação;
- b) A impermeabilização deverá subir na parede da tubulação até altura mínima de 30 cm acima do nível do piso acabado;
- c) O topo da impermeabilização deverá ser fixado à tubulação por meio de fita adesiva.

2.3 Aspectos do processo executivo da impermeabilização

A norma brasileira NBR 9974 (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:

- a) Áreas que requerem estanqueidade devem ser totalmente impermeabilizadas;

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

De acordo com a NBR 9974 (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

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:

- a) As trincas e fissuras devem ser tratadas de forma compatível com o sistema de impermeabilização a ser empregado;
- b) Detalhes como juntas, ralos, rodapés, passagens de tubulação, emendas, ancoragens e outros, devem ser cuidadosamente executados;
- c) 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.

A seguir serão apresentados, conforme a norma NBR 9974 (2008), alguns passos para execução de dois tipos de sistemas de impermeabilização mais comumente utilizados no ambiente em que se encontra o objeto de estudo deste trabalho. São os sistemas com argamassa polimérica e as mantas asfálticas (aplicadas com maçarico e asfalto quente).

Argamassa Polimérica

Preparação do substrato:

1. Estabilidade - garantir substrato firme, coeso e homogêneo.
2. Limpeza – restos de fôrmas, corpos estranhos, pontas de ferro, restos de produtos desmoldantes devem ser removidos e falhas e ninhos devem ser corrigidos.
3. Interferências – elementos que transpassam o substrato devem ser fixados.
4. Garantia de ancoragem – o substrato deve estar úmido, mas não com filme ou jorro de água.

Aplicação do tipo de impermeabilizante:

1. Mistura – adicionar aos poucos o componente em pó ao componente resina e misturar homogeneamente, de forma manual ou mecânica, dissolvendo os possíveis grumos, até formar uma argamassa fluida. O tempo de utilização do produto da mistura não deve ultrapassar o período recomendado pelo fabricante.
2. Aplicação – aplicar a argamassa polimérica sobre o substrato em demãos cruzadas, obedecendo ao intervalo indicado pelo fabricante, normalmente entre 2 a 6 horas, dependendo da temperatura ambiente. Caso a demão anterior já esteja seca, molhar o local antes da próxima aplicação. Quando for utilizar tela de poliéster, adicioná-la após a

primeira demão, garantindo o seu recobrimento através das demãos subseqüentes. Seguir todas as recomendações do fabricante.

3. Cura – em áreas abertas ou sob incidência solar, promover a hidratação da argamassa polimérica por no mínimo 72 horas.

Proteção mecânica:

A proteção mecânica é recomendada em locais onde exista a possibilidade de agressão mecânica.

Mantas Asfálticas

Preparação do substrato: conforme previsto na aplicação com a argamassa polimérica.

Aplicação do impermeabilizante:

1. Imprimação – aplicar uma demão do produto de imprimação⁶ com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha, de forma homogênea, aguardando sua total secagem, com exceção às mantas não aderidas ao substrato.
2. Início da aplicação – desenrolar as bobinas, para alinhamento e rebobiná-las novamente, sobre o substrato a ser impermeabilizado.
3. Aplicação:
 - a) Manta aplicada com maçarico – De preferência utilizar maçarico com controlador de chama. Direcionar a chama do maçarico, aquecendo simultaneamente o substrato com imprimação e a face de aderência da manta, com cuidado para que a intensidade da chama não danifique a manta asfáltica. Pressionar a manta do centro em direção às bordas, de forma a expulsar eventuais bolhas de ar. Sobrepor as mantas com no mínimo 10 cm, executando o selamento das emendas com rolete metálico, espátulas ou colher de pedreiro.
 - b) Manta aplicada com asfalto a quente – aquecer o asfalto em equipamento adequado a uma temperatura compreendida entre

⁶ Película, base solução ou emulsão, aplicada ao substrato a ser impermeabilizado, com a função de favorecer a aderência da camada impermeável (NBR 9575).

180⁰C a 220⁰C. Aplicar uma demão do asfalto aquecido a uma temperatura mínima de 160⁰C, com o uso de meada de fios de juta, numa distância máxima de 1,00 m à frente da bobina, para evitar o resfriamento do asfalto. O asfalto deve ser aplicado no substrato e na face inferior da bobina. Pressionar a manta de forma a expulsar possíveis bolhas de ar. Sobrepor as mantas com no mínimo 10 cm, executando o selamento das emendas através da aplicação de banho de asfalto, pressionando as emendas com rolete metálico, espátulas ou colher de pedreiro.

Teste de estanqueidade:

Após a execução da impermeabilização, recomenda-se efetuar ensaio de estanqueidade com água limpa, com duração mínima de 72 horas, para verificar possíveis falhas na execução da impermeabilização.

Proteção mecânica:

Promover proteção contra raios ultravioleta, exceto para as mantas auto-protegidas. Nas superfícies horizontais, a proteção mecânica, armada ou não, deve ser executada sobre camada separadora e/ou drenante, em locais onde existe possibilidade de agressão mecânica. E nas áreas verticais, promover proteção mecânica estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plásticos.

Yazigi (2009) comenta que a proteção mecânica só é prescindível quando, por motivos técnicos ou estéticos, a impermeabilização seja exposta. Esta proteção tem por finalidade impedir a danificação da impermeabilização, devido ao tráfego e a evaporação dos componentes voláteis dos materiais responsáveis pela sua elasticidade, provocada pela incidência direta da radiação solar.

3 ASPECTOS DE GESTÃO DA CONSTRUÇÃO

Este capítulo resume alguns fundamentos da gestão da construção. Inicialmente é feita uma introdução sobre os aspectos relacionados à compatibilização de projetos. Em seguida são abordados aspectos da construção enxuta e do fluxo de materiais e informação, de forma a justificar a sua aplicação na atividade de impermeabilização. Por fim, são feitas considerações sobre a aplicação dos conceitos da construção enxuta no processo integrado da impermeabilização.

3.1 Compatibilização de projetos

Um ponto de fundamental importância para a qualidade das construções é a atividade de planejamento e projeto. Segundo Porter (1991), algumas ações implementadas nas atividades de projeto, entre outras atividades da empresa, pode resultar na obtenção da vantagem competitiva empresarial. Mesmo que esta assertiva tenha em mente a produção industrial, considera-se que a mesma seja válida também para edificações.

Para Silva e Souza (2003) o projeto tem papel fundamental na qualidade e produtividade na construção. A autora afirma que a repetição e continuidade de operações são fatores-chaves fortemente influenciados pelo projeto, devido à definição de características como: repetição de dimensão de vãos; modulação de paredes; dimensões de peças estruturais; e dimensões de componentes de vedações.

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.

A qualidade de um projeto é atingida quando são atendidas as necessidades dos clientes externos (usuários), no que diz respeito ao desempenho e qualidade do produto construído, assim como as necessidades dos clientes internos (contratantes e parceiros de projeto), no que diz respeito aos prazos, produtividade, custos e qualidade do processo (SILVA e SOUZA, 2003).

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. O mesmo autor afirma que este avanço na atividade de projeto foi motivado por fatores ambientais de mercado, onde as empresas buscam maior excelência em custos, tornando os seus produtos mais atrativos aos clientes, cada vez mais exigentes.

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.

Desta forma, 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.

Solano (2005) afirma que além da sobreposição de desenhos para garantia de construtibilidade, existem outras dimensões da compatibilização de igual importância como programa de necessidades, viabilidade técnico-econômica e facilitação de fluxo de produção.

Em seu trabalho sobre a compatibilização de projetos, Solano (2005) desenvolveu um método baseado em cinco dimensões, conforme segue:

- a) *Dimensão do plano estratégico*: tem foco principal na satisfação dos clientes do projeto e respeita o cronograma e custo dos projetos. Enfatiza-se que projetos devem respeitar os custos para execução da obra, respeitar a padronização do produto final e dirigir as soluções de projetos para construtibilidade.
- b) *Dimensão da pesquisa de mercado*: destaca ações dos projetos focadas no cliente final, atendendo aos requisitos de estética, durabilidade e facilidade de manutenção;
- c) *Dimensão da viabilidade técnico-econômica*: utilização de indicadores geométricos, de consumo, de custos e de produtividade, considerados no estudo de viabilidade econômico-financeira do empreendimento, para verificar possíveis não conformidades;
- d) *Dimensão da construtibilidade*: atividade praticada na compatibilização. Os projetos de arquitetura liberados devem ser o referencial para os demais projetos e a compatibilização dos desenhos se dá dois a dois.
- e) *Dimensão da facilitação de fluxo da produção dos projetistas*: relaciona-se ao cumprimento dos prazos previstos nos cronogramas de projetos, sem ceder à pressão da obra.

Para Kamei e Ferreira (2002) citado por Solano (2005) o escopo e responsabilidade do compatibilizador de projetos são ampliados, à medida que os contratantes dos serviços de projeto têm a expectativa que estes sejam entregues compatibilizados espacial e conceitualmente, além de considerar aspectos que envolvam custos, tecnologia e prazos de execução da obra.

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 (ROCHA, 2009).

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 as baixas eficiência⁷ 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.

Para Silva (2000), o sub-setor de edificações possui suas peculiaridades, as quais necessitam ser consideradas. Existem fatores culturais ligados aos profissionais do setor, que focam suas atividades nas metas de prazo e custo, deixando em segundo plano a qualidade do processo e do produto.

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).

⁷ 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)

Ohno (1997) afirma que o Sistema Toyota de Produção foi baseado na absoluta eliminação do desperdício, tendo como pilares de sustentação o fornecimento *Just in time* e a “autonomação”, que ele atribui ser a interação do homem com a máquina automatizada. Para o mesmo autor, o *Just in time* se refere à operação em que cada item de um processo é recebido na quantidade necessária e quando ele for necessário.

Rocha, Heineck, Rodrigues e Pereira (2004), em trabalho realizado sobre a implantação de logística na construção enxuta, ressaltam que é necessário trabalhar a relação fornecedor/comprador. Esta relação traz vantagens na entrega continuada dos lotes na quantidade necessária no curto prazo; nas embalagens que não precisam de inspeção quanto ao seu conteúdo; na entrega, no posto de trabalho, dos protótipos e amostras de materiais; e na minimização do retrabalho em virtude da qualidade dos insumos.

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.

Capacidade produtiva = trabalho real + 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:

- 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;

- 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;

- 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;

- 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;

- 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;

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

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

Womack e Jones (2004) complementam esta lista de Ohno (1997), com o desperdício gerado pelo oferecimento de um bem ou serviço errado, não demandado, apesar de ter sido produzido da forma correta, atendendo as características referentes a este bem. Estes autores acrescentam que o desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos em processo, mas não gera valor.

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; 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).

Isatto *et. al.* (2000) explicam que 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.

Rocha (2009) afirma que se uma empresa possui grande número de empreendimentos em construção, é importante que se tenha o domínio da gestão da produção destes empreendimentos, com a implementação de pequenas melhorias no dia a dia da obra para que o planejamento seja retroalimentado com a participação dos operários da obra.

Segundo Salles (2010), a importância do planejamento e do projeto para coordenação das atividades de campo, buscando agregar valor às atividades produtivas. Desta forma, tem-se como meta a redução de prazos e custos sem que o nível de qualidade definido sofra influência.

Picchi (2003) comenta que diversos autores se apoiaram no TPS para desenvolver bases conceituais e estudo da relação das ferramentas utilizadas neste sistema, com atividades produtivas de outras indústrias. No entanto, é importante compreender que a construção civil diferencia-se de outras indústrias, principalmente pelo emprego intensivo de mão de obra.

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).

Para Womack e Jones (2004), é fundamental o entendimento do processo do pensamento enxuto como um todo, extrapolando as técnicas de produção enxuta, com métodos específicos, aplicados a atividades específicas, evitando assim a implementação de partes isoladas de um sistema, sem entender o todo. Estes mesmos autores, afirmam que o pensamento enxuto se resume em cinco princípios: determinação precisa do valor; identificação do fluxo de valor; deixar o fluxo contínuo fluir sem interrupções; deixar que o cliente puxe valor do produtor ou prestador de serviço (produção puxada) e buscar a perfeição. Assim, para utilização das técnicas de produção enxuta, se faz necessário o entendimento destes princípios, reunindo-os como um todo. Wolmack e Jones (2004) explicam cada um destes princípios, conforme segue:

- a) *Criação de valor* – refere-se à definição de um bem ou serviço específico, pelo cliente final, atendendo às suas necessidades a um preço específico.
- b) *Fluxo de Valor* – refere-se ao conjunto de todas as ações específicas, relacionadas à solução de problemas (vai da concepção ao lançamento do produto), ao gerenciamento da informação (vai do recebimento do pedido à entrega do produto) e à transformação física (vai da matéria-prima ao produto acabado)
- c) *Fluxo* – refere-se à produção de um bem ou serviço num fluxo contínuo, considerando que as tarefas quase sempre podem ser realizadas de forma eficiente e precisa trabalhando continuamente da matéria-prima ao produto acabado.

- d) *Puxar* – refere-se à capacidade de atender um cliente apenas quando existir uma solicitação baseada nas suas necessidades (projetar, programar, fabricar e entregar o que o cliente quer, quando ele quer).
- e) *Perfeição* – refere-se à prática da melhoria contínua incremental ou radical. É fundamental a existência de transparência nos processos.

Segundo Koskela (2000), as atividades de um processo produtivo podem ser divididas em atividades que agregam valor ao produto final, denominada de conversão, e as que não agregam valor, denominadas de atividades de fluxos, a exemplo do transporte, espera, inspeção e outros em que não há conversão. Estas atividades que não agregam valor são responsáveis pela maior parte dos custos em processos complexos, a exemplo da construção civil (ISATTO e outros, 2000). A melhoria das atividades de fluxo deve ser focada na sua redução ou eliminação, enquanto as atividades de conversão precisam ser mais eficientes (KOSKELA, 1992).

Após um estudo detalhado sobre a filosofia gerencial adotada pela Toyota, que a tornou a maior fabricante de automóveis do mundo, Koskela enumerou onze princípios a serem aplicados na indústria da construção. Oito anos depois, este mesmo autor fez uma revisão nestes princípios, separando-os em três grupos de princípios, baseando-se na teoria de produção e sua contribuição para melhorar o desempenho de produções específicas, como o caso da construção.

Estes princípios foram então divididos em:

- a) Princípio relacionado à concepção teórica
 - redução das atividades que não agregam valor
- b) Princípios derivados da teoria
 - redução do tempo de ciclo
 - redução da variabilidade
- c) Princípios relacionados à prática
 - simplificação pela redução do número de passos
 - aumento da flexibilidade na execução do produto
 - aumento da transparência do processo

Explicando cada princípio tem-se:

a) Redução das atividades que não agregam valor

Para Kotler (1998), valor é medido pela satisfação das exigências do consumidor ao menor custo possível de aquisição, propriedade e uso. Koskela (1992) define que as atividades que agregam valor são aquelas que convertem materiais ou informação direcionados a atender os requisitos dos clientes. Isatto *et al.* (2000) alertam para o fato de que apesar de algumas atividades não agregarem valor ao cliente final de forma direta, são essenciais para a eficiência global do processo, como é o caso do treinamento da mão de obra e controle dimensional.

b) Redução do tempo de ciclo

Entende-se como ciclo o tempo decorrido na realização de uma atividade repetitiva (HEINECK *et al.*, 2009). Isatto *et al.* (2000), definem como sendo a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir determinado produto. Para este mesmo autor, algumas ações são necessárias para redução do tempo de ciclo, tais como a eliminação de atividades de fluxo que fazem parte do ciclo, redução do tamanho dos lotes e busca da eliminação de interdependência de atividades de forma que possam ser executadas em paralelo.

c) Redução da variabilidade

A redução da variabilidade do ponto de vista da gestão de processos é estimulada por duas razões. A primeira diz respeito à satisfação do cliente (interno ou externo) ao receber um produto uniforme, conforme as suas expectativas. A segunda razão é o fato de a variabilidade tender a aumentar as atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executá-las (ISATTO *et al.*, 2000).

Segundo Souza *et al.* (1995) citado por Beer *et al.* (2007), o planejamento e a formalização de processos produtivos e gerenciais são importantes para a redução da variabilidade dos processos produtivos. Kondo (2000) sinaliza sobre o quanto é importante a padronização e documentação do fluxo de trabalho, para garantir a qualidade de um produto ou serviço.

d) Simplificação pela redução do número de passos

Segundo Koskela (1992) a redução de componentes de um produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material ou informação, contribui para a simplificação.

Para Isatto *et al.* (2000) quanto maior o número de componentes em um produto ou de passos em um processo, maior a tendência de existirem atividades que não agregam valor. Para este autor, a simplificação pode ser conseguida com a utilização de componentes pré-fabricados, uso de equipes polivalentes e a adoção de um planejamento eficaz do processo de produção, buscando eliminar interdependências e agregar pequenas tarefas em atividades maiores.

e) Aumento da flexibilidade na execução do produto

Segundo Isatto *et al.* (2000) o aumento da flexibilidade está relacionado à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumento substancial dos custos. Para este mesmo autor, isto é possível, com a redução do tempo de ciclo através da redução do tamanho dos lotes e uso de mão de obra polivalente, dentre outras formas.

f) Aumento da transparência do processo

Segundo Galsworth (1997) citado por Vilas Boas (2004), a deficiência de informações nos locais de trabalho contribui para a existência de atividades que não agregam valor ao produto, como por exemplo, a movimentação e espera.

Para Koskela (1992) a transparência é um conceito orientado ao controle visual, que pode ser utilizado para gerar informações úteis para melhoria de desempenho da produção, da qualidade e da organização do local de trabalho.

O aumento da transparência do processo facilita a identificação de erros, ao mesmo tempo em que aumenta a disponibilidade de informações necessárias para a execução das atividades, além de ser uma forma de aumentar o envolvimento da mão de obra em atividades de melhorias (ISATTO *et al.*, 2000). O mesmo autor elenca algumas formas de aumentar a transparência de processos, como:

a) Remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes;

- b) Utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização luminosa e demarcação de áreas que disponibilizem informações relevantes para a gestão de produção;
- c) Emprego de indicadores de desempenho que tornam visíveis atributos do processo, tais como nível de produtividade, números de peças rejeitadas, e outros indicadores;
- d) Programas de melhoria da organização e limpeza, tais como o Programa 5S.

Formoso *et al.* (2002), em seu estudo sobre a aplicabilidade da transparência de processos na indústria da construção, afirmam que ao contrário da indústria de manufatura, existem poucos *cases* neste sentido e seus impactos foram pouco investigados. No entanto, o autor considera viável, e que vale a pena, aumentar o grau de transparência nos locais de construção. Todavia, para o autor, a eficácia dos sistemas visuais depende muito da aplicação em conjunto com outros princípios fundamentais de gestão.

Existe oportunidade para um esforço conjunto das indústrias e universidades no intuito de desenvolver métodos de implementação de sistemas visuais, envolvendo, além das construtoras, as empresas terceirizadas e os fornecedores. Além disso, outros estudos sobre a transparência de processo no canteiro de obras podem ser desenvolvidos com o intuito de melhorar processos específicos, como projeto, fornecimento de material e planejamento de produção e controle (FORMOSO *et. al*, 2002).

A compilação de todos estes princípios é apresentada no Quadro 3.1, baseado em Koskela (2000), permitindo a descrição sucinta dos princípios, sua forma de aplicação e benefícios gerados. O referido quadro aponta a visão de alguns autores acerca do tema.

A principal motivação para a aplicação dos princípios da produção enxuta no setor da construção está na sua capacidade de explicar os problemas da construção, antecipadamente, para que possam ser eliminados (KOSKELA, 1998).

Quadro 3.1 - Princípios da construção enxuta segundo Koskela (2000)

ITEM	PRINCÍPIOS	O QUE É	COMO FAZER	BENEFÍCIOS	OUTROS AUTORES
1	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Atividades que não convertem material e informações para atender os requisitos dos clientes	Reduzindo transporte, espera, inspeção	consumir menos tempo, recursos ou espaços. Quanto maior for o tempo de ciclo, maior será a quantidade de atividades que não agregam valor	Sincronização dos fluxos de MAT e MO, desenvolvimento de programações mais repetitivas e padronizadas (Santos, 1999, citado por Villas-Bôas, 2004)
2	Redução do tempo de ciclo	Somatório dos tempos necessários para processamento, inspeção e movimentação. Origem na filosofia <i>Just in Time</i>	Reduzindo o tamanho do lote, otimização do lay out, sincronização dos fluxos, redução da variabilidade, alteração da sequência executiva e redução de atividades que não agregam valor	Entrega mais rápida ao cliente; facilita a gestão dos processos; aumento do efeito aprendizagem; precisão na estimativa de futuras demandas; sistema de produção torna-se menos vulnerável a mudanças de demanda	Na redução do tamanho do lote, o material e informações podem fluir de maneira mais rápida entre os estágios de um processo (Santos, 1999, citado por Villas-Bôas, 2004)
3	Redução da variabilidade	Busca da uniformidade nos produtos e serviços.	Estabelecendo padrões de processos trabalhando com atividades padronizadas	Diminuição da duração das atividades e dos recursos necessários devido a variações de processos anteriores. Satisfação do cliente por receber um produto uniforme	Tipos: variação dimensional dos materiais, variação na execução de um processo e a variação na demanda ligada ao desejo e necessidades dos clientes de um processo (Isatto et al., 200)
4	Simplificação	Redução de componentes ou partes do produto ou de passos em um fluxo de material ou informação	Utilização de elementos pre-fabricados para reduzir o número de etapas; uso de equipes polivalentes ao invés de equipes especializadas; disponibilizar equipamentos, materiais, ferramentas e informações próximo ao local de trabalho, para evitar movimentos desnecessários	Redução de etapas no processo que não agregam valor	Na abordagem japonesa, o planejamento é realizado no intuito de reduzir a necessidade dos controles, que devem ser realizados na produção
5	Aumento da flexibilidade	Refere-se a possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos.	Minimizando o tamanho dos lotes; reduzir o tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos; desenvolver um processo de forma que o produto se adequa aos requisitos do cliente o mais tarde possível	Gerar para o cliente um produto que possa ter diversas formas de uso. Ex. adiar definição dos fechamentos com divisórias de gesso.	
6	Aumento da transparência do processo	Conceito orientado ao controle visual	Remoção de obstáculos visuais (tapumes, divisórias); utilização de dispositivos visuais que disponibilizam informações relevantes para gestão da produção, tais como cartazes, demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho que tornam visíveis atributos dos processos.	melhoria de desempenho da produção, da qualidade e da organização do local de trabalho	A falta de transparência (deficiência de informações nos locais de trabalho) é considerada como contribuidora para existência de atividades que não agregam valor ao produto, exemplo movimentação e espera (Galsworth, 1997, citado por Villas-Bôas, 2004)

3.3 Controle de recebimento de materiais e o fluxo de informações

O panorama atual do setor da construção civil é marcado por problemas de recebimento de materiais; dificuldade na gestão da produção, devido ao volume de empreendimentos lançados; aumentos nos valores de terrenos, materiais e mão de obra, gerando inflação; falta de mão de obra qualificada; antecipação, pelos gestores de obras, de pedidos de materiais, devido a insegurança na capacidade de entrega dos fornecedores, aumentando seus estoques (SALLES, 2010).

A primeira análise a ser feita no recebimento de algum material numa obra é a análise visual, para observar as condições gerais dos materiais adquiridos, principalmente as condições das embalagens que acondicionam os produtos.

Um trabalho realizado pelo Sinduscon-SP em parceria com o SEBRAE, com a colaboração de empresas construtoras e sob a orientação técnica do CTE (Centro de Tecnologia de Edificações), estabelece que a construtora, além dos critérios de inspeção e de aceitação expressos nas especificações internas da empresa, deve elaborar um procedimento que defina as regras para o recebimento dos produtos, com definição clara da responsabilidade de cada envolvido no processo (SOUZA e MEKBKIAN, 1996).

Considerando uma obra com a presença de um engenheiro, um mestre e um almoxarife para sua gestão, Souza e Mekbekian (1996) elaboraram um procedimento operacional (PO), com o objetivo de estabelecer o controle de materiais em obra, de forma a assegurar que os requisitos especificados sejam realmente atendidos pelos produtos entregues. Esse procedimento operacional sugere como documentos de referência a nota fiscal do produto, a especificação e inspeção de materiais (EIM), e o pedido de compra, para os principais materiais a serem controlados.

De acordo com os citados autores, algumas responsabilidades devem ser assumidas pelos participantes no processo de aquisição de materiais numa obra, tais como segue:

- a) Fornecedor de materiais – prover produto aceitável, em conformidade com a nota fiscal, o pedido de compra e as normas técnicas aplicáveis;
- b) Obra – deve conferir o material no ato do recebimento conforme as especificações expressas no pedido de compra correspondente;
- c) Departamento de suprimentos – enviar o pedido de compra às obras, com antecedência suficiente para permitir o planejamento da chegada dos materiais nos canteiros;

Nas Figuras 3.1 e 3.2, são apresentados os fluxos de recebimento de materiais baseado no trabalho de Souza e Mekbekian (1996), considerando as ações do almoxarife e do engenheiro da obra, juntamente com o mestre-de-obra.

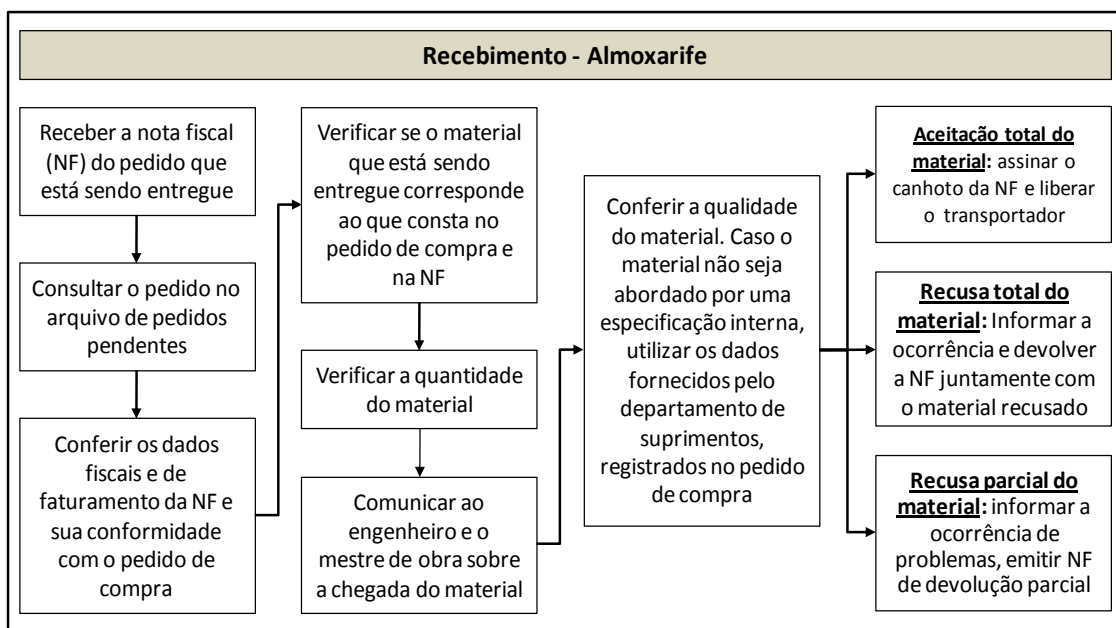


Figura 3.1 - Fluxo para recebimento de materiais - Almoxarife

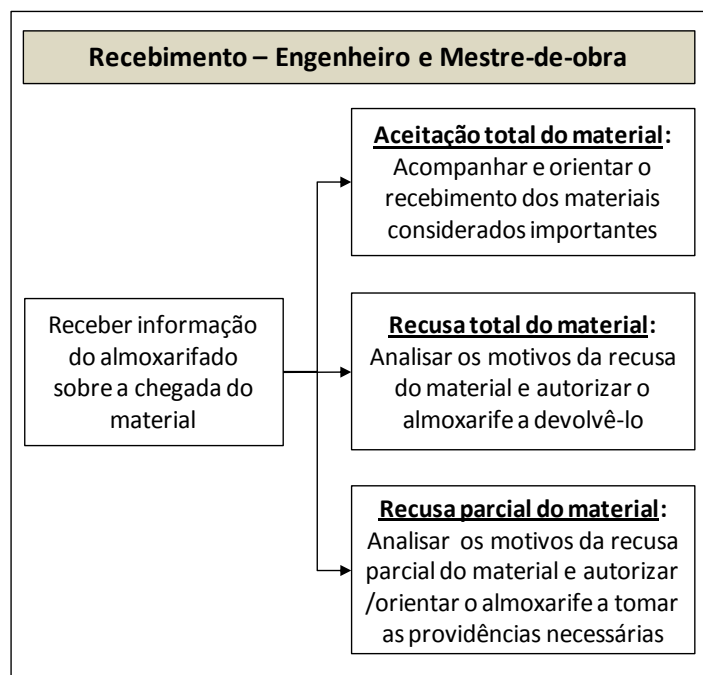


Figura 3.2 - Fluxo para recebimento de materiais – engenheiro e mestre-de-obra

Em relação ao armazenamento dos materiais de impermeabilização, os fabricantes de materiais recomendam, por exemplo, que a manta asfáltica seja armazenada na posição vertical e que os demais produtos embalados em sacos, baldes ou caixas sejam armazenados de forma a obedecer a altura máxima a ser empilhada para cada tipo de material, conforme estabelecido nas embalagens. É importante que estes materiais sejam protegidos da incidência solar, para que não sejam alteradas suas características, comprometendo assim a sua funcionalidade, pela possível perda de propriedades.

Além do controle e fluxo de materiais, Shingo (1988) considera o fluxo de informação como um dos componentes de um processo de produção na construção. Para Isatto *et al.* (2000), o fluxo de informação é um elemento importante nos processos gerenciais, pois nestes não existe fluxo de materiais, existindo apenas o transporte, espera, processamento e inspeção de informações.

3.4A gestão dos sistemas de impermeabilização e as prescrições da construção enxuta

O grande desafio da engenharia atual é a mudança na filosofia de produção das partes construtivas de uma edificação, pois muitos modelos já não atendem mais as exigências de desempenho, redução de desperdícios, proteção ao meio ambiente, e por fim a sustentabilidade.

No caso específico deste trabalho, o sistema de impermeabilização será estudado à luz de alguns princípios de gestão abordados nesta revisão bibliográfica. Desta forma, será possível avaliar os processos de projeto, aquisição e execução de sistemas de impermeabilização, sob a ótica da construção enxuta, buscando o entendimento das atividades que compõem cada um destes processos e assim identificar pontos importantes para melhorar a sua eficiência.

De acordo com a esta revisão bibliográfica, o projeto é definido por Silva e Souza (2003) como sendo de suma importância para qualidade e produtividade de uma construção e neste sentido, para efeito da qualidade dos sistemas de impermeabilização, está sendo considerado o projeto de impermeabilização como ponto de partida para qualidade e desempenho do projeto final, tornando-se necessário definir indicadores que permitam avaliar o processo de projeto de impermeabilização.

A compatibilização de projetos também foi observada na revisão da bibliografia, como forma de antever e resolver problemas na interface entre diversos sistemas que compõem a edificação. Em vista disso, vão ser analisados neste trabalho os principais pontos de interfaces da impermeabilização com outros sistemas construtivos e os principais problemas encontrados.

Outro fator importante nos processos gerenciais é o fluxo da informação, que segundo Koskela (1992), pode ser potencializado com a implementação do conceito de transparência, considerado pelo autor, uma forma de melhorar o desempenho da produção, da qualidade e da organização do local de trabalho. Por isso, o fluxo de informação será analisado nos três processos que compõem o macro processo de impermeabilização, onde será avaliada a transparência, a capacitação e treinamento, e a coordenação das atividades, para cada um dos processos.

Para efeito deste trabalho de pesquisa, a proposta para diagnosticar os principais problemas de gestão no processo integrado de impermeabilização foi baseada em alguns principais da construção enxuta, que segundo Heineck *et al.* (2009), trata-se de uma filosofia que é fruto de práticas gerenciais adotadas na busca da melhoria contínua.

Outra questão gerencial que requer atenção especial em qualquer processo produtivo é o desperdício, considerado por vários autores aqui reportados, como elemento capaz de reduzir a capacidade produtiva e conseqüente perda de eficiência nos processos, pois absorve recursos materiais e humanos sem agregar valor ao processo (Ohno, 1997; Wolmack e Jones, 2004; Isatto *et. al.*, 2000)

Desta forma, o desperdício será investigado nos processos de projeto, aquisição e execução da impermeabilização, com o objetivo de identificar as possíveis perdas, e para isso serão criados indicadores considerados capazes de avaliar a superprodução, a espera, o transporte, o super processamento, o estoque, o movimento não produtivo e retrabalho.

Por fim, considerando as normas aqui comentadas e os procedimentos previstos nas atividades de impermeabilização, os processos de projeto, aquisição e execução da impermeabilização serão analisados, de forma a verificar se as atividades que compõem estes processos estão em conformidade a estas normas e procedimentos.

Com o intuito de sintetizar a revisão apresentada, foi montado o Quadro 3.3, onde são mostradas as idéias dos autores e as suas contribuições para o desenvolvimento deste trabalho.

Quadro 3.3 – Contribuição dos autores revistos ao presente trabalho

AUTOR	IDÉIAS	CONTRIBUIÇÃO
Silva e Souza (2003)	O projeto tem papel fundamental na qualidade e produtividade da construção	Necessidade de definir indicadores que permitam avaliar a atividade de projeto sob a ótica da sua co-responsabilidade no sucesso da impermeabilização
Rocha (2009)	Não existe um projeto de construção das etapas da obra	
Schmitt <i>apud</i> Solano (2005)	A falta de compatibilização de projetos contribui para a geração de problemas durante a execução da obra	O conhecimento, a análise e a solução das interseções da impermeabilização com os demais projetos que compõem uma obra, contribui para reduzir desperdícios de recursos importantes como tempo e materiais
Lesca e Almeida (1994)	Sob o ponto de vista estratégico, a informação é um elemento importante na tomada de decisão, eficácia no lançamento de produtos e fator de sinergia entre departamentos	A transparência das atividades nos três estágios do processo de impermeabilização é fundamental para o monitoramento e antecipação de possíveis erros
Koskela (1992)	A transparência é um conceito orientado ao controle visual que pode ser usado para gerar informações úteis para melhoria de desempenho da produção, da qualidade e da organização do local de trabalho	
Isatto <i>et. al.</i> (2000)	As baixas eficiência e qualidade na construção civil estão ligadas a questões gerenciais	Valorizar a gestão do processo de impermeabilização para redução de falhas dos sistemas instalados
Ohno (1997)	O aumento da capacidade produtiva remete ao aumento da eficiência, que se dá com a redução do trabalho improdutivo (eliminação de desperdícios)	A identificação e eliminação de fontes de desperdícios nos três estágios do processo de impermeabilização permite um maior controle de falhas neste processo
Womack e Jones (2004)	O desperdício é qualquer atividade humana que absorve recursos em processo, mas não agrega valor	
Colombo e Bazzo (2001)	Desperdício é toda e qualquer perda no processo produtivo e em processos que o antecedem, como fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projetos, planejamento e suprimentos	
Koskela (1992)	A melhoria das atividades de fluxo deve ser focada na sua redução ou eliminação, enquanto as atividades de conversão precisam ser mais eficientes	É importante identificar as atividades de fluxo e conversão, mesmo em processos gerenciais

4. MÉTODO DE PESQUISA

Para atender aos objetivos específicos deste trabalho, foi realizado um estudo empírico para análise do processo integrado de impermeabilização, constituído pelos processos de projeto, aquisição 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).

Esta pesquisa caracteriza-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 4.1 apresenta as referidas etapas e a sequência do encadeamento da pesquisa.

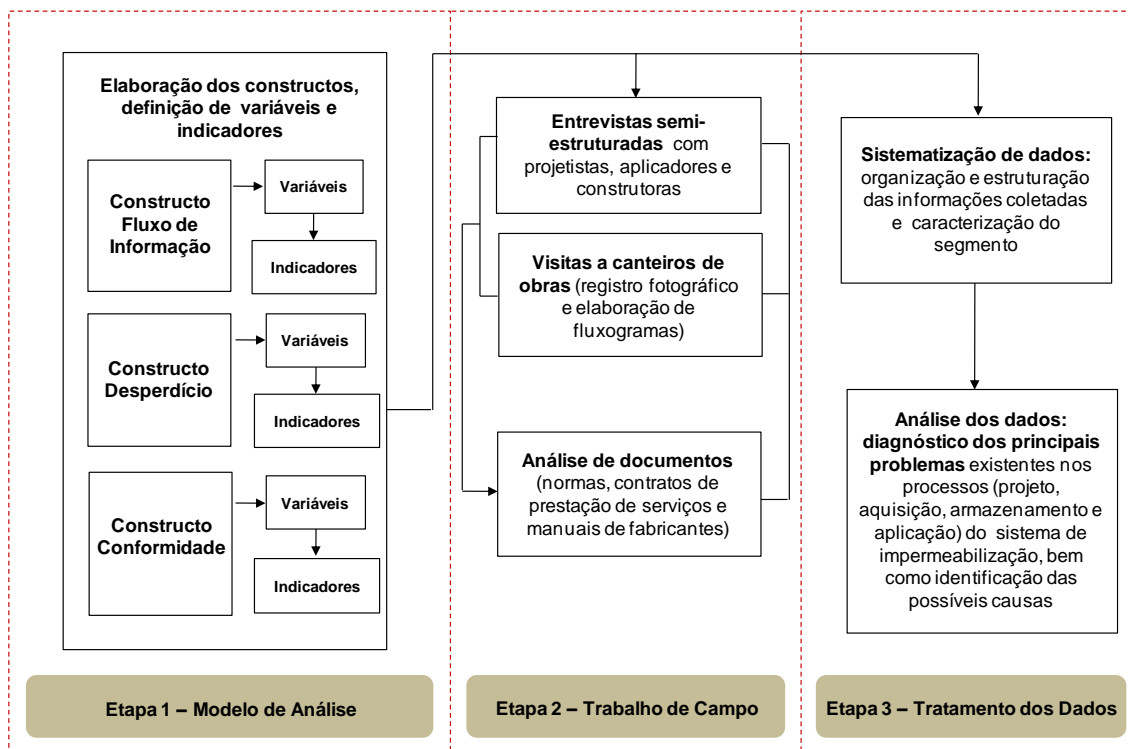


Figura 4.1 – Etapas da pesquisa

4.1.1 Etapa 1 – O modelo de análise

Esta etapa da pesquisa se deteve a definir um modelo inicial que pudesse representar as características investigadas na cadeia produtiva do sistema de impermeabilização, com base na revisão bibliográfica realizada.

Para a análise dos processos e atividades dos intervenientes, considerando-se a contextualização do primeiro capítulo, foram estabelecidos três *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, e foi construído o Quadro 4.1 adiante.

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.

Quadro 4.1 – Constructos, variáveis e indicadores

CONSTRUCTO	VARIÁVEIS	INDICADORES			
		PROJETO	AQUISIÇÃO	EXECUÇÃO	
Fluxo de informação (1)	Transparência (A)	Planilha com definição dos sistemas (I)	Plano de compras (III)	Visibilidade dos procedimentos de execução e identificação de áreas (IV)	
		Detalhes das interferências com outros processos (II)			
	Capacitação e treinamento (B)	Apresentação e discussão do projeto com os envolvidos (contratante, aquisição e execução) (I)	Conhecimento sobre os materiais e serviços a serem adquiridos (II)	Treinamento e orientação sobre os serviços executados (III)	
	Coordenação (C)	Existência de Coordenação e gestão de projetos. Acompanhamento (I)	Existência de coordenador de compras (II)	Existência de um líder do serviço (III)	
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)	Operário 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 nas operações (III)	
				Retorno para manutenção corretiva (IV)	
Conformidade (3)	Atendimento às normas (A)	Apresentação de procedimentos conforme as normas (I)	-	Execução das atividades conforme as normas (II)	
	Atendimento ao projeto (B)	-	Aquisição de materiais conforme planilha de projeto (I)	Utilização dos sistemas conforme projeto (II)	
	Desempenho dos sistemas (C)	-	-	Não conformidade na Inspeção da produção (I)	

O *constructo* “fluxo de informação” permite avaliar as relações de comunicação e conhecimento, dentro de cada etapa do processo integrado do sistema de impermeabilização, bem como as inter-relações entre os processos de projeto, aquisição e execução, focando a disseminação da informação na realização do trabalho. Para isso, definiram-se três variáveis observáveis e mensuráveis para fundamentar este *constructo*. São elas:

(A) Transparência - consiste na exposição dos procedimentos executivos das atividades, permitindo o controle visual;

(B) Capacitação e treinamento - consistem na orientação e formação do conhecimento sobre o projeto, materiais e o processo executivo da impermeabilização;

(C) Coordenação - consiste na existência de pessoas responsáveis pelos contatos com outros agentes e pela coordenação das atividades ou das informações.

O *constructo* “desperdício” foi criado para identificar as principais perdas em cada etapa do processo integrado do sistema de 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. São elas:

(A) Superprodução – refere-se à produção acima da necessidade do cliente, resultando em desperdício, como excesso de estoque, deterioração, custo extra de energia e problemas operacionais.

(B) Espera – quando a atividade precedente não entrega o produto no tempo certo, resulta em mão de obra ociosa na atividade seguinte.

(C) Transporte desnecessário de materiais – refere-se ao “passeio” de materiais, devido a deslocamentos desnecessários. Pode ser resolvido com melhoria do “*lay out*” do canteiro da obra;

(D) Super processamento – refere-se ao esforço para atender uma condição que não é requerida pelo cliente final;

(E) Estoque – Pode ser a segurança para possíveis imprevistos, mas se torna um recurso parado no sistema produtivo;

- (F) Movimento não produtivo – é o movimento de um operador que não agrega valor. Devem-se estabelecer operações padrão mais efetivas;
- (G) Retrabalho e reparos – refere-se ao reparo em produtos e serviços que foram produzidos em desacordo com o estabelecido.

Por fim, a “conformidade” é um *constructo* relacionado ao cumprimento das prescrições estabelecidas em normas relacionadas ao processo de impermeabilização, e obediência aos projetos e procedimentos, especificações e procedimentos internos das empresas.

As variáveis definidas para o *constructo* conformidade foram:

- (A) Atendimento às normas – as normas referentes ao serviço de impermeabilização estabelecem alguns parâmetros e condições de aplicação dos sistemas de impermeabilização que precisam ser atendidas pelos intervenientes do processo de projeto e execução;
- (B) Atendimento ao projeto – o projeto de impermeabilização, baseado em normas técnicas, estabelece os sistemas adequados para aquisição, aplicação e seus respectivos procedimentos de execução.
- (C) Desempenho dos sistemas instalados – Com base nas definições de projeto, os sistemas adotados devem atender à sua função principal, que é garantir a estanqueidade das partes protegidas pela impermeabilização.

O instrumento de verificação:

Para mensurar as variáveis de cada *constructo*, foram definidos os critérios de avaliação para cada processo, na forma de indicadores, considerando aspectos qualitativos e quantitativos.

As ferramentas utilizadas para a aferição destes três grupos de indicadores foram três questionários estruturados com questões fechadas e abertas, de forma que cada um deles estivesse relacionado à respectiva etapa do processo integrado do sistema de impermeabilização (ver apêndices A, B e C). O objetivo destes questionários foi obter informações e percepções das empresas, quanto às suas atividades, no contexto do sistema construtivo em estudo.

No Quadro 4.1 foi introduzida uma notação utilizada para estabelecer-se correspondência entre os indicadores e as perguntas dos questionários, de acordo com o modelo de análise.

Os *constructos* foram identificados pelos algarismos cardinais (1), (2) e (3);

As Variáveis foram identificadas pelas letras do alfabeto (A), (B), (C), (D), (F), (G);

E os indicadores foram assinalados pelos algarismos romanos (I), (II), (III), (IV) e (V).

Assim, cada questionário apresenta, para cada etapa do processo integrado de impermeabilização a que se referem os três grupos de indicadores, perguntas devidamente identificada pela notação acima referida. Os questionários trazem também perguntas sócio-demográficas para caracterização das obras e questões gerais para o entendimento do negócio.

4.1.2 Etapa 2 – Trabalho de campo

Nesta etapa, além das entrevistas semi-estruturadas, foram realizadas visitas a oito 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 o mapeamento dos fluxos das atividades do processo de execução. Essas obras corresponderam às obras de quatro construtoras entrevistadas e as obras em que as quatro empresas de execução estavam trabalhando, totalizando oito. Esse registro contribuiu para o diagnóstico das etapas do processo integrado do sistema de impermeabilização, complementando as informações dos *constructos* estabelecidos para este estudo. Além disso, o trabalho de campo serviu para a análise da interface do sistema de impermeabilização com outros projetos presentes na construção.

A Figura 4.2 apresenta o delineamento da pesquisa empírica, para caracterização e diagnóstico do processo integrado de impermeabilização, conforme proposta inicial apresentada no capítulo 1. Este encadeamento lógico

orientou a realização do trabalho de campo, e a forma de tratamento dos dados.

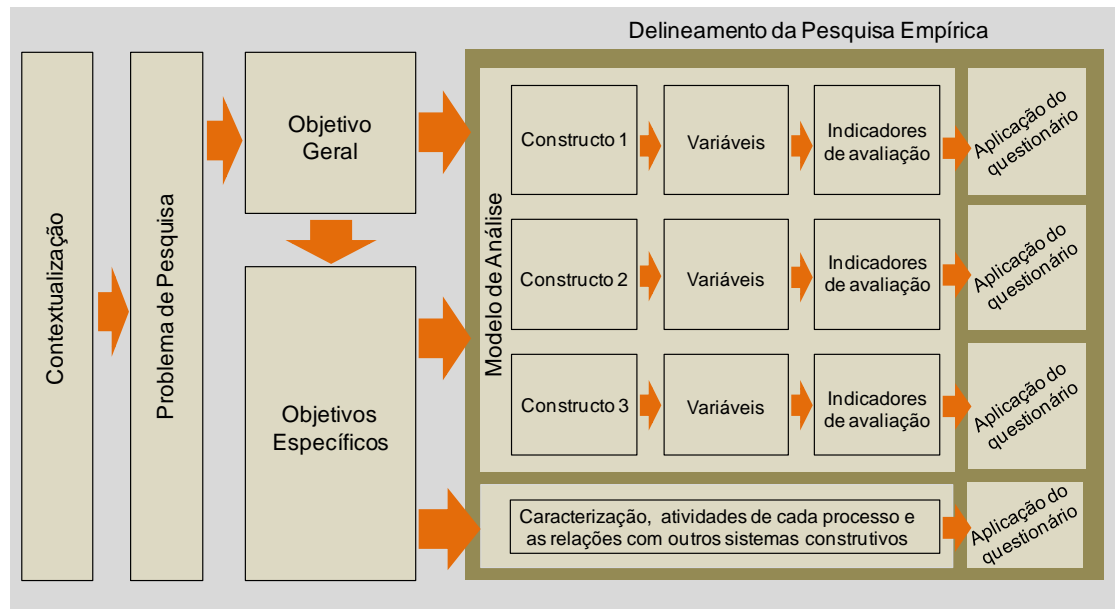


Figura 4.2 – Delineamento global da pesquisa

Entrevistas semi-estruturadas:

Foram realizadas dezesseis entrevistas com os três principais intervenientes no processo integrado de impermeabilização (2 projetistas, 10 construtoras e 4 aplicadores), tendo como roteiros estruturados os questionários mostrados nos Apêndices A, B e C.

A amostra:

Estabelecido o propósito do estudo exploratório e descritivo, partiu-se para a escolha das empresas a serem entrevistadas em cada etapa do processo integrado do sistema de impermeabilização.

Vale aqui ressaltar, que os fabricantes responsáveis pela produção dos materiais a serem aplicados não foram considerados neste estudo, pelas seguintes razões:

- O pesquisador faz parte do quadro de pessoal de um dos fabricantes de materiais, o que poderia inibir os demais fabricantes quanto ao fornecimento de informações e;

- b) De acordo com a experiência do pesquisador, admitiu-se que este interveniente possuía pouca interferência nas atividades dos demais participantes da cadeia produtiva em estudo.

A amostra das empresas selecionadas para as entrevistas foi definida por critério de representatividade qualitativa, tendo sido selecionada intencionalmente, entre empresas com atuação na Região Metropolitana de Salvador – RMS.

Para o processo de projeto, foram selecionadas 2 (duas) empresas que trabalham com projetos de impermeabilização, sendo uma instalada na cidade de Salvador e a outra no estado de Pernambuco, mas com grande número de projetos realizados em obras da capital baiana. As questões propostas para o roteiro da entrevista das empresas do processo de projeto encontram-se no Apêndice A.

Por se tratar de uma atividade ainda pouco demandada no mercado da construção, existem poucas empresas de projeto que trabalham com projetos de impermeabilização. O perfil das empresas de projeto escolhidas é apresentado no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Perfil das empresas entrevistadas (Processo de Projeto)

PROJETISTA	CARACTERIZAÇÃO DE EMPRESA	ASPECTOS DA ENTREVISTA
Empresa A	Atua no mercado há dez anos, fazendo projetos de impermeabilização e outras consultorias	Entrevista realizada no escritório da empresa com a presença do responsável técnico da empresa e a arquiteta de projetos, com duração de 4 horas
Empresa B	Atua no mercado há oito anos principalmente em compatibilização de projetos e há três anos fazendo projeto de impermeabilização	Entrevista realizada no escritório da empresa na presença das arquitetas responsáveis pelos projetos, com duração de 3,5 horas

Os respondentes do questionário foram os próprios sócios das empresas e técnicos responsáveis diretos pela atividade de projeto de impermeabilização, o que deu ao processo uma maior confiabilidade nas respostas obtidas (ver Quadro 4.2).

Para o processo de aquisição, foram contatadas doze empresas construtoras da RMS, sindicalizadas e que estivessem com obra na fase de contratação e/ou execução dos serviços de impermeabilização. Destas, dez

concordaram em colaborar com a pesquisa, no prazo sugerido, indicando uma obra para visita. Estas empresas são os intervenientes que contratam o projeto, adquirem os materiais e contratam os serviços de impermeabilização, que neste caso são cem por cento terceirizados. No Quadro 4.3 é apresentado o perfil dessas empresas.

Quadro 4.3 – Perfil das empresas entrevistadas (Processo de Aquisição)

CONSTRUTORA	CARACTERIZAÇÃO DE EMPRESA	ASPECTOS DA ENTREVISTA
Empresa C	Empresa com mais de 30 anos de existência, atuando no mercado imobiliário nacional e internacional. Possui certificação ISO 9001, ISO 14000 e OSHAS 18000	Entrevista realizada no canteiro de obras da empresa. Responsáveis pelas respostas foram os dois engenheiros de obra e o gerente de engenharia. Duração média de 1,5 horas
Empresa D	Empresa criada na década de 70, atuando no mercado imobiliário em obras residenciais e comerciais. Possui certificação ISO 9001	Entrevista realizada no canteiro da obra referenciada, onde foi entrevistado o engenheiro de contrato. Duração de 2 horas
Empresa E	Empresa com mais de 30 anos de atuação no mercado imobiliário de Salvador. Possui certificação ISO 9001.	Entrevista realizada no canteiro da obra referenciada, sendo entrevistado o engenheiro responsável pela obra. Duração de 2,5 h
Empresa F	Empresa atua no mercado de construção civil de Salvador há 18 anos, com foco em obras residenciais. Possui certificação ISO 9001	Entrevista realizada no canteiro da obra, com a presença do engenheiro responsável pela construção. Duração de 1,5 horas
Empresa G	Empresa criada em 2001, iniciando suas atividades em gerenciamento de obras de pequeno e grande porte. Possui certificação ISO 9001. Construção de obras residenciais e comerciais	Entrevista realizada no canteiro da obra, com a presença do engenheiro gerente de contrato. Duração de 1,5 horas
Empresa H	Empresa com atuação no mercado de Salvador há 21 anos, tendo sido escolhida como empresa do ano pela Ademi mais de uma vez. Possui parceria com outras construtoras em alguns empreendimentos	Entrevista realizada no canteiro da obra, com a presença do gerente de obra e o diretor técnico. Duração de 1,0 hora
Empresa I	Empresa de pequeno porte, com apenas uma obra em execução, mas diferencia-se no mercado pelo investimento em capacitação e planejamento da obra. Possui certificação ISO 9001	Entrevista realizada no canteiro da obra, com a presença do engenheiro de contrato responsável pela construção. Duração de 1,5 horas
Empresa J	Empresa com oito anos de atuação no mercado de Salvador. Atualmente com sete empreendimentos em construção. Já recebeu o prêmio de empresa revelação do ano pela Ademi	Entrevista realizada no canteiro da obra referenciada, sendo entrevistado o engenheiro gerente da obra. Duração de 1,5 h
Empresa K	Empresa com 27 anos de atuação no mercado baiano. Já recebeu o prêmio Excelência na construção pelo Sinduscon-BA, com atuação em obras industriais, residencial e comercial. Atualmente possui apenas uma obra residencial em andamento	Entrevista realizada no canteiro da obra, com a presença do engenheiro responsável pela construção. Duração de 1,5 horas
Empresa L	Empresa com 16 anos de atuação no mercado baiano de obras residenciais e atualmente possui duas obras em andamento	Entrevista realizada no canteiro da obra. Questionário respondido por engenheiro de produção. Duração de 1 hora

Considerando este interveniente ser elo da cadeia de fundamental importância no processo, pois se trata do contratante dos serviços de projeto e execução, buscou-se direcionar as entrevistas para os profissionais que

tivessem o maior conhecimento sobre as atividades da empresa em relação a esta etapa do processo, de forma que pudessem contribuir com respostas confiáveis para dar maior credibilidade à entrevista. Desta forma, foram ouvidos 6 gerentes de contrato e 4 gerentes de obra, todos eles com formação em engenharia civil (ver Quadro 4.3). As questões que orientaram as entrevistas das empresas de estágio de aquisição estão no questionário do Apêndice B.

Em relação às empresas que trabalham na execução dos sistemas de impermeabilização (terceirizados), existe uma heterogeneidade muito grande no perfil das mesmas, no que se refere ao número de funcionários, qualificação dos funcionários e solidez financeira. Trata-se de pequenas empresas, mas algumas delas com grandes contratos de prestação de serviço. A atividade profissional do pesquisador facilitou a aproximação com estas empresas, procurando-se selecionar as mais estruturadas e que possuíam contratos com as maiores obras de Salvador, para responder ao questionário do Apêndice C. Das 5 (cinco) maiores empresas, 4 (quatro) foram entrevistadas, o que possibilitou uma boa representatividade deste interveniente no processo de impermeabilização. O perfil destas empresas é apresentado no Quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Perfil das empresas entrevistadas (Processo de Execução)

APLICADOR	CARACTERIZAÇÃO DE EMPRESA	ASPECTOS DA ENTREVISTA
Empresa M	Empresa especializada em aplicação de impermeabilização com atuação também no segmento de projeção de argamassa. Possui aproximadamente 40 funcionários e 4 deles estão trabalhando na obra visitada	Entrevista realizada no canteiro de uma obra apresentada neste trabalho como uma das obras visitadas para acompanhamento da execução de impermeabilização. Duração de 2 horas
Empresa N	Empresa especializada em aplicação de impermeabilização. Possui cerca de 15 funcionários com 5 deles trabalhando na obra visitada.	Entrevista realizada no canteiro de uma obra apresentada neste trabalho como uma das obras visitadas para acompanhamento da execução de impermeabilização. Duração de 2,5 horas
Empresa O	Empresa especializada em aplicação de impermeabilização. Possui cerca de 100 funcionários com 20 deles trabalhando na obra visitada	Entrevista realizada no canteiro de uma obra apresentada neste trabalho como uma das obras visitadas para acompanhamento da execução de impermeabilização. Duração de 1,5 horas
Empresa P	Empresa especializada em aplicação de impermeabilização, com foco em obras de infraestrutura. Possui cerca de 15 funcionários trabalhando em obras residenciais.	Entrevista realizada no escritório da empresa, sendo as questões direcionadas para uma obra em execução, distante de Salvador. Duração de 2,5 horas

Conforme já foi observado na seção 4.1.1, além das questões elaboradas para aferir os indicadores das variáveis propostas para os *constructos*, foram acrescentadas perguntas adicionais, para os três

intervenientes, com o objetivo de ampliar o entendimento do fluxo de atividades e colher a percepção de todos em relação aos principais problemas enfrentados na sua atividade, onde foi pedido que se apontassem possíveis causas de problemas relacionados à falha dos sistemas de impermeabilização. Esta etapa da entrevista deu-se de forma aberta, onde os entrevistados puderam expor de forma direta suas percepções.

Observação direta – visita aos canteiros de obra:

As visitas aos canteiros de obras, onde estavam sendo executados serviços de impermeabilização, foram de suma importância para os registros do processo de execução de algumas operações. Para isto, foram selecionados quatro canteiros de obras para serem visitados, de forma que estas obras estivessem sendo executadas pelas empresas de aplicação que seriam entrevistadas, e outros quatro canteiros.

Nestas visitas, além das anotações, foram feitos registros de imagem por meio de fotos, de forma a documentar diferentes etapas do processo de execução da impermeabilização, contribuindo para uma posterior avaliação qualitativa deste processo, de forma a diagnosticar e propor melhorias, com base no referencial teórico apresentado no capítulo II.

Análise de documentos:

A pesquisa documental se deteve a analisar, além das normas técnicas relacionadas ao assunto de impermeabilização, os documentos de empresas aplicadores de sistemas de impermeabilização, como contratos de prestação de serviços (propostas comerciais e de instalação), manuais técnicos de fabricantes e apostilas técnicas, consideradas fontes ricas de dados e que permitem uma melhor visão do objeto em estudo.

Apesar desta riqueza de dados, a pesquisa documental apresenta limitações, como a sua não representatividade e a subjetividade dos documentos. No entanto, Gil (2009) comenta que o problema da subjetividade é um aspecto presente em quase toda investigação social e que a representatividade pode ser melhorada a partir da escolha aleatória de documentos, a partir de um maior número de documentos considerados.

Juntamente com a revisão bibliográfica, a análise de documentos, possibilitou fazer uma caracterização inicial da cadeia de valor do subsistema de impermeabilização, que conforme já foi exposto, possui como principais intervenientes o projetista, na condição de responsável pela concepção do sistema de impermeabilização, a construtora sendo responsável pela aquisição dos sistemas e provedora de condições para realização dos serviços e a empresa executora, responsável pela instalação dos sistemas, aqui denominada de aplicadores.

4.1.3 Etapa 3 – Tratamento de dados:

As respostas às perguntas dos questionários referentes aos *constructos* foram tabuladas para cada etapa do processo integrado do sistema de impermeabilização, ou seja, processo de projeto, processo de aquisição e processo de execução.

A 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 cada *constructo*.

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 (um); as respostas “parcial” receberam pontuação 0,5 (um meio); e as respostas “não” receberam pontuação 0 (zero).

Construiu-se 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 existentes no processo de execução da impermeabilização, bem como servir de documento para analisar as questões relacionadas à interação do sistema construtivo em estudo, com outros sistemas construtivos existentes nas edificações residenciais.

4.2 Limitações do método

De acordo com Yin (2009), o método do estudo de caso pode ser influenciado pelo investigador, provocando falsas evidências e visões viesadas. Além de poder fornecer pouca base para generalizações e demandar muito tempo para ser concluído.

Da mesma forma, Gil (2009) corrobora apontando a dificuldade de generalizar os resultados devido à análise de um único ou de poucos casos, podendo fornecer uma base muito frágil. Este mesmo autor complementa afirmando que este método requer um tempo maior de pesquisa e que seus resultados podem se tornar pouco consistentes.

Para este caso específico de pesquisa, os dados obtidos são considerados, de modo geral, confiáveis, pois as pessoas entrevistadas estão diretamente ligadas às questões envolvidas no presente trabalho.

As pessoas das empresas construtoras e executoras dos serviços de impermeabilização que foram selecionadas, dispensaram menor tempo para

responder aos questionários, pelo fato das entrevistas terem sido realizadas nos canteiros das obras, durante as atividades diárias de cada entrevistado. Por isso muitas das respostas abertas foram bem sucintas, sem margem para informações mais completas.

Já as empresas de projeto entrevistadas dedicaram um maior tempo para responder ao questionário, pelo fato do local onde foram realizadas as entrevistas ser o escritório de trabalho, um ambiente mais agradável e sem muita interferência do meio externo, o que gerou respostas mais elaboradas, com conteúdo mais confiável.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos no estudo de caso, em atendimento aos objetivos específicos estabelecidos no capítulo I deste trabalho. Inicialmente é feito um mapeamento da cadeia de valor do processo integrado do sistema de impermeabilização. Em seguida, é feita uma avaliação desse processo com base no modelo de análise apresentado no capítulo 4. Por fim, são apresentadas propostas para melhoria do processo de impermeabilização sob enfoque da gestão desse sistema.

5.1 Mapeamento da cadeia de valor do processo de impermeabilização

Este item apresenta a caracterização da cadeia da impermeabilização, com base nas entrevistas realizadas e visitas às obras, assim como uma descrição geral dos processos de projeto, aquisição e execução da impermeabilização.

5.1.1 Caracterização das obras das construtoras entrevistadas

Na caracterização das 10 (dez) obras das empresas entrevistadas, foram considerados aspectos técnicos e econômicos de ordem geral dos empreendimentos, bem como características relacionadas ao sistema de impermeabilização.

A cadeia do setor de impermeabilização é formada pelas indústrias, de médio porte fabricantes dos produtos utilizados nos serviços de impermeabilização, pelas empresas de projeto, pelas empresas aplicadoras dos sistemas e pelas construtoras que contratam os serviços.

Para ponderar a importância do subsistema construtivo de impermeabilização, segundo o IBI (Instituto Brasileiro de Impermeabilização), 85% dos problemas na construção estão relacionados com a umidade e isso se deve à negligência em relação à impermeabilização desde a fase construtiva.

A seguir apresenta-se uma descrição das obras das empresas de construção que foram entrevistadas, em que foram verificados os seguintes aspectos:

- a) Número de funcionários (próprios e terceiros);
- b) Metragem das áreas construídas e áreas impermeabilizadas;
- c) Locais impermeabilizados;
- d) Decisão quanto à impermeabilização;
- e) Sistema de impermeabilização adotado;
- f) Custo de impermeabilização.

O Quadro 5.1 resume as informações, as quais estão detalhadas a seguir.

Quadro 5.1 – Características das obras visitadas

ASPECTO \ EMPRESA	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
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	
Área impermeabilizada (m ²)	10.060	16.440	1.130	34.460	2.130	15.387	2.240	5.540	9.320	5.114	
Nº Func.	Próprios	186	630	90	500	80	850	100	70	350	75
	Terceiros	270	310	30	550	80	200	20	180	130	45
Impermeabilização (m ²)	Total	10.060	16.440	1.130	34.460	2.132	15.387	2.239	5.540	9.320	5.114
	Manta asfáltica	4.660	13.380	660	11.250	1.580	13.110	1.180	2.560	5.200	3.570
	Asfalto	0	0	0	0	0	0	192	0	3.580	0
	Argamassa polimérica	5.400	3.060	470	23.210	552	2.277	867	2.980	540	1.544
Custo Imperm./Custo obra (%)	1,95%	0,45%	1,00%	0,85%	1,20%	1,00%	0,80%	1,00%	1,30%	1,00%	

Número de funcionários:

Os números apresentados correspondem a pessoas envolvidas em todos os serviços dentro da obra e não apenas ao serviço de impermeabilização.

Das dez obras das construtoras entrevistadas, três (Construtoras C, F e J) declararam que o número de funcionários terceirizados, no momento da entrevista, era maior que o número de funcionários próprios. A terceirização na construção civil requer um maior nível de supervisão e fiscalização dos serviços, com o intuito de se garantir a qualidade dos produtos gerados.

No caso deste estudo, além do fato de cerca de 30% das obras possuírem um número de funcionários terceirizados maior que o número de funcionários próprios, as demais empresas apontaram um grande percentual de funcionários terceirizados, registrando uma média percentual de 39%, como pode ser observado a partir da Figura 5.1.

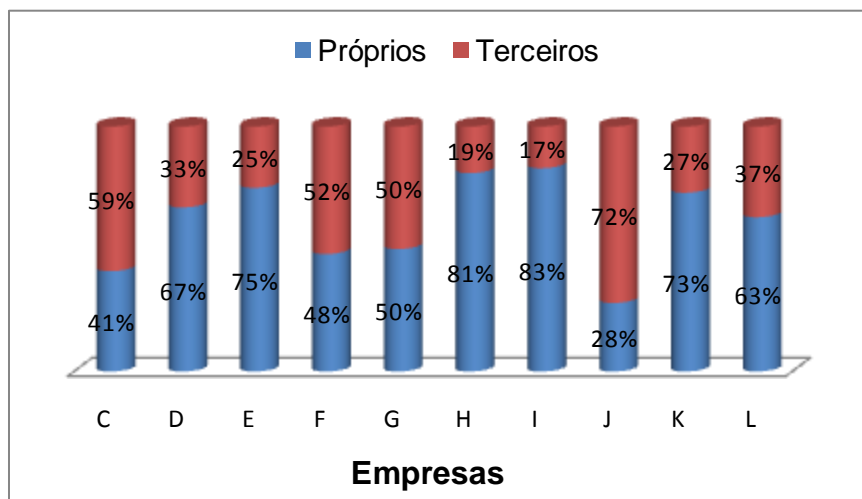


Figura 5.1 – Participação de funcionários terceirizados e próprios

Área construída versus área impermeabilizada:

A partir das informações do Quadro 5.1 foi possível calcular a relação entre a área impermeabilizada das edificações e a área construída. Esta relação é diretamente afetada pelo tipo de empreendimento, pois caso haja uma obra com grandes dimensões de lajes expostas, e pouca área edificada coberta, o valor absoluto do número que representa esta relação será expressivamente grande. No Quadro 5.2 é apresentada a relação entre a área impermeabilizada versus a área construída para as dez obras entrevistadas cujo percentual médio ficou em torno de 27%. Esse elevado percentual sinaliza para os cuidados a serem tomados em relação à área a ser impermeabilizada nas edificações.

Pode-se observar que nas obras das 10 (dez) construtoras entrevistadas, 04 (quatro) delas possuem um valor de área construída acima de 50.000 m² (Construtoras D, F, H e K), tratando-se de obras de grande porte da Região Metropolitana de Salvador, com grande representatividade para este estudo.

Quadro 5.2 – Relação área impermeabilizada x área construída

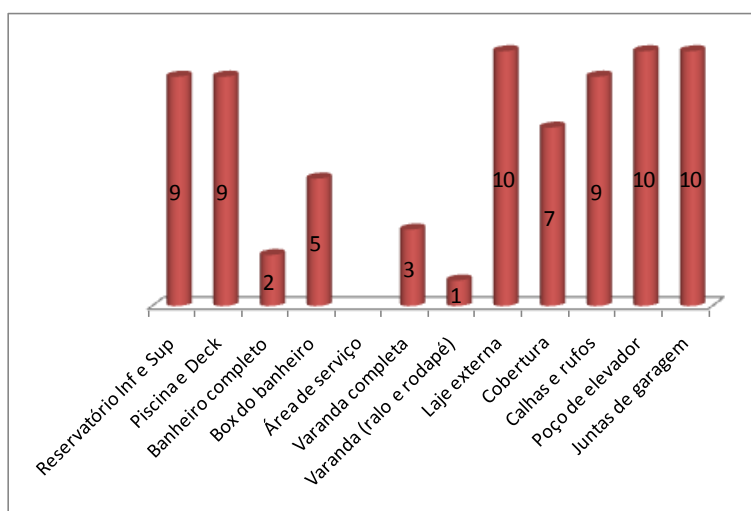
Construtora	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Área Imp. (m ²)	10.060	16.440	1.130	34.460	2.130	15.387	2.240	5.540	9.320	5.114
Área Const. (m ²)	23.800	98.700	5.480	90.390	7.300	56.070	11.560	26.250	57.500	14.000
AI / AC (%)	42%	17%	21%	38%	29%	27%	19%	21%	16%	37%
Média AI/AC (%)	27%									

No total, as dez obras somaram 391 mil metros quadrados de área construída, e a área impermeabilizada total foi de 101,8 mil metros quadrados, mostrando-se a importância que se deve dar ao processo de impermeabilização em edifícios residenciais no ambiente em que o estudo foi feito.

Locais impermeabilizados:

Os locais citados pelos entrevistados como sendo impermeabilizados dizem respeito exclusivamente às referidas obras nas quais a entrevista com a construtora foi realizada, não podendo ser estendidos às demais obras das empresas, pois os projetos variam de empreendimento para empreendimento.

Na Figura 5.2, é possível visualizar as ocorrências dos locais onde foi indicada a aplicação de algum sistema impermeabilizante. Para cada tipo de local da construção, é indicado número de obras, das empresas entrevistadas, que realizam impermeabilização no referido local.



Figuras 5.2 – Locais impermeabilizados (Ocorrências, nº de obras)

Assim, observa-se que nenhuma obra referente às construtoras entrevistadas utilizou qualquer tipo de impermeabilização nas áreas de serviço do empreendimento. As construtoras consideram o fato de hoje em dia as famílias não possuírem mais o hábito de jogar água para lavar estes locais. Desta forma se faz necessário que conste no manual de entrega do empreendimento que a área de serviço não está impermeabilizada e por isso não se deve jogar água para lavá-la, podendo-se utilizar apenas pano úmido para isto.

Apenas 02 (duas) obras impermeabilizam o banheiro por completo, e 05 (cinco) obras declararam utilizar impermeabilização apenas dentro do Box do banheiro. Assim, deduz-se que 03 (três) obras não impermeabilizaram o banheiro por completo. Isto mostra que algumas obras não consideram a possibilidade de infiltração de água nos banheiros, pelo mesmo motivo explicado para as áreas de serviço. Infere-se que as 03 (três) obras que não impermeabilizaram o Box do banheiro por completo consideram que o caimento do piso na direção dos ralos e um bom chumbamento dos mesmos sejam suficientes para impedir a infiltração de água. Da mesma forma que ocorre com as áreas de serviços, deve-se comunicar aos proprietários sobre a falta de impermeabilização nestes locais.

Em relação à varanda, apenas três obras declararam impermeabilizá-la completamente. Uma obra afirmou impermeabilizar apenas o ralo e o encontro do piso com a parede (rodapé). Assim, 06 (seis) obras não impermeabilizam as varandas. A varanda é um local em que se deve ter bastante cuidado, pois caso a mesma não seja posteriormente fechada, após aprovação em Assembléia, é possível que ocorra acúmulo de água de chuva, a depender da sua exposição, surgindo a possibilidade de que a água possa infiltrar por fissuras do rejunte do piso, antes que a mesma chegue ao ralo de escoamento.

Apenas uma obra declarou não impermeabilizar calhas e rufos. A não impermeabilização desses locais pode comprometer a estanqueidade da cobertura, com a passagem de água pelos mesmos, podendo atingir áreas internas das unidades habitacionais do último pavimento.

Ainda em relação ao aspecto dos locais impermeabilizados, é importante informar que a empresa I não utilizou impermeabilização nos reservatórios

inferior e superior pelo fato da obra utilizar reservatórios em fibra de vidro, que não necessitam de impermeabilização. A empresa J não declarou o uso de impermeabilização em piscina e deck, pelo fato da obra não possuir estes equipamentos. As empresas H e I não utilizaram impermeabilização na cobertura, pelo fato da obra não possuir laje de cobertura descoberta, e sim telhado aparente.

Decisão quanto à escolha do sistema de impermeabilização:

A responsabilidade pela decisão quanto à escolha dos sistemas de impermeabilização a serem utilizados pelas obras pode auxiliar na investigação de possíveis escolhas de sistemas inadequados e nas ações para melhorar o processo, haja vista tratar-se do primeiro passo para o sucesso da impermeabilização.

A Figura 5.3 apresenta a distribuição dos responsáveis pela escolha dos sistemas de impermeabilização para as obras das 10 (dez) construtoras entrevistadas.

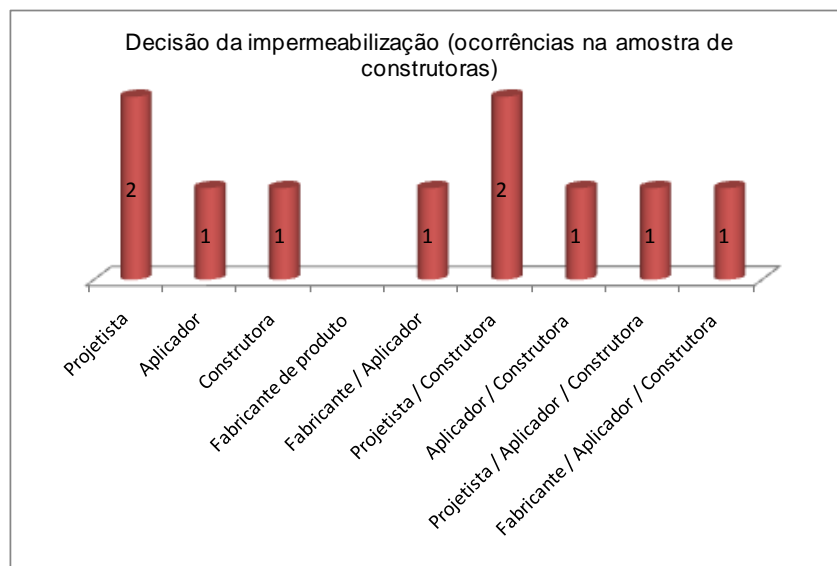


Figura 5.3 – Responsáveis pela decisão da impermeabilização (ocorrências na amostra de construtoras)

Observa-se que nenhuma das obras teve o fabricante de produtos como único responsável pela definição dos sistemas de impermeabilização. Em apenas duas obras este participou na definição da impermeabilização em

parceria com o aplicador, sendo que numa obra a definição foi conjunta com o aplicador e, em outra obra, a definição foi realizada conjuntamente com o construtor, demonstrando a pouca participação do fabricante como especificador neste processo.

O projetista participou do processo de definição dos sistemas de impermeabilização em 05 (cinco) das 10 obras das construtoras entrevistadas. Da mesma forma, o aplicador também aparece na definição dos sistemas de impermeabilização em 05 (cinco) obras. Isto demonstra que estes dois intervenientes possuem bastante influência neste processo decisório.

Das 10 (dez) obras, a construtora participa na definição da impermeabilização em 06 (seis) delas (60% das obras da amostra). Este dado revela a participação da construtora neste processo, interferindo, de alguma forma, na escolha dos sistemas de impermeabilização. Em 04 (quatro) obras (40%), a construtora transferiu a definição e responsabilidade pela escolha dos sistemas de impermeabilização para os demais intervenientes do processo de impermeabilização.

Sistema de impermeabilização adotado:

Independente da adequação dos sistemas adotados, esta pesquisa revelou os 03 (três) principais sistemas de impermeabilização utilizados no ambiente investigado. Estas informações auxiliam tanto aos fabricantes dos produtos utilizados, no sentido de preparar-se para potenciais demandas, como os aplicadores, que necessitam cada vez mais especializar-se para as aplicações destes sistemas.

A Figura 5.4 apresenta uma distribuição dos três sistemas mais utilizados no total da área impermeabilizada (Quadro 5.1) nas 10 (dez) obras das construtoras entrevistadas, observando-se maior participação do sistema com manta asfáltica nas obras, seguido pela utilização da argamassa polimérica. O asfalto moldado *in loco* aparece como sendo um terceiro sistema, com pouco emprego, pois em apenas duas obras informaram utilizar este sistema de impermeabilização.

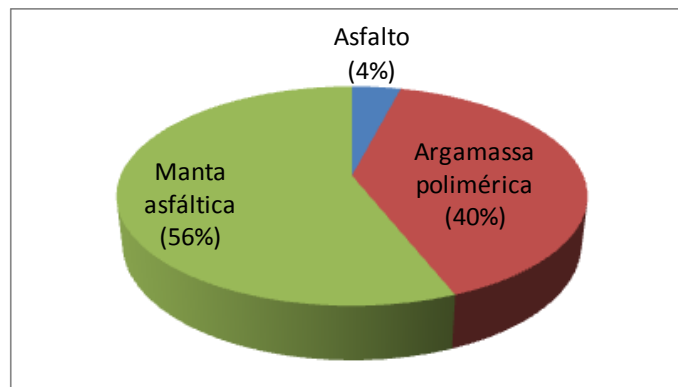


Figura 5.4 – Distribuição dos sistemas de impermeabilização

Custo da impermeabilização:

A experiência e informações de mercado mostram o quanto representa percentualmente o custo da impermeabilização no custo total de uma obra. Este aspecto é muito importante, pois muitas vezes determinadas atividades na construção são negligenciadas pelo fato de representar pouco na curva ABC de custos da obra, que estratifica os custos nas categorias A (poucos itens de alto custo); B (itens de médio custo) e C (grande quantidade de itens de baixo custo).

A impermeabilização é um dos insumos que possui pouca representatividade no custo total da obra, como pode ser observado na Figura 5.5. No entanto, quando a exigência de estanqueidade absoluta não é garantida, os custos com os reparos da impermeabilização e das estruturas afetadas pela presença da umidade e outros agentes agressivos, se elevam a valores bem superiores ao custo inicial da execução do sistema de impermeabilização, que segundo esse trabalho, representa uma média de custo, nas obras das construtoras entrevistadas, de 1,06% do custo da obra.

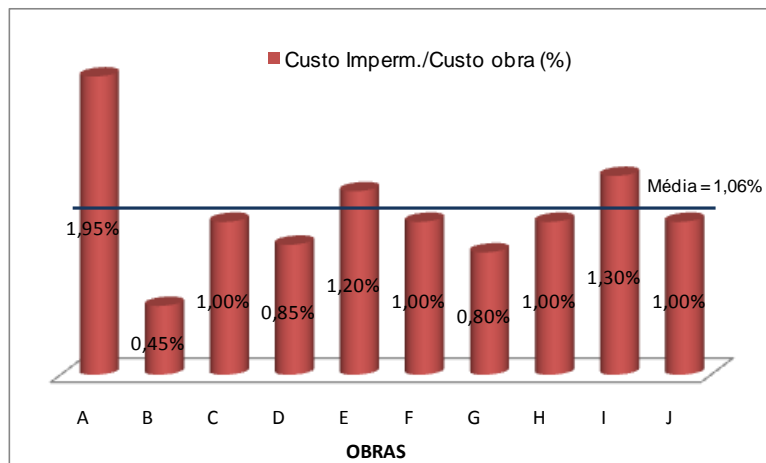


Figura 5.5 – Custo da impermeabilização / Custo da obra

5.1.2 Descrição geral do processo integrado de impermeabilização

Para efeito desta pesquisa, o processo integrado do sistema de impermeabilização corresponde a um conjunto de atividades que vai desde a definição das áreas a serem impermeabilizadas, passando pela escolha dos sistemas e dos detalhes construtivos, indo até a conclusão da execução dos serviços com a proteção da impermeabilização. Este macro processo foi dividido em três processos, quais sejam: processo de projeto, processo de aquisição e processo de execução (aplicação). Com base nas visitas às obras, nas entrevistas realizadas e na revisão bibliográfica, foram montados os três fluxogramas referentes às atividades destes três processos.

5.1.2.1 Processo de projeto

De acordo com as empresas de projeto entrevistadas, o processo de projeto da impermeabilização compreende as atividades relativas à análise do conteúdo, estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo.

A análise de conteúdo é o passo inicial e de suma importância para a boa execução da atividade de projeto, pois é necessário que haja o conhecimento de todo o empreendimento, para que o encaminhamento do projeto não sofra paralisações desnecessárias nem definições erradas por desconhecimento da obra ou devido à interferência de suas partes com a

impermeabilização. Esta fase inicia-se com a coleta de informações, depois é realizado um estudo do *layout*, com análise dos detalhes e identificação das interfaces com outros projetos.

Em seguida é feito um estudo preliminar, onde são identificadas as áreas a serem impermeabilizadas e os diferentes tipos de sistemas possíveis de serem utilizados nessas áreas, para apresentação de um relatório preliminar para aprovação da construtora. A aprovação desse estudo preliminar é necessária para que seja dada continuidade para o projeto básico.

No projeto básico é feita a localização das áreas com as suas dimensões e é realizado o detalhamento genérico básico de ralos, rodapés, inclinação da regularização, transpasse, juntas e tubulações passantes.

Ainda no projeto básico, é montada uma planilha com os locais, áreas (m^2) e sistemas escolhidos, com os respectivos procedimentos de execução, para que sejam aprovados pela construtora e pelos demais projetistas.

Após a aprovação do projeto básico, é iniciado o projeto executivo, onde os locais e cálculo das áreas a serem impermeabilizadas são revisados para cálculo do consumo de produtos a serem indicados no projeto. Nesta fase é apresentado o procedimento executivo por sistema de impermeabilização e os detalhes executivos referentes às interfaces construtivas particulares do projeto, com soluções específicas. Geram-se nesta etapa as seguintes saídas:

- Plantas gerais executivas com lançamento dos sistemas, marcação dos ralos, caimentos e detalhes;
- Ampliações gerais executivas e marcação de detalhes;
- Caderno de detalhes;
- Caderno de procedimentos de execução; e
- Planilha com valores das quantidades de materiais

Na Figura 5.6 é apresentado um fluxograma do processo de projeto de impermeabilização, construído a partir das informações colhidas, para uma melhor visualização das etapas e suas atividades.

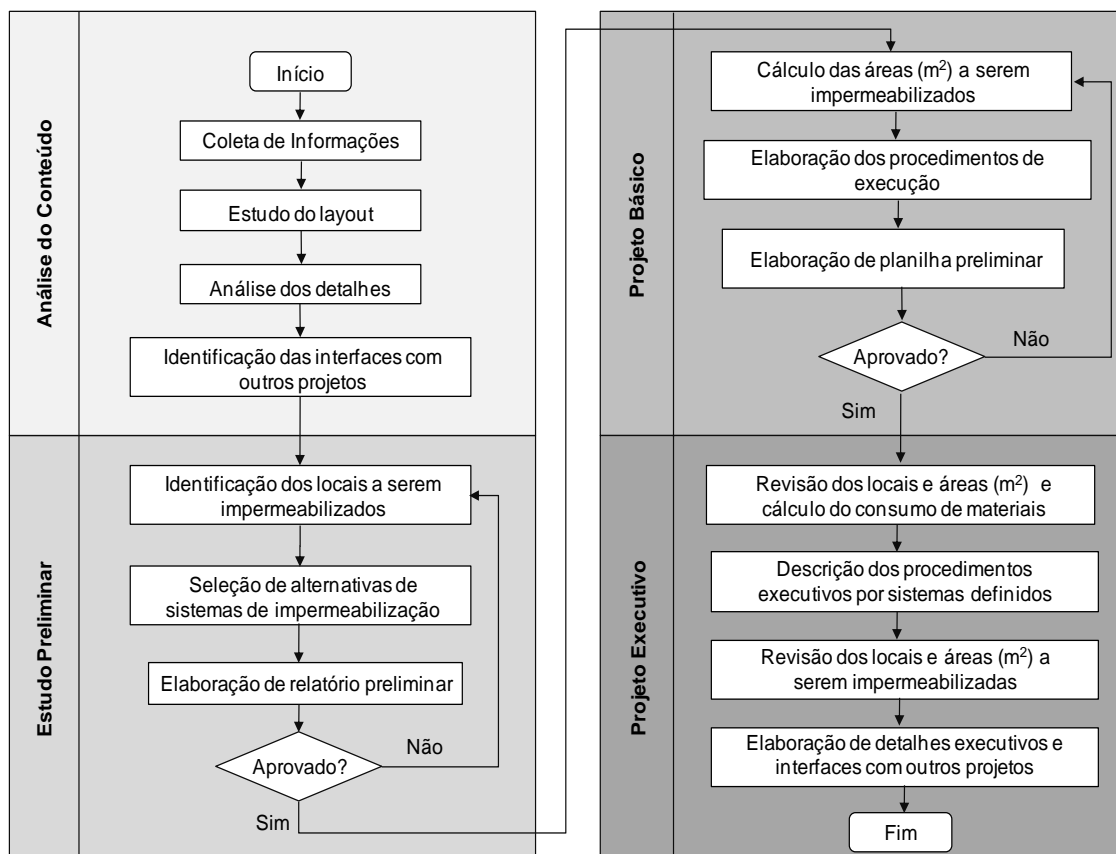


Figura 5.6 – Fluxograma do processo de projeto de impermeabilização

Observa-se que existe uma dependência muito grande do nível de detalhamento de informações de outros projetos, para que as interfaces da impermeabilização com esses projetos sejam realmente detalhadas e solucionadas, evitando-se que as soluções e decisões aconteçam durante a obra.

5.1.2.2 Processo de aquisição de materiais

Com base nas informações obtidas nas entrevistas, o processo de aquisição dos materiais de impermeabilização inicia-se ainda na fase de especificação, e vai até o recebimento e armazenamento dos produtos (Figura 5.7).

A especificação dos materiais e serviços a serem adquiridos é a primeira atividade deste processo, onde são feitos o levantamento das quantidades dos materiais e a definição de suas características técnicas. Além disso, são relacionados todos os procedimentos executivos.

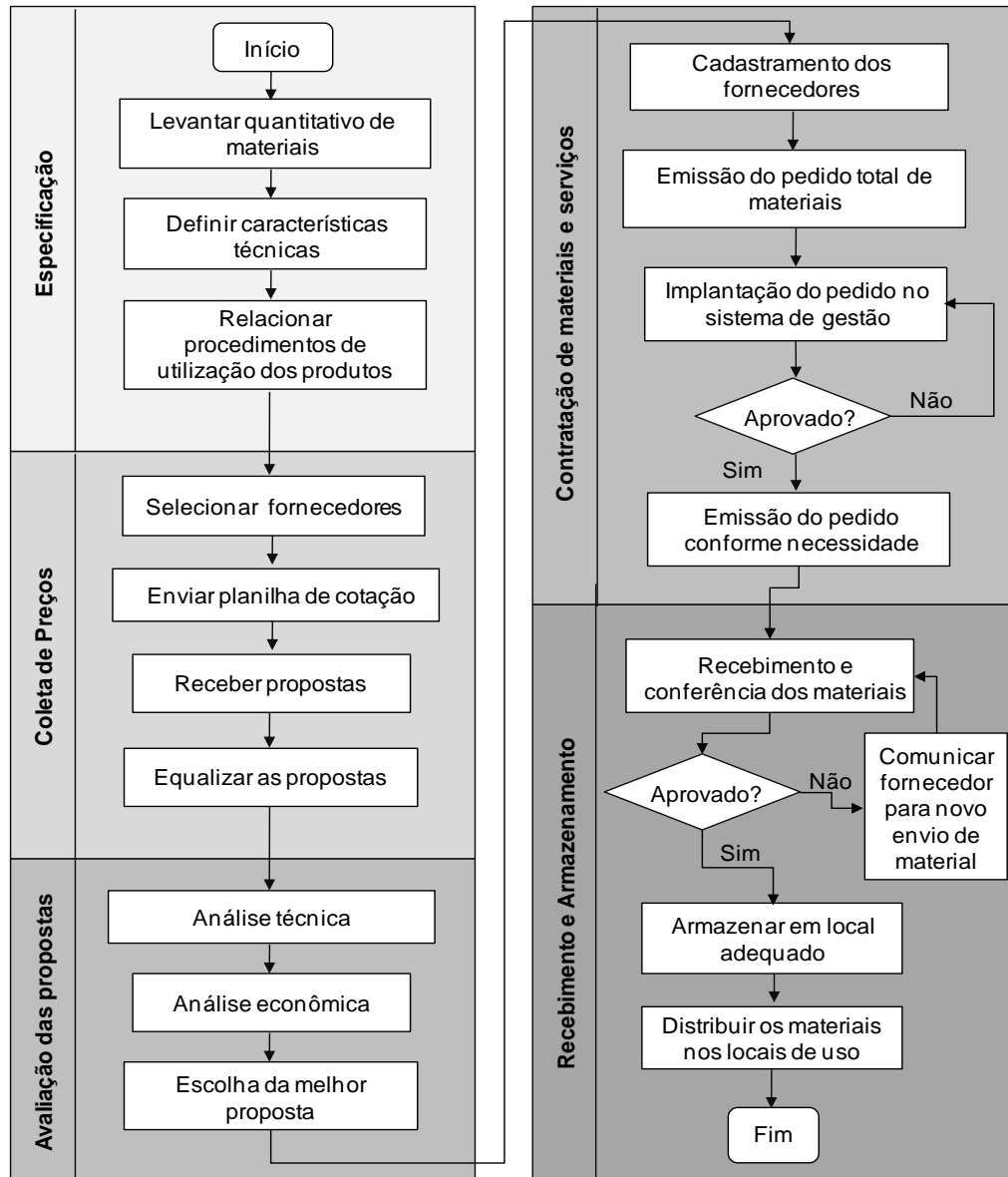


Figura 5.7 – Fluxograma do processo de aquisição da impermeabilização

Com base nestas informações inicia-se a coleta de preços. Nesta etapa é feita a identificação e seleção de fornecedores de materiais e de serviços, para envio de planilhas com sistemas de impermeabilização definidos para cotação. Em seguida, as propostas são recebidas e é feita uma comparação de preços dos vários fornecedores, equiparando as informações comerciais.

Após a comparação de preços, as propostas são avaliadas técnica e economicamente para posterior escolha da melhor proposta.

Tendo-se escolhido os fornecedores, tanto de materiais como de serviços, inicia-se a atividade de contratação, com o cadastramento dos

mesmos. É feita a emissão do pedido total de materiais, que depois é implantado no sistema de gestão interno da empresa, para aprovação do pedido de compra. Esta etapa se encerra com a emissão dos pedidos parciais dos materiais, de acordo com a necessidade da obra.

A próxima e última atividade deste processo é o recebimento e armazenamento dos materiais, e para isto a construtora deve garantir a facilidade de acesso à obra. Os materiais são recebidos e conferidos pelo responsável desta atividade na construtora, para verificar se existe alguma divergência em relação ao pedido de compra emitido, para aceitação e aprovação de entrega. Depois da aceitação, os materiais são armazenados em local adequado, protegidos contra a ação de intemperismo, enquanto não são disponibilizados nos locais de uso.

5.1.2.3 Processo de execução

Com base nas informações colhidas nas entrevistas com os aplicadores (terceirizados para o serviço de execução), na revisão bibliográfica e na própria experiência do pesquisador, foi criado um fluxograma básico do processo de execução da impermeabilização, conforme apresentado na Figura 5.8.

Esse processo inicia-se com a preparação da área a ser impermeabilizada. Existem detalhes construtivos que necessitam ser obedecidos para que o serviço de impermeabilização seja executado em condições adequadas, e não ocorram problemas futuros quando a edificação estiver em uso. A responsabilidade para garantir esses detalhes da construção é da construtora, e deve ser verificada pela empresa responsável pela aplicação dos produtos.

O primeiro detalhe diz respeito às tubulações embutidas. Os ralos deverão ter diâmetro mínimo de 75 mm e devem ser chumbados nas lajes. Da mesma forma, os tubos passantes pelas lajes devem estar chumbados.

As lajes externas deverão ser rebaixadas em relação às lajes internas de no mínimo 6 cm, para que após aplicação de todo o sistema de revestimento externo, incluindo a impermeabilização, não resulte em uma superfície externa com uma diferença de nível que facilite a entrada de água para a área interna, devido ao fácil transbordamento.

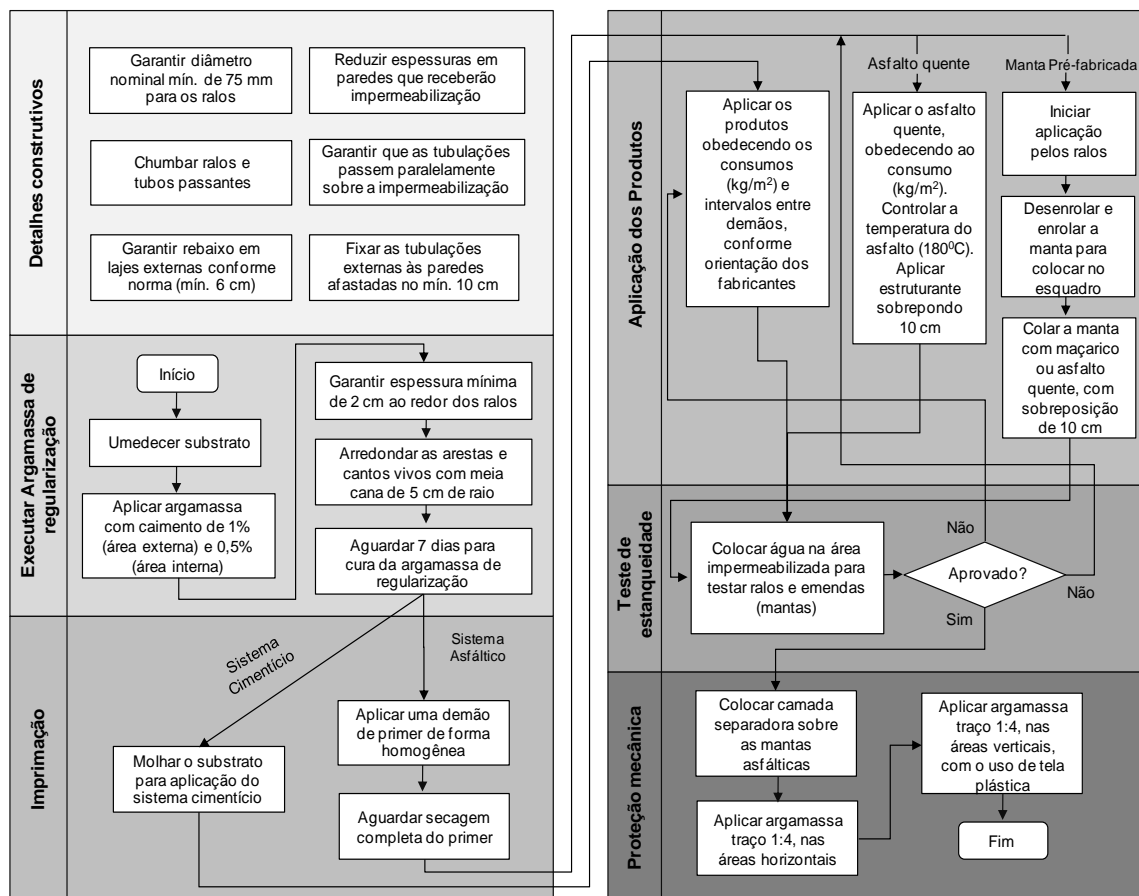


Figura 5.8 – Fluxograma do processo de execução da impermeabilização

As paredes que receberão a impermeabilização nas áreas externas deverão ter espessura reduzida para o embutimento da impermeabilização, a fim de se obter menor espessura de argamassa na camada de proteção mecânica.

Todas as tubulações hidráulicas e elétricas deverão passar sobre o sistema de impermeabilização, para evitar danos à mesma, quando da necessidade de manutenção. As tubulações externas às paredes deverão estar afastadas entre elas de no mínimo 10 cm, e essa mesma distância em relação às paredes.

A primeira atividade do estágio de execução é a regularização do substrato. Inicialmente o substrato é umedecimento para melhorar a ancoragem da argamassa de regularização que é aplicada em seguida, garantindo uma inclinação de 1% para os ralos, no caso de áreas externas e 0,5% no caso de áreas internas. Ao redor dos ralos, a argamassa de

regularização deverá ter espessura mínima de 2,0 cm, para uma maior garantia da sua integridade durante os esforços mecânicos.

As arestas e cantos vivos devem ser arredondados, em forma de meia cana, com raio médio de 5,0 cm.

Após a cura da argamassa de regularização durante período de pelo menos 7 dias, se inicia a etapa de imprimação (aplicação de primer). No caso da aplicação dos sistemas cimentícios, a cura por 5 dias é suficiente. A etapa de imprimação não é necessária para os sistemas cimentícios, que requerem apenas que o substrato seja molhado para possibilitar melhor ancoragem dos produtos impermeabilizantes.

Os sistemas à base de asfalto requerem que o substrato esteja seco, para aplicação de uma camada de pintura asfáltica à base de água ou solvente. Esta camada tem a função de garantir melhor ancoragem do asfalto do material impermeabilizante nos poros do substrato. Em seguida é aguardada a secagem completa dessa pintura, que acontece em um período de até 24 horas.

Para aplicação dos sistemas de impermeabilização devem ser obedecidas as recomendações dos fabricantes dos produtos, pois estes possuem a experiência e conhecimento sobre o comportamento das matérias prima que compõem os produtos, de forma a garantir o seu real funcionamento quando exposto às condições de uso.

Concluídas as atividades da etapa de aplicação dos produtos impermeabilizantes, é feito teste de estanqueidade. Este teste permite que seja observado se existe algum vazamento de água nas áreas impermeabilizadas. Normalmente, este procedimento aponta para falhas em dispositivos (ralos, tubos emergentes, etc.), emendas de mantas ou locais com eventual perfuração no sistema.

Após o teste de estanqueidade é feita a proteção da impermeabilização com uma camada de argamassa de cimento e areia, denominada proteção mecânica, para que o sistema impermeabilizante não seja danificado enquanto não se executa a camada final de revestimento.

5.1.3 Análise crítica da interface do projeto de impermeabilização com outros projetos

Como fora vista na revisão bibliográfica, 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.

A entrevista com as duas empresas de projeto de impermeabilização que participaram deste estudo, evidenciou a existência de uma deficiência na análise e solução das interferências da impermeabilização com outros sistemas construtivos, e que pode ser resolvida através da compatibilização de projetos, responsável pela garantia da construtibilidade de forma otimizada.

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. No entanto, alguns projetistas não fazem uma boa análise destes projetos para que as soluções dadas para a impermeabilização sejam adequadas.

Os projetistas entrevistados elencaram uma relação de interferências dos projetos de uma obra com o projeto de impermeabilização, que muitas vezes não são levadas em consideração, e que podem dificultar a instalação da impermeabilização, criando uma situação que gera o seu desgaste precoce, podendo provocar danos a outros sistemas construtivos. No Quadro 5.3 estão apresentadas as principais interferências do projeto estrutural com a impermeabilização, que foram apontadas pelos entrevistados, e os respectivos problemas gerados.

Quadro 5.3 – Interferência do projeto estrutural com o sistema de impermeabilização

OUTROS SISTEMAS		SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	
		FORMA DE INTERFERÊNCIA	PROBLEMA
Projeto Estrutural	1	Falta de rebaixo de laje externa (varanda, e play ground)	Adoção de sistema de impermeabilização inadequado por falta de cota
	3	Existência de vão entre dupla laje em áreas externas	Ataque da estrutura devido ao processo de condensação da água
	4	Localização de juntas estruturais em piscinas ou em locais de difícil acesso	Dificuldade na instalação da impermeabilização possibilitando a ocorrência de erros
	5	Presença de sistemas estruturais que restringem os locais de furação nas lajes. (Ex: Lajes protendidas)	Insuficiência de ralos, consequentemente com necessidade de maior espessura de contrapiso para atender aos caimentos.

Reforçando estas informações, algumas destas interferências foram observadas *in loco*, durante as visitas às obras.

A Foto 5.1 mostra uma laje de varanda onde não houve rebaixo suficiente para instalação do sistema de impermeabilização com manta asfáltica definido em projeto. Por isso foi aplicado outro sistema de impermeabilização, sem a regularização do substrato, com o devido caimento para os tubos coletores de água, como previsto pela NBR 9575. Além disso, este sistema recebeu uma proteção mecânica com espessura insuficiente, para não haver aumento da cota do piso externo, evitando, assim, o transbordamento de água para área interna, caso receba água de chuva.

**Foto 5.1 – Laje de varanda com rebaixo insuficiente**

Ao tentar garantir a diferença de nível entre o piso interno e o piso externo, sem que seja feito desnível de laje, algumas construtoras adotam o

recurso de enchimento da laje interna com argamassa, resultando numa camada de revestimento excessiva, como mostra a Foto 5.2. Esse procedimento eleva o custo do revestimento interno de piso, pois deve ser adotado em toda a área interna da unidade habitacional.



Foto 5.2 – Espessura de revestimento de piso interno para compensar falta de rebaixo na varanda

Outro ponto importante relatado pelos projetistas de impermeabilização é a localização das juntas estruturais. É necessário que haja condições para executar o serviço de impermeabilização, sem que o mesmo seja prejudicado. Este problema foi observado numa das obras visitadas, onde um operário fazia a aplicação de uma manta asfáltica numa junta estrutural, sem que houvesse condições físicas para o acesso ao local de aplicação, pois existia apenas 40 cm entre o piso da laje da área externa e parte inferior da laje do hall de entrada para o prédio (Foto 5.3).



Foto 5.3 – Aplicação da impermeabilização numa junta estrutural

Observa-se que, mesmo assim, o operário executou os serviços na junta estrutural, considerado ser este um ponto vulnerável a falhas de um sistema de impermeabilização, pois se exige que o material aplicado trabalhe sob a ação de esforços de tração e compressão, para acompanhar a movimentação da junta.

A Foto 5.4 mostra o detalhe de uma piscina em uma das obras visitadas, cujo projeto não se preocupou com as condições de aplicação do sistema de impermeabilização. Neste caso a especificação da impermeabilização previa a aplicação de uma manta asfáltica, mas o encontro entre duas paredes da piscina possuía um ângulo que dificultou a aplicação do sistema. Desta forma foi necessária a revisão no projeto da piscina para correção do encontro destas paredes, com custo adicional não previsto.



Foto 5.4 – Detalhe de uma piscina em concreto

A Foto 5.5 mostra uma situação do projeto de arquitetura, onde em uma varanda, um dos cantos com ângulo agudo não oferece condições para a execução perfeita do serviço de impermeabilização, principalmente se for especificado sistema pré-fabricado com manta asfáltica.



Foto 5.5 – Detalhe de uma varanda

As duas situações anteriores reforçam a necessidade de uma comunicação entre o projeto arquitetônico, o projeto de estruturas e o projeto de impermeabilização, para evitar situações que dificultem a execução dos serviços de impermeabilização, podendo refletir no desempenho do sistema adotado em projeto.

Durante o andamento da obra, para minimizar tais problemas, se faz necessário adotar soluções para corrigir estas situações, que geram desperdícios e custos adicionais elevados, além de atrasos no cronograma da obra. Neste caso, percebe-se a falta de atendimento às necessidades do processo de execução da impermeabilização, por parte dos projetistas de outros sistemas.

Da mesma forma, o projeto de instalações também influencia o projeto de impermeabilização e a sua execução, conforme foi destacado nas entrevistas com os dois projetistas (Quadro 5.4).

As duas empresas de projeto (empresa A e B) apontaram o projeto de instalações hidráulico e elétrico, como grande responsável por danos à impermeabilização, caso não sejam analisadas as interfaces desses dois sistemas com a impermeabilização. Sendo assim, essas empresas indicaram a forma como acontece esta interface e os possíveis problemas que podem surgir.

Quadro 5.4 – Interferência dos projetos de instalações com o sistema de impermeabilização

OUTROS SISTEMAS		SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	
		FORMA DE INTERFERÊNCIA	PROBLEMA
Projeto Inst. Hidráulico	1	Coletores de água e tubulações passantes pela estrutura locados muito próximos às paredes.	Dificuldade de aplicação dos sistemas criando pontos vulneráveis na impermeabilização.
	2	Dimencionamento dos diâmetros de coletores de água sem considerar folgas para aplicação de sistema impermeabilizante.	Estrangulamento do coletor de água ao executar a impermeabilização com manta asfáltica
	3	Sistema de irrigação embutido em alvenarias	Necessidade de quebra e remoção da impermeabilização para instalação e reparos
Projeto Inst. Elétrico	1	Fixação das caixas de energia e acessos de conduites	Entrada de conduite pela parte inferior das caixas pode causar infiltração de água por trás dos sistemas de impermeabilização
	2	Fixação de equipamentos externos em lajes e platibandas.	Falta de previsão antecipada destes equipamentos e fornecimento dos detalhes de fixação , implicam em possibilidade de dano aos sistemas impermeabilizantes.

Em relação às instalações hidráulicas, a principal interferência observada nas obras visitadas foi a instalação de tubos coletores de água ou tubos que transpassam verticalmente e horizontalmente as estruturas, muito próximos às alvenarias verticais ou às lajes, como mostram as Fotos 5.6 e 5.7.



Foto 5.6 – Tubos passantes próximos à laje

Nestas condições não é possível garantir o bom funcionamento da impermeabilização ao redor destes dispositivos, devido à dificuldade de execução dos arremates da impermeabilização destes tubos.



Foto 5.7 – Tubos passantes próximos à parede

Ainda 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, como mostram as Fotos 5.8 e 5.9.



Foto 5.8 – Perfuração da impermeabilização para passagem de tubulação de água



Foto 5.9 – Instalação do sistema de irrigação após a instalação 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.

A principal interferência do projeto de instalação elétrica com o sistema de impermeabilização, citada pelos projetistas, é referente à posição de entrada dos conduítes na caixa plástica. A Foto 5.10 mostra esta situação em duas obras visitadas. Neste caso, os conduítes estão sendo conectados pela parte de baixo da caixa, criando uma condição em que, caso a água venha a infiltrar-se pela tampa desta caixa, poderá entrar no conduíte e sair em pontos indesejáveis, como iluminação de ambientes, ou poderá passar entre o conduíte e a caixa e percorrer caminhos por trás do sistema de impermeabilização e infiltrar-se na laje.



Foto 5.10 – Entrada dos conduítes na caixa de elétrica

Além dos projetos de estruturas e instalações, mais três projetos foram citados pelos projetistas de impermeabilização nas entrevistas e que também possuem interface com o projeto de impermeabilização, como mostra o Quadro 5.5.

Caso os projetos de alvenaria, de revestimento e de paisagismo também não sejam executados com uma visão mais abrangente da obra, considerando as suas interferências com o sistema de impermeabilização, estes podem gerar condições que dificultam a execução da impermeabilização e/ou introduzam custos adicionais que podem ser evitados.

Quadro 5.5 – Interferência dos projetos de alvenaria, de revestimento e de paisagismo com o sistema de impermeabilização

OUTROS SISTEMAS		SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO	
		FORMA DE INTERFERÊNCIA	PROBLEMA
Projeto Alvenaria	1	Espessura das primeiras fiadas onde ocorre a ancoragem dos sistemas de impermeabilização	Aumento na espessura dos revestimentos, para cobertura da impermeabilização, acarretando em maiores custos
Projeto Revestimento	1	Especificações inadequadas de materiais e falta de previsão de juntas de dilatação nas fachadas	Fissuras e infiltrações
	2	Execução do revestimento de paredes externas depois da impermeabilização de paredes internas	Em período de chuva, pode infiltrar água pelas paredes desprotegidas, danificando a impermeabilização internamente
Projeto Paisagismo	1	Altura de maciço de terra em jardins	Impermeabilização na vertical não ultrapassa nível de terra, o que pode provocar infiltrações
	2	Soluções e dimensionamentos sem considerar dimensões reais para aplicação de sistema impermeabilizante	Dificuldade de compatibilização dos detalhes de projeto paisagístico com as necessidades dos sistemas de impermeabilização

Em relação ao projeto de alvenaria, a grande interferência ocorre na definição do tipo e espessura dos blocos das primeiras fiadas da parede em áreas externas. Considerando que o sistema de impermeabilização necessita subir na parede até a altura de 30 cm, quando não se tem uma redução adequada na espessura da alvenaria até esta altura, se faz necessário que todo o revestimento da alvenaria seja mais espesso no restante da parede acima da impermeabilização, para que possa atender a espessura da proteção mecânica de pelo menos 3,0 cm de argamassa sobre a impermeabilização. Desta forma a espessura aumentada de revestimento tem que se estender em toda a superfície vertical, como mostra a Foto 5.11.



Foto 5.11 – Espessura do revestimento em paredes externas

No que diz respeito ao projeto de revestimento de piso, este deve ser totalmente definido antes da execução da impermeabilização, para evitar remoções de revestimento já instalado, devido a mudança no projeto, causando dano à impermeabilização como mostra a Foto 5.12. Neste caso, a obra recebeu uma alteração no projeto do revestimento do piso e a impermeabilização teve que ser cortada para adequação ao novo projeto.



Foto 5.12 – Quebra de revestimento com dano na impermeabilização instalada

No caso dos revestimentos de argamassa para regularizar o substrato do piso a ser impermeabilizado, foi observada em diversas obras visitadas, a quebra desta argamassa ao redor dos ralos promovendo um rebaixo para garantir a instalação do sistema de impermeabilização com manta asfáltica, como mostra a Foto 5.13. Isso leva à retrabalho, atraso da obra e desperdício de material.



Foto 5.13 – Execução de rebaixo após regularização de toda a laje externa

Outro fato observado durante uma visita foi a execução da impermeabilização das paredes internas de uma cobertura, sem que o sistema de revestimento da fachada tivesse sido executado. Isto cria uma condição favorável a infiltração de água de chuva, devido a absorção dos materiais e falhas na própria alvenaria, podendo provocar danos à impermeabilização ou, o armazenamento de água por trás da mesma, para posterior vazamento nos elementos da laje (Foto 5.14).



Foto 5.14 – Impermeabilização em laje de cobertura com a platibanda sem revestimento externo

No caso da Foto 5.15, observa-se que num mesmo local, os sistemas de estruturas, alvenaria e revestimento, que devem anteceder o sistema de impermeabilização, ainda estavam em fase de execução, enquanto a impermeabilização já tinha sido instalada. Este procedimento coloca em risco o sistema de impermeabilização, quanto a possíveis danos provocados durante a conclusão dos outros serviços.



Foto 5.15 – Execução de impermeabilização antes de serviços de estrutura e alvenaria

Como exemplo de interferência com o projeto de paisagismo foi citado pelos projetistas o caso de jardineiras que tenham maciço de terra com altura acima da cota final da impermeabilização prevista, podendo ocorrer a passagem de água contida no maciço de terra da jardineira, por trás da camada impermeabilizante. Este problema foi verificado em uma das obras visitadas.

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.

Desta forma, é possível estabelecer uma relação entre os pontos de interface apresentados neste estudo e os princípios de compatibilização, conforme o método de Solano (2005), que foram feridos, como mostra o Quadro 5.6.

Quadro 5.6 – Princípios de compatibilização afetados pelas interfaces não solucionadas

INTERFACES NÃO SOLUCIONADAS	PRINCÍPIOS DA COMPATIBILIZAÇÃO				
	RESPEITO AO CRONOGRAMA DE OBRA	RESPEITO AO CUSTO PARA EXECUÇÃO DA OBRA	PADRONIZAÇÃO DO PRODUTO FINAL	DIRIGIR SOLUÇÕES PARA CONSTRUTIBILIDADE	REQUISITOS DE DURABILIDADE
Falta de rebaixo na varanda					X
Espessura de revestimento interno	X	X	X		
Junta estrutural de difícil acesso				X	X
Encontro de paredes na piscina	X	X		X	X
Detalhe do encontro das paredes na varanda			X	X	X
Tubulações próximas às paredes e pisos				X	X
Entrada de conduítes na caixa de luz					X
Sequenciamento da execução de serviços	X	X			X

De acordo com o referido quadro, pode-se observar que a durabilidade do sistema de impermeabilização aparece como o principal requisito afetado pela falta de compatibilização de projetos e os serviços executados nas obras visitadas neste estudo. Além deste, o aspecto da construtibilidade também aparece como um princípio bastante prejudicado, podendo haver um comprometimento da qualidade dos serviços de instalação da impermeabilização e por conseqüência um baixo desempenho e redução da durabilidade do sistema.

5.2 Avaliação do processo de impermeabilização com base no modelo de análise

Aqui serão apresentados e analisados os resultados das entrevistas e visitas realizadas, tendo-se como referência o modelo desenvolvido para análise dos *constructos* fluxo de informação, desperdício e conformidade, definidos e explicados no capítulo 4 deste trabalho.

5.2.1 Avaliação do processo de projeto

Esta avaliação foi feita com base na aplicação do questionário do Apêndice A, para avaliar os *constructos* fluxo de informação, desperdícios e conformidades, referentes às duas empresas de projetos entrevistadas. O Apêndice D traz a tabulação das respostas aos questionários e aqui será apresentada a síntese das principais informações levantadas.

5.2.1.1 Fluxo de informação no processo de projeto

O *constructo* fluxo de Informação foi avaliado no processo de projeto, através dos quatro indicadores definidos no Quadro 4.1 (Capítulo 4). São eles: a) planilha com definição dos sistemas; b) apresentação de detalhes das interferências com outros processos; c) apresentação e discussão do projeto com os envolvidos no processo; e d) existência de coordenação e gestão de projetos (acompanhamento).

Observou-se que as duas empresas de projeto de impermeabilização entrevistadas, entregam como produto aos seus contratantes (construtoras) um material impresso onde constam todas as áreas que serão impermeabilizadas e os seus respectivos tipos de sistemas adotados, em forma de plantas e memoriais descritivos. Porém, nenhuma delas apresenta um resumo, contendo informações sobre os locais a impermeabilizar, metragem das áreas, sistemas definidos, consumo e quantidade de cada material, de forma a facilitar a gestão da construtora para a contratação e o acompanhamento dos serviços. Estas informações poderiam auxiliar na identificação de erros de cálculos de áreas e/ou quantidades de materiais para compra.

Com relação às interferências com outros sistemas construtivos, as duas empresas afirmaram detalhar todas as interferências nos seus projetos, no entanto, existem situações em que as interseções não são detalhadas, pois não aparecem nos demais projetos da obra que lhes são entregues. Neste caso, uma das empresas afirmou que as soluções para estas interseções são dadas durante a execução dos serviços de impermeabilização.

Outro indicador analisado foi a apresentação do projeto à construtora, que tem como objetivo informar sobre as partes do projeto, os procedimentos executivos e todas as questões que foram consideradas na concepção e confecção do projeto. Nenhuma das empresas afirmou ter esta prática, havendo apenas a entrega do material impresso. No entanto, uma das empresas destacou que no escopo do seu trabalho contempla esta prática, mas não há solicitação das construtoras para a apresentação do projeto.

A coordenação e acompanhamento da execução do projeto de impermeabilização também não são feitos por estas duas empresas de projeto. Uma delas afirmou que não é comum esta solicitação por parte das construtoras e a outra empresa diz não fazer parte do seu escopo de trabalho.

5.2.1.2 Desperdícios no processo de projeto

O *constructo* desperdício foi avaliado através dos seguintes indicadores: (a) diferença no cálculo das áreas; (b) projeto gerado em desacordo com a demanda do cliente; (c) tempo para realização do projeto; (d) retorno das solicitações feitas às construtoras; e (e) revisões no projeto.

Segundo as duas empresas de projeto entrevistadas, o cálculo das áreas, em m², a serem consideradas na impermeabilização é feito com base no projeto arquitetônico. No entanto, muitas vezes existem mudanças no projeto arquitetônico que não são informadas ao projetista de impermeabilização. Isso gera divergência entre a área apresentada no projeto de impermeabilização e a área real construída, refletindo na quantidade dos materiais a ser adquirida, podendo haver sobra ou falta de material.

Em relação aos locais da obra em que o projeto prevê a instalação de um sistema de impermeabilização, um dos projetistas afirmou que contempla apenas os locais definidos pelas construtoras. A outra empresa de projeto considera a cultura da construtora, mas apresenta todas as áreas que ela acha necessário impermeabilizar, sendo áreas molháveis e molhadas.

De acordo com as entrevistas, o tempo mínimo para realização de um projeto de impermeabilização é de 30 dias. No entanto, este tempo é aumentado em função do tamanho da obra, das variações no projeto arquitetônico e da agilidade no recebimento das informações solicitadas às construtoras. Uma das empresas de projeto entrevistada revelou que um fator que pode levar à redução deste tempo é o recebimento de um projeto executivo compatibilizado, com a resolução de todas as interfaces dos projetos que interferem na impermeabilização.

Segundo os entrevistados, outro agravante para o desenvolvimento do projeto de impermeabilização é a espera das informações solicitadas às construtoras, para complementar o entendimento sobre a obra, auxiliando nas decisões corretas quanto aos sistemas que deverão ser adotados. Muitas vezes, o projeto fica parado por duas semanas, por falta de informação de outros projetos, chegando ao ponto da construtora solicitar a entrega do projeto de impermeabilização no estágio em que o mesmo se encontra, assumindo que as interfaces com outros projetos serão equacionadas no decorrer da instalação da impermeabilização.

Em relação à quantidade de revisões no projeto de impermeabilização, os projetistas afirmam que são feitas de duas a três revisões nos projetos, em função das alterações em outros projetos, mesmo durante a execução da obra.

5.2.1.3 Conformidade no processo de projeto

As duas empresas entrevistadas afirmaram que os projetos são executados de acordo com as normas NBR 9575 e NBR 9574, que estabelecem as exigências e recomendações relativas à seleção e projeto de impermeabilização e à execução de impermeabilização respectivamente, para que sejam atendidas as condições mínimas de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como a salubridade, segurança e conforto do usuário.

5.2.1.4 Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de projeto

A partir da tabulação apresentada no Anexo D, onde constam as respostas dos entrevistados no processo de projeto, considerando os indicadores estabelecidos, foi possível construir a tabela 5.1, onde estão apresentados os percentuais de favorabilidade dos indicadores investigados em cada *constructo*, de acordo com o critério definido no Capítulo 4 deste trabalho (seção 4.1.3 – Tratamento de Dados).

A partir da construção dessa tabela, foi feita a avaliação do nível de favorabilidade dos indicadores definidos para cada *constructo* no processo de projeto. Para isto, adotou-se que estes indicadores foram considerados satisfatórios quando o percentual de favorabilidade fosse maior ou igual a 75%.

Desta forma, dos 10 (dez) indicadores definidos para analisar o processo de projeto, com base no modelo proposto, apenas 4 (quatro) deles tiveram percentual de favorabilidade satisfatórios, sendo um relacionado ao fluxo de informação, dois relacionados ao desperdício e o quarto relacionado à conformidade.

Tabela 5.1 - Análise da Favorabilidade dos Indicadores - Processo de Projeto

	----- Fluxo de Informação -----		----- Desperdício -----		----- Conformidade -----					
Empresa	planilha com definição dos sistemas	detalhes das interferências com outros projetos	apresenta- ção e discussão dos projetos	existência de coordenação e acompanha- mento da execução do projeto	diferença no cálculo das áreas	projeto gerado de acordo com a demanda do cliente	tempo para realização do projeto	retorno das solicitações feitas para as construtoras	revisão do projeto	atendimento às normas
A	parcial	parcial	não	não	parcial	sim	sim	não	parcial	sim
B	parcial	sim	não	não	parcial	parcial	parcial	não	parcial	sim
Índice de Favorabi- lidade dos indicadores	50%	75%	0%	0%	50%	75%	75%	0%	50%	100%

A partir dos resultados apresentados na Tabela 5.1, foi montado o Quadro 5.7 para apresentar um resumo da avaliação do processo de projeto, onde foram identificados os pontos positivos e as oportunidades de melhorias deste processo, com base no modelo de análise.

Quadro 5.7 – Pontos positivos e oportunidades de melhoria no processo de projeto

CONSTRUCTO	PONTOS POSITIVOS	OPORTUNIDADES DE MELHORIA
Fluxo de informação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detalhamento das interferências com outros projetos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dificuldades no recebimento de informações solicitadas para elaboração do projeto. ▪ Falta de quadro resumo dos locais, áreas (m²), sistemas adotados e quantidades de materiais. ▪ Desconhecimento do projeto de impermeabilização e suas definições, pelos envolvidos da construtora e empresa de aplicação. ▪ Falta acompanhamento da execução dos serviços de impermeabilização, pela empresa de projeto.
Desperdício	<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.
Conformidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos elaborados em cumprimento às normas de impermeabilização 	

Observa-se que boa parte das oportunidades de melhorias no processo de projeto, está relacionada à disponibilidade das informações para execução do projeto, assim como à difusão das informações contidas no projeto, depois de concluído, para aqueles que irão utilizá-lo.

5.2.2 Avaliação do processo de aquisição de materiais

A avaliação do processo de aquisição da impermeabilização foi realizada da mesma forma como se procedeu para o processo de projeto. Os dados coletados nas entrevistas com as 10 (dez) empresas construtoras foram tabulados, a partir das informações do Anexo E. Essas informações serviram

para avaliar o processo de aquisição, sob a ótica dos *construtos* fluxo de informação, desperdícios e conformidade.

5.2.2.1 Fluxo de informação no processo de aquisição

Os indicadores definidos para avaliar o processo de aquisição dos sistemas de impermeabilização, sob a ótica do fluxo de informação, foram: (a) existência de um plano de compras; (b) conhecimento sobre os materiais e serviços a serem adquiridos; e (c) existência de uma coordenação de compras. A seguir apresentam-se as principais informações colhidas em relação a estes indicadores.

06 (seis) das 10 (dez) empresas entrevistadas afirmaram possuir um plano de compras para todos os serviços contratados pela obra. Para estas empresas o plano é um mecanismo interno de fundamental importância para o controle das aquisições de materiais. Em contrapartida, 4 (quatro) empresas não possuem plano de compras, que neste caso fica sob a responsabilidade da empresa parceira executora dos serviços. Isto mostra uma fragilidade no controle do fornecimento dos materiais, pois normalmente as empresas executoras são empresas pequenas, sem estrutura administrativa e com poucas ferramentas de controles.

Em relação ao conhecimento dos materiais especificados em projetos, apenas 03 (três) entrevistados informaram possuir razoável conhecimento sobre os materiais adquiridos, quanto à sua aplicação e desempenho, e 07 (sete) entrevistados afirmaram possuir pouco ou nenhum conhecimento. Isso mostra que ainda existe uma grande lacuna no conhecimento sobre os produtos de impermeabilização na construção civil, por parte das construtoras.

No caso da coordenação das compras, 09 (nove) empresas garantiram manter um profissional para coordenar as compras dos materiais, facilitando assim a gestão de compras, e valorizando a existência de apenas um ponto de contato com o fornecedor. Apenas 01 (uma) empresa declarou que o pedido de compra é feito em parceria com a empresa executora.

5.2.2.2 Desperdícios no processo de aquisição

Os indicadores definidos para avaliação do processo de aquisição dos materiais revelaram fontes de desperdícios que necessitam de um tratamento especial. São elas: (a) sobra de material; (b) atraso na definição dos produtos para compra; (c) espera na aprovação da compra; (d) disponibilização do material próximo ao local de uso; (e) excesso de pessoas envolvidas no processo de aprovação da compra; (f) aquisição de materiais antes da necessidade da obra; e (g) não conformidade no recebimento dos materiais.

De acordo com as entrevistas, é comum ocorrer a sobra de materiais nas obras, por diversos motivos, tais como: falta de controle no consumo de materiais por parte do aplicador; consumo de menos material que a quantidade especificada em projeto; mudanças feitas pelo aplicador durante a execução, por sua própria conta; e erro no cálculo da quantidade de materiais.

Quanto à especificação e definição dos materiais que devem ser adquiridos, apenas 01 (uma) empresa entrevistada afirmou que é comum acontecer atraso na definição, que por sua vez reflete no atraso de alguns serviços da obra. Outras 02 (duas) empresas afirmaram que às vezes acontece este problema devido a conflitos de prioridades da área de engenharia.

Para os entrevistados, não é comum o departamento de compras aguardar muito tempo para aprovação dos pedidos de compra, pois normalmente, a autorização é feita pelo gestor da obra, que tem interesse em que este processo seja rápido. Os únicos problemas que foram apontados por 03 (três) construtoras foi o fato da aprovação exigir o aval da diretoria. Em outras 02 (duas) empresas, esta aprovação passa pela empresa gerenciadora da obra, acarretando sempre em atrasos na liberação de compra.

Segundo as construtoras entrevistadas, a aprovação de compra se dá com a participação de duas pessoas (4 empresas), três pessoas (3 empresas) ou mais de três pessoas (3 empresas). As empresas que possuem em seu procedimento a aprovação de compra por mais de três pessoas evidenciam atividade lenta e burocrática, podendo acarretar atrasos no recebimento e uso dos materiais.

O armazenamento dos materiais em local próximo à aplicação também foi um indicador avaliado. Na sua maioria, as construtoras afirmaram que é comum a destinação de uma área coberta e protegida para este fim, porém

esta área não fica no mesmo pavimento onde serão aplicados. Por se tratar de uma grande quantidade de materiais e de difícil controle, a construtora prefere concentrá-los em um único local.

Quanto à aquisição de materiais antes da necessidade da obra, ficou evidenciado que a metade das empresas construtoras entrevistadas realiza esta prática. Isso pode refletir em estoque desnecessário e possibilidade de danos aos materiais durante a estocagem.

Em relação ao recebimento dos materiais, os problemas relatados dizem respeito às condições das embalagens, atraso nas entregas e recebimento de quantidades menores que os pedidos de compra.

5.2.2.3 Conformidade no processo de aquisição

O único indicador que serviu para avaliar a conformidade no processo de aquisição foi o cumprimento da especificação dos materiais contida no projeto de impermeabilização ou em especificações definidas pela própria obra. Este cumprimento foi verificado em quase todas as construtoras e em apenas uma delas, foi observado que é comum ocorrerem mudanças na especificação, feitas pelo aplicador e pela própria construtora, sem o conhecimento da empresa de projeto. Em outra construtora, esta alteração também é comum, mas com a anuência do projetista.

5.2.2.4 Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de aquisição

Da mesma forma, a Tabela 5.2 apresenta os percentuais de favorabilidade dos indicadores investigados em cada constructo, de acordo com o critério definido no Capítulo 4 deste trabalho (seção 4.1.2 – Tratamento de Dados)

Seguindo a mesma linha de raciocínio que fora estabelecido para a análise dos indicadores do processo de projeto, observa-se que apenas 03 (três) dos indicadores apresentados na Tabela 5.2 obtiveram percentuais de favorabilidade igual ou superior a 75%, sendo considerados satisfatórios, para efeito deste trabalho.

Tabela 5.2 - Análise de Favorabilidade dos Indicadores - Processo de Aquisição

Empresa	----- Fluxo de Informação -----				----- Desperdício -----				-- Conformidade --		
	plano de compras	sobre os materiais e serviços a serem adquiridos	existência de um coordenador de compras	sobra de material por aquisição a maior	atraso na definição dos produtos para compra	espera na aprovação da compra	disponibilização de material próximo ao local de aplicação	excesso de pessoas envolvidas no processo de aprovação	aquisição dos materiais antes da necessidade	não conforme com o recebimento	aquisição de materiais conforme planilha de projeto ou especificação
C	sim	parcial	sim	não	sim	sim	parcial	não	sim	não	sim
D	sim	não	sim	parcial	parcial	sim	parcial	sim	não	sim	parcial
E	sim	não	sim	não	parcial	sim	parcial	sim	sim	sim	sim
F	não	parcial	sim	não	sim	não	parcial	não	sim	não	não
G	sim	não	sim	não	parcial	sim	parcial	sim	não	sim	sim
H	não	parcial	sim	sim	sim	sim	sim	parcial	sim	sim	sim
I	não	não	sim	não	sim	sim	parcial	parcial	sim	parcial	sim
J	sim	não	sim	parcial	sim	não	parcial	não	não	parcial	sim
K	sim	não	não	sim	sim	sim	parcial	parcial	não	parcial	sim
L	não	não	sim	sim	não	não	parcial	sim	não	parcial	sim
Índice de Favorabilidade do indicador	60%	15%	90%	40%	75%	70%	55%	55%	50%	60%	85%

Os outros indicadores foram considerados insatisfatórios (percentuais abaixo de 75%), com destaque para o baixo nível de conhecimento sobre os sistemas de impermeabilização (materiais e serviços) que são adquiridos, pois obteve um percentual de apenas 15%. Os demais indicadores tiveram percentuais de satisfação considerados medianos ou baixos.

A partir das avaliações da Tabela 5.2, foi construído o Quadro 5.8, onde são apresentados, de acordo com cada *constructo*, os pontos positivos observados no processo de aquisição dos sistemas de impermeabilização, bem como as oportunidades de melhorias, que passam a ser um objeto de análise para implementação de ações específicas.

Quadro 5.8 – Pontos positivos e oportunidades de melhoria no processo de aquisição

CONSTRUCTO	PONTOS POSITIVOS	OPORTUNIDADES DE MELHORIA
Fluxo de informação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existência de uma coordenação de compras 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de um plano de compras ▪ Pouco conhecimento sobre os materiais e serviços que são adquiridos
Desperdício	<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
Conformidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aquisição dos materiais conforme projeto e especificação 	

De um modo geral, de acordo com as empresas entrevistadas, as atividades que compõem o processo de aquisição dos sistemas de impermeabilização, apresentaram resultados que satisfaz em boa medida, o *constructo* conformidade. Porém, os resultados da avaliação dos outros dois *constructos* apontam para a necessidade de aumentar o conhecimento sobre os produtos e serviços de impermeabilização, bem como para a necessidade de promover melhorias nos processos internos de gestão de compras, a fim de evitar atrasos na compra e, conseqüentemente, no recebimento de materiais, bem como evitar a compra antecipada sem a necessidade imediata, que pode gerar perdas e danos aos materiais durante o armazenamento, como já foi comentado.

5.2.3 Avaliação do processo de execução

Da mesma forma como se procedeu para os processos de projeto e de aquisição, os dados coletados nas entrevistas com as 04 (quatro) empresas de execução foram tabulados conforme apresentados no Anexo F. Estas informações serviram para avaliar o processo de execução da impermeabilização com base nos *constructos* fluxo de informação, desperdícios e conformidade.

5.2.3.1 Fluxo de informação do processo de execução

Os indicadores definidos para analisar o processo de execução para o *constructo* fluxo de informação foram: (a) visibilidade dos procedimentos; (b) treinamento de equipe e orientação sobre os serviços; e (c) existência de líder de serviços.

O primeiro indicador serviu para avaliar a transparência na atividade de execução, e para isso buscou-se identificar a existência de procedimentos de execução dos serviços e se esses estavam visíveis. Em nenhuma das visitas e entrevistas foi evidenciada a existência de procedimentos de execução visíveis no local de trabalho, nem sob a guarda dos responsáveis pelos serviços.

Ainda em relação à transparência não foi possível observar qualquer sinalização dos locais de trabalho durante a execução dos serviços ou quando os mesmos estavam parados por qualquer motivo.

Outro indicador analisado foi o nível de capacitação das pessoas envolvidas nas atividades de execução dos serviços de impermeabilização. Das 04 (quatro) empresas entrevistadas, 02 (duas) revelaram que existem treinamentos esporádicos, mas o conhecimento é adquirido na própria obra, onde trabalhadores menos experientes aprendem observando o trabalho dos mais experientes. Em outra empresa não ficou evidenciado se existe uma política de treinamento para os instaladores. A quarta empresa informou que é feita uma apresentação diária das atividades a serem realizadas no dia e das obras que serão trabalhadas. Não ficou evidenciada em nenhuma das

empresas uma sistemática adotada para capacitação dos seus técnicos que trabalham na instalação da impermeabilização.

Em relação à liderança dos serviços, todas as empresas entrevistadas possuem um profissional, no entanto não foi avaliada a capacitação deste para o exercício da função.

5.2.3.2 Desperdícios no processo de execução

Em relação ao *constructo* desperdício, os 10 (dez) indicadores definidos para avaliação do estágio de execução dos serviços de impermeabilização, foram: (a) aplicação em áreas sem preparo ou desnecessárias; (b) homem parado durante a execução; (c) atraso na liberação de área; (d) excesso de movimentação dos materiais; (e) realização de operações desnecessárias; (f) produção antecipada; (g) uso de espaços desnecessários; (h) baixa agilidade da mão de obra; (i) utilização de técnicas não recomendadas; e (j) retorno para manutenção corretiva.

Foi observado que é comum o serviço de impermeabilização avançar em locais que ainda necessitam de outros serviços que antecedem a impermeabilização. Segundo os entrevistados, isso se dá pela falta de áreas liberadas para trabalhar, e por exigência da construtora, para atender o cronograma físico da obra.

A variável “espera” foi medida por dois indicadores, e sua principal causa está associada à espera pela liberação de área para trabalhar. Em 03 (três) das 04 (quatro) obras entrevistadas, e que os serviços estavam sendo executados, observou-se a existência de operário parado, por falta de área disponível e preparada para serem aplicados os materiais de impermeabilização. Na quarta obra, essa paralisação se deu por falta de material no local de aplicação.

Em virtude dessas paralisações, uma empresa entrevistada afirmou que os seus operários já ficaram um dia inteiro parados na obra. Isso acontece com mais frequência em obras em que estão sendo iniciados os serviços de impermeabilização.

Quanto à variável transporte, ficou evidenciado que existe uma grande movimentação de materiais dentro do canteiro de obras, pelo fato dos materiais

ficarem armazenados no almoxarifado, que normalmente está localizado no piso das garagens da obra. A partir daí é feita a distribuição para os locais de aplicação. Essa movimentação pode gerar perdas, atrasos e até mesmo aplicação de material errado, devido à inexistência de um quadro resumo da impermeabilização nos locais, para auxiliar o controle de aplicação dos materiais.

Em relação à variável super processamento, não foi registrada qualquer operação considerada desnecessária para realização dos serviços, que envolvem as atividades de preparação da área, a aplicação dos materiais, assim como o tempo de espera pela secagem de produtos aplicados quando for necessário.

O variável estoque, quando medida pelo indicador produção antecipada, ou seja, aplicação da impermeabilização em áreas antes do prazo previsto no cronograma da obra, foi apontada que 03 (três) das empresas investigadas adotam esta prática, algo comum, e que já foi comentado no início das análises do desperdício no processo de execução.

Ainda em relação à variável estoque, a mesma foi aferida também pelo uso de espaços desnecessários durante a execução dos seus serviços. Este indicador serviu para avaliar o depósito de materiais em áreas que não estavam sendo trabalhadas, atrapalhando assim outros serviços. Isso foi observado em 02 (duas) obras das 04 (quatro) entrevistadas e visitadas. Inclusive, em uma delas, a preparação do material era feita fora do canteiro da obra.

A baixa agilidade da mão de obra foi um indicador avaliado para verificar a existência de algum movimento não produtivo. Nas visitas realizadas, observou-se que o ritmo dos trabalhos não comprometia a qualidade dos serviços. Isto ocorria apenas quando havia alguma paralisação por motivos já comentados anteriormente.

Um dos indicadores avaliados para o retrabalho (defeitos) foi o uso de técnicas não recomendadas, que podem promover falhas nos serviços de impermeabilização e gerar retrabalho. Nas obras visitadas, algumas operações apresentavam as seguintes deficiências:

- a) Falta de controle de temperatura do asfalto aquecido;

- b) Falta de controle de consumo de materiais;
- c) Falta de rebaixo da alvenaria para embutir a manta asfáltica;
- d) Cortina de contenção, em contato com o solo, não impermeabilizada;
- e) Material impermeabilizante exposto ao sol por longo período, após o teste de estanqueidade;
- f) Trânsito de pessoas em áreas impermeabilizadas sem proteção mecânica;
- g) Tubulação na parede com distância menor que 10 cm, em relação à laje;
- h) Furação de ralos em área externa depois de terminada a instalação da impermeabilização; e
- i) Aplicação da impermeabilização em substratos inadequados, sem regularização.

Segundo as empresas entrevistadas, o retorno para manutenções nas obras (o outro indicador de retrabalho) é uma atividade normal. As 04 (quatro) empresas entrevistadas afirmaram retornar em entre 10 a 20% das obras para reparar os serviços prestados, em curto espaço de tempo após o término do serviço. Provavelmente, isto se deve aos inúmeros erros de aplicação já levantados neste estudo e danos causados através de outros serviços.

5.2.3.3 Conformidade no processo de execução

Com base nas entrevistas pode-se afirmar que as empresas que prestam serviço de execução da impermeabilização obedecem parcialmente às recomendações das normas referentes à impermeabilização, gerando com isso situações desfavoráveis para o bom desempenho dos sistemas aplicados. Um fato importante é que, das 04 (quatro) empresas que foram entrevistadas, 03 (três) delas executavam serviços em obras que não possuíam projeto de impermeabilização. Talvez isso possa influenciar as empresas de execução ao não cumprimento às normas e procedimentos de execução. Apenas 01 (uma) empresa seguia um projeto de impermeabilização existente na obra.

A não conformidade observada nas inspeções dos serviços de impermeabilização também foi um indicador avaliado no processo de execução. Em 02 (duas) das empresas entrevistadas não foi evidenciada

qualquer forma de inspeção dos serviços, seja pelo próprio aplicador ou pelo contratante (construtora). As outras 02 (duas) empresas afirmaram fazer a inspeção dos serviços, e sempre identificam problemas, tendo-se que refazer o serviço, gerando retrabalho.

5.2.3.4 Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de execução

Da mesma forma, como se procedeu nos processos anteriores, a Tabela 5.3 apresenta os percentuais de favorabilidade dos indicadores investigados em cada *constructo*, de acordo com o critério definido no Capítulo 4 deste trabalho (seção 4.1.2 – Tratamento de Dados)

De um modo geral, o percentual de favorabilidade dos indicadores definidos para avaliação do processo de execução foi considerado satisfatório em apenas 03 (três) dos indicadores, pois obtiveram percentuais iguais ou superiores a 75%, destacando-se os indicadores “existência de líder de aplicação” e “inexistência de operações desnecessárias”, ambos com 100% de favorabilidade. O indicador “utilização dos sistemas conforme previsto em projeto” também obteve 100% de favorabilidade mas foi desconsiderado, pois não se aplicou a 03 (três) empresas entrevistadas, pelo fato da obra em que o serviço estava sendo executado não possuir projeto de impermeabilização. O indicador “não conformidade na inspeção dos serviços” também foi desconsiderado por não ter sido evidenciado em 02 (duas) das 04 (quatro) empresas.

Os outros 11 (onze) indicadores obtiveram um baixo índice de favorabilidade, sinalizando uma necessidade de melhorias, com destaque para 04 (quatro) deles, cujo índice foi de 0%.

Tabela 5.3 - Análise da Favorabilidade dos Indicadores - Processo de Execução

Empresa	Fluxo de Informação				Desperdício				Conformidade					
	visibilidade dos procedimentos e sinalização de áreas	treinamento de equipe e orientação sobre os serviços	existência de líderes dos serviços	trabalho em áreas não previstas ou ainda não preparadas	espera na liberação de área para iniciar serviço	excesso na movimentação dos materiais e pessoas na execução dos serviços	operações e desnecessárias da produção antecipada	uso de espaços desnecessários	agilidade da mão de obra	utilização de técnicas não recomendadas nas operações	retorno para manutenção corretiva	execução de atividades conforme as normas pertinentes em projeto	utilização dos sistemas conforme previsto	não conforme na inspeção dos serviços
M	não	parcial	sim	não	não	não	sim	não	sim	não	parcial	parcial	-	-
N	não	parcial	sim	não	não	não	sim	não	sim	sim	parcial	parcial	-	não
O	não	não	sim	não	não	parcial	sim	parcial	sim	não	parcial	parcial	sim	-
P	não	parcial	sim	não	não	parcial	sim	sim	parcial	não	parcial	parcial	-	não
Índice de Favorabilidade do indicador	0%	38%	100%	0%	0%	25%	100%	38%	88%	25%	50%	50%	100%	0%

obs. 1: o item não conformidade na inspeção dos serviços não foi considerado para as empresas A e C, por não ter sido evidenciado a inspeção netas empresas

Obs. 2: o item utilização dos sistemas conforme previsto em projeto não foi considerado para as empresas A, B e D pois não existia projeto

De posse destas análises e observações, foi construído o Quadro 5.9, para apresentar os principais pontos fortes e as oportunidades de melhoria para o estágio de execução do processo de impermeabilização, segundo os indicadores propostos.

Quadro 5.9 – Pontos positivos e oportunidades de melhoria dos indicadores no processo de execução

CONSTRUCTO	PONTOS POSITIVOS	OPORTUNIDADES DE MELHORIA
Fluxo de informação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presença de líderes de serviços 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de transparência do processo de execução (procedimentos visíveis e sinalizações) ▪ Deficiência na capacitação dos operários e orientação sobre os serviços
Desperdício	<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
Conformidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilização de sistemas conforme projeto (quando existe) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descumprimento às normas e procedimentos de execução ▪ Falta de inspeção dos serviços

Os pontos positivos observados no processo de execução dos sistemas de impermeabilização estão relacionados principalmente à presença de fiscalização dos serviços, apesar de muitas vezes não ser eficiente a atuação do líder de serviço, em função dos inúmeros problemas levantados. Boa parte das oportunidades de melhoria está associada às atividades que geram desperdício, como mostra o quadro acima.

5.2.4 Discussão da avaliação do processo integrado de impermeabilização com base no modelo

A partir das avaliações dos três processos que compõem o sistema de impermeabilização, com base no modelo proposto, será feita uma discussão dos resultados apresentados, fazendo-se um paralelo com os conceitos de gestão da construção apresentados no capítulo 3 deste estudo.

5.2.4.1 Fluxo de informação no processo integrado de impermeabilização

Nos processos avaliados, as informações são responsáveis pela geração do entendimento e compreensão das necessidades para realização de todas as tarefas que compõem as atividades de cada processo do sistema de impermeabilização.

Pôde-se observar que as deficiências no fluxo de informação iniciam-se na elaboração do projeto de impermeabilização, pois, as informações dos outros projetos, necessárias para o conhecimento da obra, muitas vezes, chegam incompletos ao projetista de impermeabilização.

Além disso, no decorrer da elaboração do projeto de impermeabilização, são feitas alterações nos demais projetos e que às vezes não chegam a tempo para que sejam consideradas na impermeabilização. Com isso, pode-se gerar projeto de impermeabilização incorreto ou incompleto, devido à falha na análise e seleção das melhores soluções para as interfaces com outros sistemas da obra. Algumas interfaces são solucionadas na obra, podendo comprometer a qualidade, o custo e o cronograma dos serviços de impermeabilização.

Além da deficiência no fluxo de informação entre as construtoras e as empresas de projeto de impermeabilização, observa-se que o produto final do projeto, que é entregue à construtora não é apresentado às partes envolvidas, para verificar se todas as necessidades foram atendidas, e se as soluções de impermeabilização apresentadas são realmente as mais adequadas, em relação ao desempenho, custo, manutenção e construtibilidade. Observa-se também que na existência de um projeto de impermeabilização, o mesmo não é apresentado e discutido com a empresa que será responsável pela execução dos serviços, de forma a alinhar todas as informações contidas no projeto, o que, possivelmente, contribuiria para redução de erros no cumprimento das especificações contidas nos projetos. Esta prática não foi evidenciada em nenhuma das empresas de projeto entrevistadas.

Ficou evidenciado, nas entrevistas com as empresas de aplicação e visitas realizadas nas obras, que existe uma grande deficiência na capacitação dos operários envolvidos no processo de execução da impermeabilização. Esta capacitação, que pode ser obtida através de treinamentos, apesar de não ser uma atividade que agregue valor ao produto final de forma direta, é

considerada por Isatto *et al* (2000) essencial para a eficiência global de um determinado processo. Neste caso, a sua ocorrência no processo integrado de impermeabilização seria de fundamental importância para a melhoria da qualidade da execução, com consequência direta no desempenho e durabilidade dos sistemas de impermeabilização aplicados.

Outra questão de suma importância para qualquer atividade produtiva e que compõe os princípios da construção enxuta, é a transparência do processo, como foi visto na revisão da bibliografia. Koskela (1992) considera este princípio responsável pela geração de informações para melhoria de desempenho da produção, da qualidade e da organização do local de trabalho.

Neste estudo, foi observado que não existe preocupação alguma para que o processo de execução da impermeabilização seja transparente. Muito pelo contrário, observou-se que as atividades de execução são controladas e realizadas pela empresa aplicadora dos sistemas, cujo conhecimento é tácito, com pouca intervenção das empresas construtoras, devido ao seu limitado conhecimento sobre aos materiais e sistemas de impermeabilização contratados.

Como não existe transparência no processo de execução da impermeabilização, muitos erros cometidos passam despercebidos pelas pessoas que direta ou indiretamente acompanham os serviços, e que poderiam ajudar a identificar estes erros através do controle visual dos procedimentos executivos que poderiam estar expostos. Desta forma, a obra fica refém do conhecimento tácito dos aplicadores dos sistemas.

Além disso, observou-se que a falta de sinalização nos locais de aplicação dos sistemas de impermeabilização, contribui para que estes locais sejam facilmente transitáveis por pessoas e equipamentos, que podem causar danos aos materiais aplicados antes de estarem protegidos, como exige a norma NBR 9575.

Caso o processo de impermeabilização fosse integrado, a transparência poderia iniciar-se com a exposição, nos locais da obra, de desenhos ou quadros com os sistemas definidos em projeto, os quantitativos de material a serem utilizados naqueles locais e os procedimentos de execução dos sistemas. Esta prática poderia auxiliar o acompanhamento das atividades de

execução, por outras pessoas que não fizessem parte do controle, mas que estivessem envolvidas na execução de tarefas adjacentes ao serviço de impermeabilização, atuando como clientes ou fornecedores internos.

A transparência por intermédio da padronização e documentação do fluxo de trabalho poderia contribuir para realização de outro princípio da construção enxuta, no caso, a redução da variabilidade dos produtos e serviços. À medida que as atividades são mais transparentes, podem ser mais controladas, contribuindo para redução desta variabilidade, atendendo às expectativas dos profissionais que irão dar continuidade nos processos construtivos subseqüentes, considerando o fato de estarem recebendo o resultado de um serviço mais uniforme.

5.2.4.2 Ineficiência dos processos provocada pelo desperdício

Conforme foi comentado no Capítulo 3 deste estudo, 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 sob 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 conseqüentemente 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 nas obras das empresas M, N, O e P entrevistadas.

Nessas mesmas empresas, observou-se, com freqüência, operários parados aguardando a chegada de material ao local de trabalho, ou esperando liberação das áreas pela construtora, devido a serviços que antecediam 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.

5.2.4.3 Atendimento às normas e procedimentos dos sistemas de impermeabilização

A conformidade foi satisfatória para o processo de projeto, considerando que as duas empresas entrevistadas procuram seguir as orientações da norma de projeto e procedimentos de aplicação dos produtos, segundo os seus fabricantes. No entanto, em apenas 05 (cinco) das 10 (dez) obras das construtoras entrevistadas o projetista de impermeabilização participou na decisão sobre os sistemas de impermeabilização a serem utilizados. Desse modo, nas outras 05 (cinco) obras das empresas entrevistadas, onde não houve a participação de um projetista, é possível a ocorrência de algum tipo de erro na seleção e escolha dos sistemas de impermeabilização, em virtude da deficiência na análise mais detalhada da obra, suas particularidades e interfaces com outros sistemas.

Em relação ao cumprimento dos procedimentos no processo de aquisição, não existem maiores problemas, pois os materiais são adquiridos pela construtora de acordo com as definições de projeto, especificação da

própria obra, indicação do aplicador ou mesmo especificação do fabricante. Neste caso, o problema está relacionado à quantidade de material adquirida, que pode resultar em falta ou sobra de material, caso haja erro no cálculo das áreas a serem impermeabilizadas, como já foi comentado.

Quanto aos resultados apresentados em relação à conformidade no processo de execução, foi observado nas empresas M, N, O e P que as mesmas ainda executam atividades em desacordo às exigências das normas relacionadas à impermeabilização e aos procedimentos de aplicação dos materiais, previstos pelos fabricantes. Parte disto se deve: ao despreparo dos profissionais que trabalham nestas empresas; a negligência das empresas de execução da impermeabilização; e a pressão sofrida pela construtora durante a realização dos serviços.

Nessas condições, o resultado gerado pelo serviço de aplicação dos sistemas de impermeabilização é comprometido, podendo produzir sistemas que não desempenhem satisfatoriamente a função de promover a proteção e estanqueidade das estruturas.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho propôs um estudo sobre a gestão do 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.

Para isso, o método adotado foi baseado em um estudo empírico, onde a abordagem da pesquisa foi o estudo de caso, cujos dados da pesquisa de campo complementaram as informações obtidas na revisão da bibliografia realizada.

Sendo assim, este capítulo apresenta as principais conclusões obtidas, a partir dos objetivos propostos para o presente estudo, bem como se faz algumas recomendações para que o setor da construção civil possa promover melhorias, em especial as atividades ligadas ao sistema de impermeabilização.

CONCLUSÕES

Como primeiro objetivo específico, procurou-se construir um modelo de análise, que permitisse fazer uma avaliação do sistema integrado de impermeabilização, considerando alguns aspectos de gestão da construção.

Com base nos resultados reais apresentados no capítulo 5, pode-se concluir que o modelo proposto no capítulo 4, para analisar o processo integrado do sistema de impermeabilização, funciona e pode ser replicado para outros processos e sistemas presentes na construção civil.

A contribuição do modelo se dá nos seguintes aspectos:

- a) Melhoria do gerenciamento dos diversos sistemas e subsistemas presentes na construção civil.
- b) Possibilidade de identificação de etapas de um processo que podem ser reduzidas ou eliminadas.
- c) Integração das cadeias de suprimentos.
- d) Contribuição para redução de perdas nos processos integrados.

O segundo objetivo específico proposto foi mapear o processo integrado do sistema de impermeabilização e analisar a sua interface com outros sistemas na construção.

No mapeamento, foi feita uma caracterização das obras que fizeram parte do estudo de campo, onde foram geradas informações importantes sobre aspectos ligados à impermeabilização, como: os tipos de sistemas mais adotados na obra; o custo da impermeabilização; a relação da área construída versus área impermeabilizada; os locais impermeabilizados e; o processo decisório sobre o uso da impermeabilização nas obras entrevistadas.

Para analisar a interface da impermeabilização com outros sistemas presentes nas obras, foi feito um levantamento junto aos projetistas entrevistados, sobre as principais interferências da impermeabilização com o projeto estrutural, projeto de instalação hidráulica e elétrica, projeto de alvenaria, projeto de revestimento e projeto de paisagismo, e em seguida, realizou-se uma inspeção nas obras visitadas, onde foram registrados diversos problemas gerados pela falta de compatibilização entre o projeto de impermeabilização e os demais projetos. A resolução desses problemas resulta em atrasos no cronograma da obra, e quando não são resolvidos, reduzem a vida útil dos sistemas de impermeabilização instalados.

O terceiro objetivo específico proposto foi a avaliação do processo de gestão da impermeabilização com base no modelo de análise proposto como primeiro objetivo. Para essa análise, o modelo foi construído baseando-se em princípios de construção enxuta, de forma a avaliar os principais problemas de gestão nos processos de projeto, aquisição de materiais e execução da impermeabilização.

Os resultados apresentados e discutidos no capítulo 5 puderam evidenciar diversas oportunidades de melhorias, de acordo com os indicadores definidos para análise. Entre elas destacam-se:

- a) Elaboração de projeto de impermeabilização para as obras;
- b) Compatibilização entre os projetos da obra e o projeto de impermeabilização, evitando problemas como: i) consumo excessivo de materiais, ii) adoção de soluções equivocadas durante a execução da

- obra, iii) custos não previstos e iii) comprometimento da durabilidade dos sistemas;
- c) Planejamento das etapas da obra que possuem interface com a impermeabilização, evitando problemas como: i) negligência de etapas e procedimentos durante a execução, comprometendo a qualidade final do serviço; ii) liberação de áreas com pendências de outros serviços que antecedem a impermeabilização; iii) descumprimentos a procedimentos previstos para o bom desempenho dos sistemas de impermeabilização;
 - d) Melhoria no controle de desperdícios: a maior fonte de desperdícios nos três processos em estudo refere-se à espera, por informações, por liberação de áreas, por aprovação de compras, e por disponibilidade de materiais no local de trabalho, configurando-se em etapas que não agregam valor e, portanto, que reduzem a produtividade nos processos.
 - e) Aumento do nível de conhecimento dos engenheiros e técnicos, sobre os serviços de impermeabilização e sua importância para a proteção das construções.

RECOMENDAÇÕES:

A partir das análises e discussões que foram percorridas, concluí-se o objetivo principal dessa dissertação com algumas recomendações para os gestores das obras civis, no que diz respeito à gestão da impermeabilização, que deve inicialmente ser tratada de forma integrada como foi considerado neste trabalho. 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, através de 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. Este cronograma deverá levar em consideração a repetição de sistemas, a semelhança na aplicação e as condições exigidas para substratos.

Para finalizar este trabalho, sugere-se para trabalhos futuros um estudo com o objetivo de construir o fluxo dos três processos que compõem o macro processo de impermeabilização (processo de projeto, processo de aquisição de materiais e processo de execução), para avaliar possíveis melhorias da eficiência sob a ótica da construção enxuta, considerando as atividades de fluxo e conversão.

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.

BARRETO, A. A. **Mudança estrutural do fluxo do conhecimento: a comunicação eletrônica**. Revista Ciência da Informação, n.27, v.2, 1998

BAUER, E; VASCONCELOS, P. H.; GRANATO, J. E. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. Ed G. C. Isaia. São Paulo: Ibracon, 2007. 2v. cap 41. p1355-1388.

BERR, L. R.; LIMA, H. R.; FORMOSO, C. T. **Padronização de processos na construção civil: Conceitos, dificuldades e fatores facilitadores para implementação**. V SIBRAGEC – Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Campinas – SP. 2007.

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.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA

DE PERNAMBUCO. **Relatório: “Pesquisa sobre impermeabilização nas edificações residenciais condominiais da cidade do Recife”**. Recife - PE. 1997.

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.

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A.; POWELL, J. A. **An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites**. Journal of Construction Research, Vol.3 No 1. (2002).

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).

IOSHIMOTO, E. (1988). **Tecnologia das Edificações - Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais**. Publicação do IPT/PINI. São Paulo. pp 545-548.

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.

KONDO, Y. **Innovation versus standardization**. The TQM Magazine. V.12, n.1, p. 6-10. 2000. Disponível em: <http://www.emerald-library.com>. Acesso em 14 mar 2010.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, 1992. (Technical Report, n. 72)

_____. **Lean Construction**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC. Florianópolis. 1998.

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

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. Tradução Ailton Bomfim Brandão – 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 1998.

LESCA, H.; ALMEIDA, F. C. **Administração estratégica da informação**. Revista de Administração, São Paulo, v29, n.3, p.66-75. São Paulo, 1994.

Manual Técnico de Produtos Viapol. Edição nº 9. São Paulo, 2010

Manual Técnico de Produtos Denver. São Paulo, 2007.

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.

MARTINS, G. A; PELISSARO, J. **Sobre Conceitos, Definições e Constructos nas Ciências Contábeis**. Base – Revista de Administração e

Contabilidade da Unisinos. 2005.

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.

PICCHI, F. A. **Oportunidades da aplicação do *Lean Think* na construção**. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre-RS. v. 3, n. 1, p. 7-23, jan./mar. 2003.

PIRONDI, Z. **Manual prático de impermeabilização e de isolamento térmica**. São Paulo, 2ª edição. 1988

PORTER, M. E. **Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 4.ed. Rio de Janeiro, Campus, 1991. 512 p.

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

ROCHA, F. E. M.; HEINECK, L. F. M.; RODRIGUES, I. T. P.; PEREIRA, P. E. **Logística e Lógica na Construção Lean**. 152p Fibra Construção Ltda. 1ª Ed. Fortaleza. 2004.

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

SHINGO, S. **Non-stock production: The Shingo System for continuous improviment**. Productivity Press, 1988.

SILVA, M. F. A. **Gerenciamento de processos na construção civil: um estudo de caso aplicado no processo de execução de paredes em gesso acartonado**. 138p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 2000.

SILVA, M. A. C; SOUZA, R. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa. 2003.

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

SORTINO, G. **Guia do executivo para tomada de decisões: CEO's Tool Box**. São Paulo: Atlas, 2005.

SOUZA, J. C. S.; MELHADO, S. B. **Diretrizes para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios**. Congresso Latino- Americano. São Paulo, 1998.

SOUZA, J. C. S.; MELHADO, S. B. **Parâmetros para seleção e projeto de impermeabilização de pisos do pavimento tipo de edifícios**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Foz do Iguaçu, 1997.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Qualidade na aquisição de materiais e execução de obra**. São Paulo: Pini, 1996

VILLAS-BOAS, B. T. **Modelagem de um programa computacional para o sistema *last planner* de planejamento**. 159p. Dissertação de Mestrado em Construção Civil, no Setor de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2004

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro. Elsevier. 2004

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

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 2^a Ed. Porto Alegre-RS: Bookman, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM PROJETISTAS (Projeto)

Empresa: _____ Data: _____

Responsável pela entrevista: _____

Características gerais do processo de projeto

Objetivos:

- a) Conhecer o fluxo de informações entre o projetista e os demais intervenientes do processo
- b) Conhecer o processo de especificação
- c) Identificar problemas que ocorrem na interface com outros projetos

Parte I: Fluxo de Informação

1 – É entregue ao contratante uma planilha resumo com todos os sistemas de impermeabilização definidos, com áreas e quantidade total de material para aquisição? **(1AI)**.

- Sim, com tudo Apenas os sistemas Sistemas e áreas
 Outros

2 - As interferências com outros sistemas são detalhadas no projeto, mostrando as soluções? Todas as situações são resolvidas no projeto? **(1AII)**

3 – O projeto é apresentado aos envolvidos no processo, para melhor entendimento? (contratante, responsável pela aquisição e empresa executora) **(1BI)**

- Não Apenas ao contratante Ao contratante e executor

4 – Qual o grau de conhecimento sobre os produtos e sistemas oferecidos no mercado? Onde adquiriu? **(1BI)**

- Nenhum Pouco Razoável Bastante

5 – Existe um acompanhamento da execução da impermeabilização na obra? **(1CI)**

- Sim, sempre Sim, quando solicitado Não

6 – Existe um(a) responsável pela coordenação dos projetos de impermeabilização e demais projetos? **(1CI)**

- Sim Não Às vezes

Parte II: Desperdício

7 - As áreas calculadas e consideradas no projeto estão de acordo com as áreas construídas (m²)? **(2AI)**

Sempre Às vezes Nunca

8 – É discutido com o contratante (construtora) quais as áreas que interessam a ele e que devem ser consideradas na apresentação do projeto? Ou todas as áreas previstas em norma são consideradas? (2AII)

9 – Quanto tempo se dá para realização de um projeto? (2BI)

10 - Existe espera para recebimento de informações necessárias que acarrete paralisação do projeto? Que tipo de informação? Quanto tempo chega a esperar? (2BIV)

11 – Quais as etapas de um projeto e suas atividades? Existe alguma operação que considera desnecessária? (2DI)

12 – Quantas revisões no projeto são feitas? Alguma se deve a mudança de projeto de outro sistema? Alguma se deve a mudança construtiva realizada durante a obra por decisão da construtora? (2GI)

1 a 3 revisões 3 a 5 revisões acima de 5 revisões

13 – O projeto apresenta os procedimentos de todos os serviços? Estão de acordo com as normas brasileiras (NBR 9974 e NBR 9975)? (2GI)

Parte III: Conformidade

14 – Quais os detalhes construtivos e procedimentos apresentados no projeto? Estão de acordo com as normas de impermeabilização? (3AI)

Parte IV: Questões gerais

15 – Quais as etapas para execução de um projeto de impermeabilização?

16 – Quais as informações necessárias para realização de um projeto de impermeabilização?

17 – Todas essas informações são fornecidas?

18 – Existe interferência com outros projetos? Quais?

19 – Como são tratadas estas interferências?

20 – Em sua opinião, quais as principais causas relacionadas à falha dos sistemas de Impermeabilização, ocasionando vazamentos e infiltrações?

APÊNDICE B – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM CONSTRUTORAS (Aquisição)

Empresa: _____ Data: _____

Obra referente à entrevista: _____

Tempo de atuação da empresa no mercado (anos): _____

Responsável pela entrevista: _____

Características gerais do processo de aquisição

Objetivos:

- a) Entender o fluxo de informações com as interfaces
- b) Conhecer os mecanismos de aquisição e armazenamento dos materiais
- c) Conhecer as condições para execução da impermeabilização

Parte I: CARACTERIZAÇÃO

1 – Qual o tipo de empreendimento?

- Residencial Comercial Industrial

2 – Qual o número de funcionários da obra?

Próprios: _____ Terceiros: _____

3 – Qual a área construída do empreendimento (m²)? _____

4 – Qual o custo da impermeabilização em relação ao custo da obra (%)? _____

5 – Quais as áreas da edificação a empresa costuma impermeabilizar?

- Reservatórios (inf e sup) Piscina e deck Box de banheiro
 Banheiro completo Área de serviço Varanda completa
 Varanda (ralo e rodapé) Lajes externas Cobertura
 Calhas e rufo Junta garagem Poço de elevador

6 – Quem define a tipo de impermeabilização a ser utilizado?

- Projeto de imp. Aplicador A construtora
 Fabricante de produto

Parte II: Fluxo de Informação

1 – Existe um plano de compras de acordo com o cronograma físico da obra? (1AIII)

- Sim Não

2 – Qual o grau de conhecimento sobre os produtos e serviços a serem adquiridos?

(1BII)

- Nenhum Pouco Razoável Bastante

3 – Existe um coordenador responsável pela aquisição dos materiais? (1CII)

- Sim Não

Parte III: Desperdício

4 – A quantidade de material adquirido atende às necessidades da obra? (2AIII)

- Sim Não

5 - É comum a sobra de material ao final da obra? (2AIII)

- Sempre falta Às vezes falta
 Às vezes sobra Sempre sobra

6 – Os materiais adquiridos e entregues estão de acordo com a necessidade da obra (especificação)? (2AIII)

- Sempre Quase sempre Quase nunca Nunca

7 – Existe algum atraso na definição dos materiais a serem adquiridos, de forma a interferir o andamento da obra? (2BII)

- Sempre Quase sempre Raramente Nunca

8 – Existe alguma espera na autorização da compra dos materiais? Por quê? (2BV)

- Sim Não

9 – Os materiais estão disponibilizados/estocados próximo ao local de utilização? (2CI)

- Localizados sem proteção em outro pavimento
 Localizados protegidos (almoxarifado) em outro pavimento
 Localizados no mesmo pavimento, mas distante da aplicação
 Localizados no mesmo pavimento, próximo da aplicação

10 – Quantas pessoas são envolvidas no processo de aprovação para compra? (2DII)

- Uma Duas Três Mais de três

11 – A compra de materiais se dá antes da necessidade da obra ou apenas quando é solicitado pela obra? (2EI)

- Quando solicitado pela obra Antes da necessidade

12 - Já ocorreu de haver devolução de material por estar em desacordo com o solicitado? (2GII)

- Sempre Às vezes Nunca

Parte IV: Conformidade

13 – Os materiais são adquiridos de acordo com a planilha de materiais apresentada no projeto/especificação (tipos e quantidades)? (3BI)

- Sim, exatamente igual
- Não, pois é alterado pela construtora
- Não, pois é alterado pelo aplicador

Parte V: Questões gerais

16 – Quais as etapas do processo de aquisição e suas atividades?

17 – Quais as etapas da impermeabilização que envolvem a construtora?

18 – Quais as principais interferências com outros sistemas construtivos da obra?

19 – Como a obra resolve estas interferências

20 – Em sua opinião, quais as principais causas relacionadas a falha dos sistemas de Impermeabilização, ocasionando vazamentos e infiltrações?

APÊNDICE C – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM APLICADORES (Execução)

Empresa: _____ Data: _____

Nº Funcionários: _____ Obra em execução: _____

Responsável pela entrevista: _____

Empreendimento: _____

Características gerais do processo de aplicação

Objetivo:

- a) Entender o fluxo de informações com as interfaces
- b) Grau de conhecimento dos prestadores de serviços
- c) Identificar problemas de execução em obra
- d) Possibilidade de melhorias

Parte I: Fluxo de Informação

1 – Os procedimentos de execução estão disponibilizados de alguma forma na obra.

São visíveis a outras pessoas que não sejam os responsáveis pelo serviço? (1AIV)

- Estão disponibilizados Não estão disponibilizados

2 – Os profissionais são orientados sobre os serviços a serem executados? (1BIII)

- Sempre Às vezes Nunca

3 - Com que frequência existe treinamento sobre a atividade desenvolvida? (1BIII)

- Uma vez por mês Uma vez por semestre
 Uma vez por ano Uma vez a cada cinco anos Nunca

4 – Existe um líder do serviço prestado? Encarregado? Engenheiro? (1CIII)

- Não Sim, _____

Parte II: Desperdício

5 – Existe área onde está sendo trabalhada e que ainda requer outros serviços preliminares? (2AIV)

- Nunca Às vezes Quase sempre Sempre

6 – Existe área trabalhada não prevista no projeto? (2AIV)

- Nunca Às vezes Quase sempre Sempre

7 – Foi observado algum profissional parado por algum motivo durante o a realização de algum serviço? (2BIII)

- Não

- Sim. Aguardava ordem para iniciar
- Sim. Aguardava material
- Sim. Aguardava liberação de área
- Sim. Não se sabe por que

8 – Evidenciou algum atraso dos serviços devido ao atraso na liberação de área pela construtora? (2BVI)

- Sim
- Não

9 - É comum acontecer isto? (2BVI)

- Nunca
- Às vezes
- Quase sempre
- Sempre

10 – Como ocorre a movimentação de pessoas e de materiais para realização das atividades? (2CII)

11 – Foi observada alguma operação para atender uma condição que não é requerida pelo cliente final, sendo uma operação desnecessária? (2DII)

12 – Alguma área é trabalhada antes do tempo previsto no cronograma físico da obra? (2EII)

- Nunca
- Às vezes
- Quase sempre
- Sempre

13 – Existe alguma ocupação de área desnecessária para realização da atividade? (2EIII)

- Sim
- Não

14 – Qual o nível de agilidade dos profissionais envolvidos nas atividades? (2FI)

- Lento, sem comprometer a qualidade do serviço
- Lento, comprometendo a qualidade do serviço
- Normal
- Rápido, sem comprometer a qualidade do serviço
- Rápido, comprometendo a qualidade do serviço

15 – Observa-se alguma atividade ou técnica não recomendada para a operação, que comprometa o produto final? (2GIII)

- Não
- Sim

Quais:

16 – É realizada inspeção das atividades realizadas? Fiscalização dos serviços acabados de acordo com as etapas do processo. (2GIV)

- Nunca
- Às vezes
- Quase sempre
- Sempre

17 – Quantas não conformidades são comuns encontrar? (2GIV)

- 1 a 3
- 4 a 7
- 8 a 10
- Acima de 10

Parte III: Conformidade

18 – Os serviços realizados obedecem às normas brasileiras de impermeabilização?

(3AII)

- Obedecem totalmente Obedecem parcialmente Não obedecem

19 – Os serviços são realizados conforme projeto de impermeabilização? Foi realizado algum serviço ou utilizado algum material diferente do que estava previsto em projeto?

(3BII)

- Não existe projeto
 Existe projeto, mas não foi executado conforme projeto
 Existe projeto e foi executado de acordo com o projeto

20 – Com que frequência você retorna à obra para refazer um serviço? (3CI)

- Nunca existe retrabalho
 Retorno em até 10% dos serviços realizados
 Retorno entre 10% a 20% dos serviços realizados
 Retorno acima de 20% dos serviços realizados

Parte IV: Questões gerais

21 – Quais as etapas e atividades do processo de impermeabilização?

22 – Quais destas etapas a construtora é envolvida?

23 – Existe interferência de outros sistemas na obra, quais?

23 – O projeto ou especificação da impermeabilização é apresentado pela construtora ou projetista?

22 - O que poderia sugerir para melhorar o processo de execução dos serviços de impermeabilização?

23 – Em sua opinião, quais as principais causas relacionadas a falha dos sistemas de Impermeabilização, ocasionando vazamentos e infiltrações?

Apêndice D - Tabulação das entrevistas com projetistas

INDICADORES	EMPRESAS DE PROJETO	
	A	B
Planilha com definição dos sistemas (1A1)	É entregue ao contratante uma planilha com os sistemas de impermeabilização por área e respectiva quantidade de materiais. Porém sem uma quadro resumo de materiais	É entregue ao contratante uma planilha com os sistemas de impermeabilização por área e respectiva quantidade de materiais. Porém sem uma quadro resumo de materiais
Detalhes das interferências com outros processos (1AII)	Detalha todas as interferências com outros projetos. No entanto, como alguns detalhes construtivos não aparecem nos demais projetos, as soluções são dadas durante a execução	Detalha todas as interferências e quando possível pode-se fazer alguma alteração de outros projetos em função da impermeabilização
Apresentação e discussão dos projetos (1B1)	Não é feita nenhuma apresentação do projeto ao contratante. Existe no escopo do trabalho mas não é solicitado.	Não é feita nenhuma apresentação do projeto ao contratante.
Existência de coordenação e acompanhamento da execução do projeto (1C1)	Apenas quando solicitado, mas não é comum	Não faz parte do escopo de trabalho da empresa
Diferenças no cálculo das áreas (2A1)	O cálculo das áreas é feito em função do projeto arquitetônico fornecido. Às vezes difere devido a mudanças durante a construção	O cálculo é feito em função do projeto arquitetônico.
Projeto gerado de acordo com a demanda do cliente (2AII)	Apresenta o projeto com todas as áreas que a empresa considera que deve ser impermeabilizada	Alguns projetos contemplam todas as áreas molhadas e áreas molháveis. Outros projetos são executados contemplando as áreas de acordo com a cultura da empresa
Tempo para realização do projeto (2B1)	Tempo médio de 30 dias. Depende da quantidade de plantas e níveis de informação de outros projetos. 25% do tempo é gasto no estudo preliminar, 50% no projeto básico e 25% no projeto executivo	45 dias após recebimento dos projetos executivos da obra compatibilizados. No entanto não é comum o recebimento dos projetos compatibilizados
Retorno das solicitações feitas para as construtoras (2BIV)	Existe espera de informações como cortes e locação de ralos, chegando a quinze dias de espera. Não existe equipe específica responsável para contribuir com as informações solicitadas	A demora na revisão de outros projetos, atrasam as informações solicitadas. Já aconteceu de ser autorizada a entrega do projeto de impermeabilização como estava, sem as informações solicitadas. As incompatibilidades são resolvidas na obra
Revisões no projeto (2G1)	São feitas de duas a três revisões no projeto	De duas a três revisões são feitas em função de mudanças em outros projetos.
Atendimento às normas (3A1)	Os projetos obedecem às normas de impermeabilização NBR 9974 e NBR 9975, e são apresentados procedimentos de execução dos sistemas conforme orientação dos fabricantes.	Os projetos obedecem às normas de impermeabilização NBR 9974 e NBR 9975, e são apresentados procedimentos de execução dos sistemas conforme orientação dos fabricantes.

Apêndice E - Tabulação das entrevistas com construtoras

INDICADORES	EMPRESAS DE AQUISIÇÃO										
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
Plano de compras (1AIII)	Sim	Sim	Sim	Não. A aquisição é feita em função da necessidade	Sim. Existe um cronograma de suprimentos	Não. O aplicador irá definir o plano de compra	Não existe plano de compra. O parceiro aplicador é quem define	Sim. Existe um cronograma dividido em trimestres	Sim. Existe um cronograma de suprimentos	Não existe plano de compra. O aplicador é quem define a compra	
Conhecimento sobre os materiais e serviços a serem adquiridos (1BII)	Possui razoável conhecimento sobre os materiais	Possui pouco conhecimento sobre os materiais	Possui pouco conhecimento sobre os materiais	Razoável conhecimento	Pouco conhecimento	Possui razoável conhecimento sobre os materiais	Pouco conhecimento	Pouco conhecimento	Pouco conhecimento	Pouco conhecimento	
Existência de um coordenador de compras (1CI)	Coordenado pelo gerente de engenharia	Coordenado pelo gerente de suprimento	Coordenado por gerente de obra	Sim. Gerente de contrato	Sim. Gerente de obra	Sim. Gerente de contrato	Sim. Gerente da obra	Sim. Gerente de contrato	Sim. Gerente de obra junto com aplicador	Sim. O engenheiro de produção	
Sobra de material devido a aquisição a mais que o especificado (2AIII)	Normalmente sobra material	As vezes sobra material	Existiu sobre pois foi feita mudança pelo aplicador e sobrou material	Sim. O controle de aplicação não existe e há falta de controle dos consumos.	Sim, devido a mudança feita pelo aplicador, ao reduzir consumo	Os materiais adquiridos atendem pois são definidos pelo aplicador	Sempre sobra pois o parceiro não possui a mesma gestão que a construtora	As vezes sobra e às vezes falta	As vezes falta. As áreas internas consumiram mais material. Não se sabe se foi desperdício ou erro de cálculo	Sempre falta pois o aplicador não tem um bom controle	
Atraso na definição dos produtos para compra (2BII)	Não existe atraso pois existe um cronograma de compras	As vezes atrasa o início devido ao atraso na definição	As vezes acontece. A compatibilização pode evitar isto	Raramente acontece	Raramente acontece em função do momento do mercado	Nunca aconteceu	Nunca aconteceu	Raramente acontece	Nunca aconteceu	Quase sempre acontece	
Espera na aprovação da compra (2BV)	Não existe espera, pois é feito eletronicamente	Não	Não	Sim. Pois a liberação é feita pela gerenciadora da obra	Não	Não	Não	Sim, por ter que seguir procedimentos internos	Não	Sim, pois é preciso a aprovação da diretoria	
Disponibilização de material próximo ao local de aplicação (2C)	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Localizado no mesmo pavimento onde serão aplicados	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	Os materiais são armazenados em local protegido (almoxarifado) num outro pavimento	
Excesso de pessoas envolvidas no processo de aprovação da compra (2DI)	Quatro pessoas são envolvidas	Duas pessoas envolvidas	Duas pessoas envolvidas	Mais de três pessoas são envolvidas (4)	Duas pessoas. Mestre e gerente de obra	Três pessoas envolvidas	Três pessoas envolvidas	Mais de três pessoas são envolvidas (4)	Três pessoas envolvidas	Duas pessoas. Gte de contrato e produção	
Aquisição dos materiais antes da necessidade (2EI)	Material é adquirido antes da necessidade	Apenas quando solicitado pela obra	Material é adquirido antes da necessidade	Material é adquirido antes da necessidade	Apenas quando solicitado pelo aplicador	Compra de todo material antes da necessidade	Compra de todo material antes da necessidade	Quando solicitado pelo aplicador	Quando solicitado pelo aplicador	Quando solicitado pelo aplicador	
Não conformidade no recebimento dos materiais (2GII)	Sim. Material entregue em data não prevista, havendo devolução	Não acontece	Nunca aconteceu	Já aconteceu devido a sacaria rasgada no transporte	Nunca aconteceu	Nunca aconteceu	às vezes acontece	às vezes acontece	às vezes acontece	às vezes acontece	
Aquisição de materiais conforme planilha de projeto ou especificação (3BI)	Aquisição de acordo com a planilha de especificação	São feitas alterações pelo aplicador, em comum acordo com o projetista	Exatamente igual ao especificado em projeto	Não. Existem alterações feitas pela construtora com o aplicador	Exatamente igual ao especificado. Não existe projeto	Exatamente igual ao especificado. Não existe projeto	Não existe projeto. De acordo com a especificação	Sim, exatamente igual a especificação. Não tem projeto	Sim, exatamente igual ao definido pelo aplicador	Sim, exatamente igual ao especificado	

Apêndice F - Tabulação das entrevistas com aplicadores

INDICADORES	EMPRESAS APLICADORAS			
	M	N	O	P
Viabilidade dos procedimentos e sinalização de áreas (1AIV)	Não existe nenhum procedimento de execução disponível e visível, nem sinalização de áreas	Não existe nenhum procedimento de execução disponível e visível, nem sinalização de áreas	Não existe nenhum procedimento de execução disponível e visível, nem sinalização de áreas	Não existe nenhum procedimento de execução disponível e visível, nem sinalização de áreas
Treinamento de equipe e orientação sobre os serviços (1BII)	As vezes é feito treinamento na própria obra. O treinamento se dá na prática	É feita reunião para apresentar e orientar a agenda do dia sempre	Não foi evidenciado nenhum treinamento dos profissionais na obra	As vezes é feito treinamento, mas o normal é contratar profissional com experiência
Existência de líder dos serviços (1CIII)	Existe um encarregado que também é aplicador na obra	Existe um encarregado e próprio proprietário que acompanham todas as obras	Existe um encarregado	Existe um encarregado
Trabalho em áreas não previstas ou ainda não preparadas ou concluídos serviços precedentes (2AV)	Quase sempre acontece. A obra exige para adiantar o serviço de impermeabilização, mesmo que tenha que ser feito algum reparo na impermeabilização em função de serviços precedentes executados depois	Sempre acontece. Foi observada remoção de manta para colocação de jardineiras; furação da manta para instalação da irrigação nas jardineiras; furo na manta em espelho d'água para colocação de LEDs	Sempre acontece. Existe espera para furação de ratos, furação para passagem de hidráulica. Parte do telhado foi removida para impermeabilização da laje.	Sempre acontece. Tubulação de hidráulica por instalar, impermeabilização nas áreas internas da cobertura (plattabanda) sem que as áreas externas estejam revestidas, estando no tijolo aparente.
Trabalhador parado (2BII)	Evidência de operário parado aguardando liberação de área pela construtora para iniciar a aplicação da impermeabilização	Sim. Aguardando liberação da área pela construtora	Sim. Profissional aguardando material para aplicar	Sim. Aguardando liberação da área pela construtora
Espera na liberação de área para iniciar serviço (2BVI)	Sempre acontece. Os aplicadores chegam a ficar um dia parados aguardando liberação de áreas para iniciar os serviços de impermeabilização	Sempre acontece. As equipes vão procurando outras áreas para trabalhar	Sempre acontece, principalmente no início dos serviços de impermeabilização	Sempre acontece, pois não existe cronograma para liberação de área a ser impermeabilizada
Excesso na movimentação dos materiais e pessoas na execução dos serviços (2CII)	O asfalto utilizado para impermeabilização estava armazenado na garagem do prédio e o aquecedor de asfalto estava instalado fora do prédio, isto gerava um transporte desnecessário do asfalto para ser aquecido e retornar para área interna do prédio	Os materiais se encontram em lugar distante dos locais de aplicação gerando maior movimentação de materiais	Os materiais são distribuídos no play de cada torre para serem levados até a área de aplicação	A movimentação do material é de responsabilidade da construtora. Isso gera uma dependência da construtora para andamento dos serviços.
Operações desnecessárias (2DI)	Não foi observado nenhuma operação desnecessária.	Não foi observado nenhuma operação desnecessária	Não foi observado nenhuma operação desnecessária	Não foi observado nenhuma operação desnecessária
Produção antecipada (2EII)	Existem áreas que são trabalhadas antes da necessidade avançando o cronograma físico da obra, a pedido da obra.	Quase sempre acontece por causa da não liberação de outras áreas, alterando o cronograma da obra	As vezes acontece, para não deixar operário parado na obra	Não foi observado nenhuma situação
Uso de espaços desnecessários (2EIII)	Foi observado a instalação do aquecedor de asfalto fora da obra, no meio da rua. O estoque de asfalto estava desarmado dentro da garagem, ocupando maior espaço que o necessário	Foi observado colocação de bambores de primer no play sem necessidade pois o material seria utilizado em outra área.	Não foi observado	Não foi observado
Agilidade da mão de obra (2FI)	Os trabalhos realizados não comprometem a qualidade dos serviços	Os trabalhos realizados não comprometem a qualidade dos serviços	Os trabalhos realizados não comprometem a qualidade dos serviços	Observou-se uma lentidão sem comprometer a qualidade dos serviços
Utilização de técnicas não recomendadas nas operações (2GIII)	Foram observadas: falta de controle de temperatura de aquecimento do asfalto; falta de controle de consumo; falta de rebaixo da alvenaria para embutir a impermeabilização; cortina em contato com o solo não foi impermeabilizada; asfalto aplicado na piscina permanecia exposto após teste de estanqueidade, falta de proteção.	Não foi observado	Foi observado área com impermeabilização incompleta e com acúmulo de água de chuva promovendo entrada de água sob a manta. Tubulação próximas à laje (< 10 cm)	Foi observado que os furos dos ratos eram feitos após o término da impermeabilização, comprometendo o desmonte do sistema. Outra situação foi a aplicação da impermeabilização em substrato inadequado
Retorno para manutenção corretiva (2GVI)	É comum o retorno para refazimento de serviços executados	Em torno de 10% dos serviços são refeitos	Em torno de 10% dos serviços são refeitos, muito devido aos serviços executados posterior a impermeabilização	Em torno de 20% dos serviços foram refeitos, alguns devido aos serviços executados posterior a impermeabilização e outros erros executivos
Execução das atividades conforme as normas pertinentes (3AII)	As atividades de impermeabilização obedeciam parcialmente as recomendações das normas	As atividades de impermeabilização obedeciam parcialmente as recomendações das normas	As observações feitas no item 2GIII indicam que alguns procedimentos previstos em norma não foram seguidos	As observações feitas no item 2GIII indicam que alguns procedimentos previstos em norma não foram seguidos
Utilização dos sistemas conforme previsto em projeto (3BII)	Não existia projeto. A especificação dos sistemas e materiais foi feita pelo próprio aplicador	Não existe projeto de impermeabilização	Existe projeto e os serviços foram executados de acordo	Não existe projeto de impermeabilização
Não conformidades na inspeção dos serviços (3CI)	Não foi evidenciada a inspeção dos serviços de impermeabilização executados	Quase sempre é feita a inspeção das áreas por parte da equipe de aplicação, observando algumas não conformidades	Não foi evidenciada a inspeção dos serviços de impermeabilização executados	Várias não conformidades foram detectadas, tendo sido feito os respectivos reparos (manta solta nos rodapés, calamentos inadequados com empossamento de água, infiltração por trás do substrato)