

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RENAN MATSUDA BENEDITO

**SISTEMAS DE FACHADA: UMA ANÁLISE DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE
EDIFÍCIOS LOCALIZADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA**

FLORIANÓPOLIS

2017

RENAN MATSUDA BENEDITO

**SISTEMAS DE FACHADA: UMA ANÁLISE DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE
EDIFÍCIOS LOCALIZADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina, como requisito parcial
para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Wellington Longuini Repette, Dr.

FLORIANÓPOLIS

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Benedito, Renan Matsuda

Sistemas de fachada : uma análise dos custos de
manutenção de edifícios localizados na Universidade
Federal de Santa Catarina / Renan Matsuda Benedito
; orientador, Wellington Longuini Repette, 2017.
125 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil,
Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Manutenção. 3. Fachada.
4. Desempenho. 5. Custo. I. Repette, Wellington
Longuini. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

RENAN MATSUDA BENEDITO

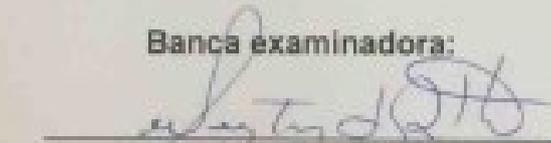
**SISTEMAS DE FACHADA: UMA ANÁLISE DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DE
EDIFÍCIOS LOCALIZADOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pela Comissão Examinadora e pelo curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 5 de dezembro de 2017.

Prof. Luciana Rohde
Coordenadora do Curso

Banca examinadora:



Prof. Wellington Longuini Repette, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Luis Alberto Gómez, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Augusto Romero Monteiro
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelos desafios colocados em minha vida para que eu pudesse crescer cada vez mais.

À minha mãe Carmen, por ser meu exemplo de determinação e força, por todas às vezes que me incentivou a buscar pelos meus sonhos, assim como pelo importantíssimo amparo emocional.

À minha irmã Graciele, pelo apoio em todas as circunstâncias.

À Maiara, pelo amor, companheirismo, paciência e compreensão, que foram essenciais para me manter forte.

Ao professor Wellington Longuini Repette, pela paciência, ensinamentos e orientação neste trabalho.

Aos meus colegas de turma da 12.1, que tornaram a graduação mais divertida e memorável.

À família EPEC, que me mostrou um mundo de possibilidades completamente novo.

Ao pessoal do DMPI e do DFO, que contribuíram para a minha formação.

À Universidade Federal de Santa Catarina, por abrir as portas para a minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para minha graduação e busca pelo título de Engenheiro Civil.

Gratidão!

RESUMO

O estudo dos diferentes tipos de fachada apresenta-se como uma forma de compreender o impacto econômico gerado na sua construção e também na sua manutenção. Assim, na Universidade Federal de Santa Catarina, o presente estudo procurou levantar as características dos três tipos de fachadas predominantes na instituição: fachada convencional, fachada em alvenaria aparente e fachada em cerâmica. Após, pesquisou-se sobre a importância da manutenção predial sob o contexto econômico e de desempenho. Buscou-se, ainda, levantar os custos de manutenções já realizadas nos edifícios da instituição, como também de estimar e analisar seus custos de construção e manutenção ao longo da vida útil. Para tanto, foi utilizado como método para coleta de dados os registros orçamentários de manutenção do Departamento de Manutenção Predial e de Infraestrutura/UFSC, bem como entrevistas não-estruturadas com engenheiros do Departamento de Fiscalização de Obras/UFSC e análise de documentos técnicos, como memoriais de especificações. Os principais resultados encontrados foram: sistema de fachada em alvenaria aparente possui custos de construção e manutenção unitários ao longo de sua vida útil mais econômicos em relação aos outros dois sistemas, porém deve-se atentar para o atendimento da norma de desempenho; constatou-se que ao final da vida útil a fachada em cerâmica continua sendo a mais onerosa dentre os três, considerando a não incidência de manifestações patológicas nas fachadas; grande incidência de custos de manutenção encontrada nos três tipos de fachada, oriundos de manchas causadas por processos biológicos, como também de descascamento, empolamento e eflorescência, cujo custo unitário de manutenção é maior dentre os quatro conjuntos de manifestações patológicas. Também se verificou que foram gastos cerca de 400 mil reais só nos últimos cinco anos em manutenção de fachada convencional e alvenaria aparente. Dada a importância do assunto, torna-se necessário o uso de projetos mais voltados à fachada, tendo em vista não somente a sua execução, como também a qualidade dos materiais e do planejamento das manutenções preventivas como forma de minimizar gastos desnecessários. Além disso, o registro das manutenções mostrou-se uma ferramenta interessante ao mostrar problemas recorrentes, possibilitando uma atuação mais focada e otimizada em recursos.

Palavras-Chaves: Manutenção. Fachada. Desempenho. Patologia. Custo.

ABSTRACT

The study of the different types of facades presents itself as a way to understand the economic impact generated in its construction and also in its maintenance. Therefore, at the Federal University of Santa Catarina, the present study tried to bring up characteristics on three different types of predominant facades in the institution: conventional facade, facade in apparent masonry and ceramic facade. After that, the research was at the importance of buildings maintenance on the economic context and on the execution. It was searched, as well, to bring up the cost of the construction and maintenance throughout its useful life. For that, they used the budget records of the maintenance of the Department of Property Maintenance and Infrastructure/UFSC as a method for the data collection, as well to talk with the engineers in the Department of Construction Supervision/UFSC, and the technical document analysis, such as descriptive memorials. The main results found was: high incidence of the maintenance cost deriving of stains caused by biological process, as also peeling, blistering and efflorescence, whose unit cost of maintenance is the highest one among the four sets of pathological manifestations. It was also checked that it was spent almost 400 thousand reais in the last five years on conventional facade and apparent masonry maintenance; still, it was found that in the final moments of its useful life the ceramic facade still is the most costly one among the three. Given the importance of the subject, it becomes necessary the use of projects focused on facades, considering not only its execution, but also the quality of the materials and the preparation of the preventive maintenances as a way to minimize unnecessary costs. Furthermore, the maintenances record showed up as an interesting tool on revealing recurring problems, making possible a more focused and optimized on resources performance.

Keywords: Maintenance. Facade. Performance. Pathology. Cost.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação da Manutenção de Edifícios.....	19
Figura 2 - Recuperação do desempenho por ações de manutenção.....	22
Figura 3 - Evolução dos custos pela fase de intervenção (Regra de Sitter).....	24
Figura 4 - Exemplo de fachada em alvenaria argamassada com pintura.....	27
Figura 5 - Exemplo de fachada em alvenaria aparente.....	27
Figura 6 - Exemplo de fachada em cerâmica.....	28
Figura 7 - Tipologias de vedações verticais sob o ponto de vista construtivo.....	30
Figura 8 - Classificações da alvenaria de fachada.....	33
Figura 9 – Alvenaria com espessura de cutelo.....	34
Figura 10 – Alvenaria com espessura de meio tijolo.....	34
Figura 11 – Alvenaria com espessura de um tijolo.....	34
Figura 12 – Alvenaria com espessura de um tijolo e meio.....	34
Figura 13 – Alvenaria com espessura de dois tijolos.....	34
Figura 14 – Alvenaria com parede oca.....	34
Figura 15 - Parâmetros e aspectos que devem ser considerados na concepção de uma fachada.....	38
Figura 16 - A chance de reduzir o custo de falhas do edifício conforme o avanço do empreendimento.....	40
Figura 17 - Alguns elementos atuantes nas fachadas das edificações.....	42
Figura 18 - Camadas do sistema de fachada convencional.....	43
Figura 19 - Representação dos blocos cerâmicos de vedação.....	44
Figura 20 - Fixação entre alvenaria e pilar com o emprego de tela metálica galvanizada.....	45

Figura 21 - Acabamento em pintura.	47
Figura 22 - Fissura mapeada na argamassa.....	49
Figura 23 - Descascamento do sistema de pintura	51
Figura 24 - Bolhas no sistema de pintura.....	53
Figura 25 - Mofo em pintura.....	54
Figura 26 - Bloco cerâmico de vedação externa aparente.....	56
Figura 27 - Fissuras geométricas na argamassa de assentamento e no próprio bloco cerâmico.....	57
Figura 28 - Manchas causadas pela ação de microorganismos.....	58
Figura 29 - Composição do revestimento cerâmico de fachada.....	60
Figura 30 - Destacamento de peças cerâmicas em fachada.....	63
Figura 31 - Proliferação de fungos na argamassa de rejunte.....	65
Figura 32 - Exigências do usuário segundo a NBR 15575-1.....	67
Figura 33 - Mapa UFSC.....	82
Figura 34 - Fachada convencional - UFSC.....	84
Figura 35 – Fachada convencional com alvenaria aparente - UFSC.....	84
Figura 36 - Modelo de planilha utilizada pelo DMPI.....	87
Figura 37 – Fachada convencional.....	92
Figura 38 - Fachada convencional com alvenaria aparente.....	92
Figura 39 – Modelo de custo de composição analítica da tabela SINAPI.....	94
Figura 40 - Exemplo de insumo com preço mediano da tabela SINAPI.....	94
Figura 41 - Custo de execução dos tipos de fachada.....	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil.	25
Quadro 2 - Classificação de técnicas construtivas para fachadas.	31
Quadro 3 - Origens de problemas patológicos.	37
Quadro 4 - Espessuras de revestimentos externos em mm.	46
Quadro 5 – Classificação da fissura de acordo com a espessura.	48
Quadro 6 - Classificação e propriedade das argamassas colantes.	61
Quadro 7 - Grupos de absorção de água.	62
Quadro 8 - Classe de resistência a manchas.	62
Quadro 9 - Valores mínimos de desempenho da vedação externa de dormitório.	68
Quadro 10 - Valores indicativos do índice de redução sonora.	68
Quadro 11 – Condutividade (l), massa específica (r) e calor específico (c).	70
Quadro 12 - Transmitância térmica de paredes externas.	70
Quadro 13 - Capacidade térmica de paredes externas.	70
Quadro 14 – Estanqueidade à água de chuva de paredes de fachadas.	72
Quadro 15 - Vida útil de Projeto mínima.	73
Quadro 16 - VUP de algumas partes de edificação.	73
Quadro 17 - Distribuição dos edifícios em relação ao tipo de fachada e o ano de execução da manutenção.	83
Quadro 18 - Manifestações patológicas e seus tratamentos.	88
Quadro 19 - Custo total de manutenção em relação aos sistemas de fachada.	90
Quadro 20 - Custo total de manutenção proporcional em relação aos sistemas de fachada.	90
Quadro 21 - Custo unitário para o tratamento das manifestações patológicas.	92

Quadro 22 - Resumo dos custos unitários do processo executivo de fachada.	95
Quadro 23 - Comparativo de custo de mão de obra e materiais.	96
Quadro 24 - Custo relativo de mão de obra e materiais em relação à fachada convencional.	97
Quadro 25 - Planejamento de manutenção das fachadas.	99
Quadro 26 - Resumo dos custos de construção para o planejamento de manutenções em R\$/m ²	99
Quadro 27 - Resumo para planejamento das manutenções em R\$/m ²	100
Quadro 28 - Custo total de construção e manutenção acumulado ao final da vida útil da fachada em R\$/m ²	101
Quadro 29 - Custo acumulado relativo à fachada convencional ao final da vida útil.	101

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	14
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	15
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	A MANUTENÇÃO PREDIAL	17
2.1.1	Definições	17
2.1.2	Classificação	18
2.1.3	A manutenção e sua influência na vida útil do edifício	22
2.1.4	A importância econômica da manutenção de edifícios	24
2.2	A FACHADA DE UM EDIFÍCIO	25
2.2.1	Definição	25
2.2.2	Classificação das fachadas	28
2.2.3	Tipologia de vedação de fachada	31
2.2.4	A alvenaria de vedação em fachadas	32
2.2.5	Revestimento e pintura de fachada	35
2.2.6	Projeto de fachadas	37
2.2.7	Patologia das construções	41
2.3	SISTEMA DE FACHADA CONVENCIONAL	43
2.3.1	Componentes do sistema	43
2.3.2	Manifestações patológicas mais frequentes no revestimento de fachada e sua manutenção	47
2.3.3	Processo executivo de construção	55
2.4	SISTEMA DE FACHADA EM ALVENARIA APARENTE	55
2.4.1	Componentes do sistema	55
2.4.2	Manifestações patológicas mais frequentes em fachadas e sua manutenção	56
2.4.3	Processo executivo de construção	59
2.5	SISTEMA DE FACHADA COM REVESTIMENTO CERÂMICO	60
2.5.1	Componentes do sistema	60
2.5.2	Manifestações patológicas mais frequentes em fachadas e sua manutenção	63
2.5.3	Processo executivo de construção	66
2.6	REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	66

2.7	MODALIDADES DE LICITAÇÃO.....	74
2.8	CUSTOS	76
3	ESTUDO DE CASOS.....	78
3.1	METODOLOGIA.....	78
3.2	DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO	80
3.2.1	O DMPI, a contratação e execução dos serviços de manutenção	80
3.2.2	Edifícios da UFSC	82
3.3	DELIMITAÇÃO E LIMITAÇÃO.....	85
3.4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	86
3.4.1	Manutenção dos edifícios da UFSC	86
3.4.2	Orçamento de execução de fachada	93
3.4.3	Projeção do custo da fachada ao final de sua vida útil	97
4	CONCLUSÕES	102
5	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	104
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
	GLOSSÁRIO.....	114
	APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO UNITÁRIA PARA TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADA CONVENCIONAL	116
	APÊNDICE B - COMPOSIÇÃO UNITÁRIA PARA TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADA CONVENCIONAL COM ALVENARIA APARENTE	117
	APÊNDICE C - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	118
	APÊNDICE D - 2 INSUMO	119
	APÊNDICE E - 1 COMPOSIÇÃO UNITÁRIA.....	120
	APÊNDICE E - 2 COMPOSIÇÃO UNITÁRIA.....	121
	APÊNDICE F - 1 COMPOSIÇÃO DE MANUTENÇÃO - CONVENCIONAL.....	122
	APÊNDICE F - 2 COMPOSIÇÃO DE MANUTENÇÃO - CERÂMICA	123
	ANEXO A – NBR 15575-4 (2013)	124
	ANEXO B – NBR 15220-2 (2003)	125

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil viveu uma crise econômica sem precedentes, estagnando inclusive a construção civil. Aos poucos o mercado tem dado sinal de sobrevida. Contudo, em outubro de 2017, o portal de notícia G1 (2017a) noticiou o corte de recursos destinados às Universidades federais, e em muitas o investimento em obras e manutenção de seus edifícios foram bloqueados. Dessa forma, qualquer redução de gastos desnecessários torna-se essencial para a sustentabilidade de uma Universidade, especialmente no que tange os altos custos de manutenção das fachadas de edifícios ao longo de sua vida útil.

A manutenção de edificações, especialmente de fachadas, é um tema cuja importância tem crescido no setor da construção civil, tendo em vista que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção de edifícios em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial (YAZIGI, 2009).

Além da escolha do tipo de sistema de fachada, é importante a aplicação da manutenção preventiva, que consiste em uma estratégia de executar uma intervenção de forma periódica que acarreta em redução dos gastos com manutenção, e que ainda promove a segurança, melhoria no desempenho de equipamentos e conforto. Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia – IBAPE (2012), quanto mais tempo levar para realizar uma manutenção, mais caro fica para ser solucionado o problema. Para o CREA (2011), entretanto, as atividades de manutenção ainda são vistas como um problema financeiro de baixa prioridade, enquanto deveriam ser consideradas como um investimento.

Todos os gastos com manutenção de fachada de edifícios, na Universidade Federal de Santa Catarina, concentram-se principalmente em três tipos de fachadas: fachada convencional, fachada em alvenaria aparente e fachada em revestimento cerâmico. Todos eles possuem características construtivas que influem nos custos de manutenção. Segundo o Relatório de Atividades do Departamento de Manutenção Predial e de Infraestrutura, só em 2016 foram gastos mais de R\$ 600.000,00, cerca de 59% de todas as manutenções gerais realizadas, só na parte de pintura e no tratamento de trincas, sendo grande parte deles destinados a fachadas.

Diante desse cenário, buscou-se reunir dados e informações com o propósito de responder ao seguinte problema de pesquisa: **Qual o impacto econômico da escolha do sistema de fachada dos edifícios da UFSC sobre os custos de manutenção?**

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com Roesch (2009), pode-se justificar uma pesquisa considerando sua importância, oportunidade e viabilidade, que muitas vezes estão interligados.

A **importância** deste TCC deve-se ao fato de que há uma aplicação prática para seus resultados. A análise técnica realizada no estudo de caso e o aprofundamento no material bibliográfico poderão ser utilizados por alguns departamentos da UFSC, como o DFO (Departamento de Fiscalização de Obras), o DMPI (Departamento de Manutenção Predial e Infraestrutura) e o DPAE (Departamento de Projetos de Arquitetura e Engenharia), auxiliando na tomada de decisão relativa ao sistema construtivo mais vantajoso quanto ao custo de manutenção das fachadas dos prédios da Universidade ao longo de sua vida útil. Por isso, considera-se que esta pesquisa trará benefícios à comunidade acadêmica e demais pessoas que utilizam o espaço físico da UFSC. Outrossim, este estudo proporcionará ao pesquisador conhecimentos específicos na área de sistemas de fachada, em especial os que constam no objeto de estudo, que não foram aprofundados aos alunos durante a graduação, sendo essa uma das finalidades da elaboração do TCC.

A **oportunidade** surgiu a partir do conhecimento prévio do pesquisador em relação à manutenção de edifícios. O pesquisador estuda na UFSC há 5 anos e já acompanhou investigações na área de patologia das construções em condomínios localizados na cidade de Florianópolis/SC durante sua participação no Escritório Piloto de Engenharia Civil (EPEC). Também auxiliou no levantamento de manutenções na própria UFSC durante o estágio no Departamento de Manutenção Predial e de Infraestrutura (DMPI), levando ao interesse em realizar esta pesquisa.

Quanto à **viabilidade**, pode-se destacar que a pesquisa não exigiu nenhum custo, já que foi realizada na própria UFSC. Esse fator, inclusive, facilitou sua

execução, pois o pesquisador está familiarizado com a estrutura física da Universidade. Ainda, todos os edifícios investigados encontram-se no *campus* onde ele estuda, facilitando a coleta de dados. E, por fim, a obtenção dos dados de manutenção, necessários para a realização da pesquisa, também não teve maiores dificuldades, uma vez que o DMPI como um todo foi extremamente solícito e viabilizou o acesso às informações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o impacto econômico da escolha do sistema de fachada dos edifícios da UFSC sob à ótica dos custos de manutenção.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo geral deste trabalho, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Pesquisar a influência da manutenção predial sobre a ótica econômica e de desempenho;
- Caracterizar os sistemas de fachada convencional, em alvenaria aparente e em cerâmica;
- Levantar os gastos com manutenção de fachadas dos edifícios da UFSC;
- Estimar e analisar os custos de construção e manutenção ao longo da vida útil dos sistemas de fachada encontrados na UFSC.

1.3 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

A fim de cumprir o objetivo proposto, o presente trabalho foi organizado da seguinte forma:

Capítulo 1: Introdução

O primeiro capítulo apresenta o tema, a justificativa para a elaboração deste trabalho, seus objetivos e de que forma foi estruturado.

Capítulo 2: Fundamentação teórica

No capítulo dois são abordados os aspectos da literatura essenciais para a elaboração do trabalho.

Capítulo 3: Estudos de casos

O capítulo apresenta os estudos de casos realizados no *campus* Trindade da UFSC, a metodologia adotada, descrição e caracterização dos objetos de estudo, além da apresentação e análise dos dados obtidos.

Capítulo 4: Conclusões

O capítulo quatro traz as conclusões das análises anteriormente apresentadas.

Capítulo 5: Sugestões para trabalhos futuros

O capítulo 5, por fim, apresenta sugestões de abordagem para trabalhos posteriores.

Ao final, estão apresentadas as referências consultadas durante a pesquisa e elaboração do trabalho, além de glossário, apêndices e anexo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados aspectos gerais da manutenção predial, sua influência econômica e de desempenho, a caracterização dos tipos de fachada, os requisitos e critérios de desempenho, modalidades de licitação e, por fim, os custos.

2.1 A MANUTENÇÃO PREDIAL

2.1.1 Definições

A manutenção predial compreende medidas necessárias e cuidados técnicos indispensáveis para garantir o funcionamento e a conservação de uma edificação, além do atendimento à segurança de seus usuários. Conforme verificado por Marcelli (2007), a manutenção tem o papel de preservar a capacidade da edificação e de seus componentes de cumprir satisfatoriamente suas funções, de forma a assegurar sua vida útil. Assim sendo, ela é importante por apresentar-se como uma maneira de atenuar os efeitos do tempo, como o uso e o desgaste natural dos materiais, como também da agressividade do meio ambiente, das intempéries e da ação de microrganismos.

Como visto anteriormente, é impossível negar a relevância da manutenção como elemento indispensável para a sobrevivência dos edifícios. Pujadas (2011) ainda salienta conceitos que envolvem a manutenção, como o desempenho, a vida útil, a durabilidade e a gestão do conhecimento:

- O **desempenho**, segundo a Norma Brasileira 6118 (2003, p. 11), que trata do procedimento de projeto de estruturas de concreto, é a “capacidade de a estrutura manter-se em condições plenas de utilização (como conforto térmico e acústico, higiene, segurança etc), não devendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada”.
- A **vida útil**, ou vida útil real ou efetiva, é o “intervalo de tempo ao longo do qual a edificação e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas, obedecidos os planos de operação, uso e manutenção previstos” (NBR 14037, 1988, p. 2);

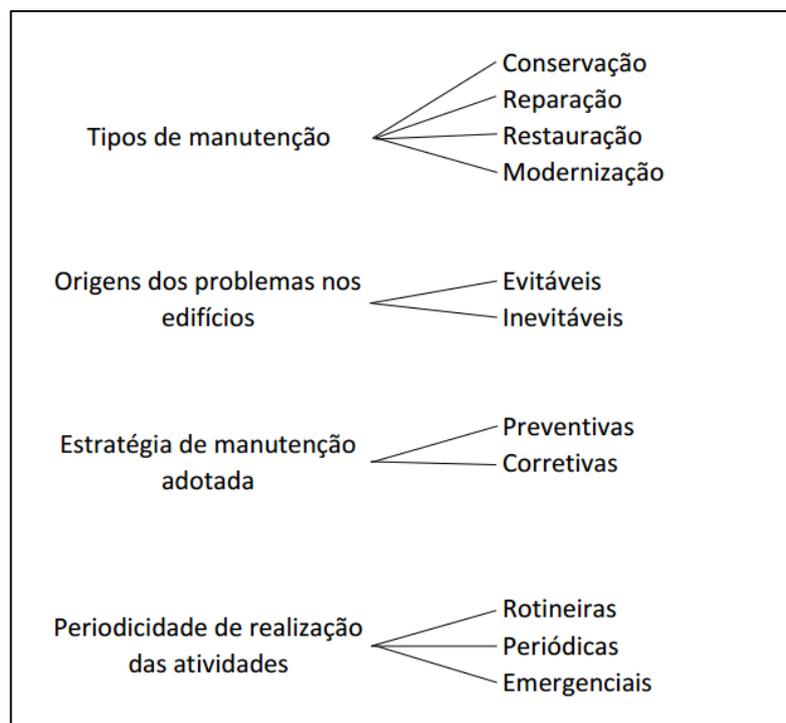
- A **vida útil de projeto** (VUP) compõe o tempo de vida útil e é definida pela NBR 15575 (2013), que trata sobre o desempenho das edificações habitacionais, como o período estimado de tempo teórico para o qual um edifício ou suas partes é projetado para atender aos requisitos de desempenho estabelecido por essa mesma norma. Isso se aplica quando se cumpre o programa de manutenção previsto no manual de operação, uso e manutenção montado pelo responsável pela produção da edificação, guiado pela norma que trata do respectivo assunto, a NBR 14037 (1988);
- A **durabilidade**, para Yazigi (2009, p. 92), representa a “conservação do desempenho ao longo da vida útil”;
- Por fim, a **gestão do conhecimento** compreende a necessidade de se manter registros, controles e históricos das atividades de manutenção para avaliações e busca pela qualidade (PUJADAS, 2011). Tudo isso contribui para que as intervenções ocorram na causa dos problemas, reduzindo ou eliminando totalmente sua recorrência;

Todos esses conceitos abordados são essenciais para entender que a manutenção de um edifício é tão importante quanto a correta realização de seu processo construtivo, pois as consequências da sua omissão pode ser constatada nos frequentes casos de edificações que entram em desuso muito antes de atingir a sua vida útil, causando muitos transtornos aos seus usuários, além de gastos expressivos com serviços de recuperação ou construção de novas edificações (NBR 5674, 2012).

2.1.2 Classificação

Segundo Bonin (1988), a manutenção de edifícios constitui-se como um assunto que envolve múltiplos aspectos, por isso ela pode ser classificada de diversas maneiras, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Classificação da Manutenção de Edifícios.



Fonte: Adaptado de Bonin (1988).

Quanto ao tipo de manutenção:

- **Conservação:** relaciona-se com atividades rotineiras realizadas diariamente ou com pequenos intervalos de tempo entre as intervenções. Geralmente, está diretamente relacionada à operação e à limpeza do edifício, criando condições adequadas para seu uso. Por exemplo: limpeza dos vidros de esquadrias;
- **Reparação:** relaciona-se com atividades preventivas ou corretivas realizadas antes que o edifício ou algum de seus elementos constituintes atinja o nível de desempenho mínimo aceitável. Por exemplo: substituição de molas de porta;
- **Restauração:** relaciona-se com atividades corretivas realizadas após o edifício ou algum de seus elementos constituintes atingirem níveis inferiores ao nível de desempenho mínimo aceitável. Por exemplo: substituição de uma lâmpada queimada;

- Modernização: relaciona-se com atividades preventivas e corretivas visando que a recuperação de desempenho ultrapasse o nível inicialmente construído, conferindo um novo grau de qualidade para a edificação. Por exemplo: instalação do sistema tipo “Daffee” (Dispositivo Automático de Funcionamento dos Elevadores com Força de Emergência - sigla empregada pela empresa Atlas Schindler) nos elevadores, permitindo que os mesmos, em caso de falta de energia, sejam ainda assim conduzidos ao térreo e tenha suas portas abertas automaticamente, sistema antes inexistente;

Quanto às origens dos problemas:

- Evitáveis: atividades oriundas de erros de concepção do edifício (projeto), onde, pela deficiência de técnica ou pela ausência de informações precisas a respeito de fatores de degradação, executa-se uma edificação propensa a ter problemas quando em uso. Por exemplo: revestimento em madeira sem qualquer proteção intempéries e raios ultravioletas;
- Inevitáveis: atividades voltadas a corrigir problemas que já foram previstos antes da construção do edifício. Por exemplo: aplicação de pintura em portão de ferro localizado em área desprotegida;

Quanto à estratégia de manutenção:

- Preventivas: relaciona-se com atividades de manutenção realizadas durante a vida útil da edificação, de maneira a antecipar o surgimento de patologia. Por exemplo: limpeza periódica de calha de telhados, em uma área arborizada, com a finalidade de se evitar entupimentos ou até mesmo infiltração;
- Corretivas: relaciona-se com atividades de manutenção para solucionar problemas no edifício, em atendimento a solicitações de seus usuários. Por serem aleatórias e inesperadas, as atividades de

manutenção corretiva exigem um esforço técnico e administrativo bem mais intenso, tornando-as com baixa produtividade. Além disso, geralmente está associado a problemas em estágio avançado. Por exemplo: correção de infiltração na parede causada por uma fissura não tratada na alvenaria;

Quanto à Periodicidade de manutenção:

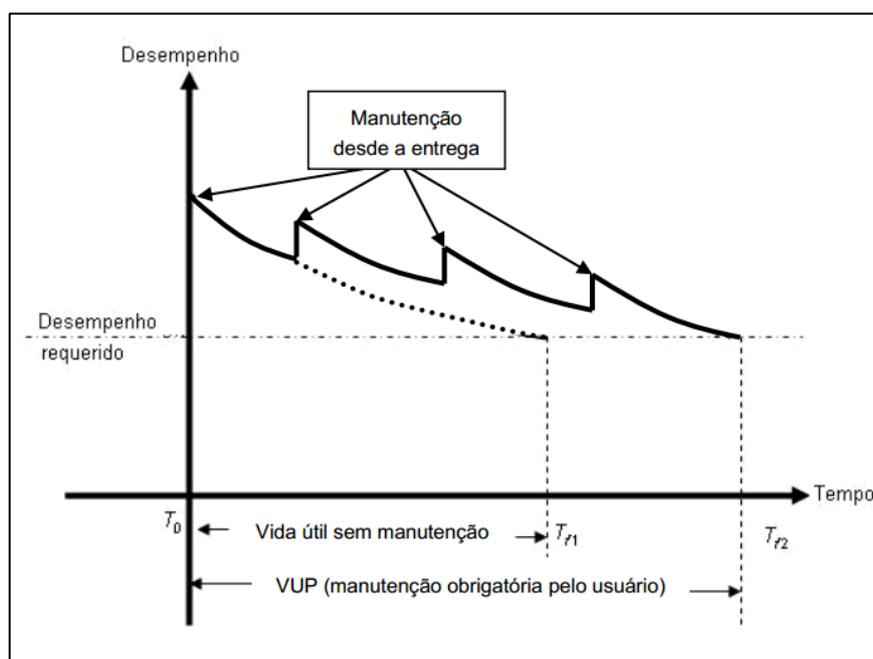
- Rotineiras: relaciona-se com atividades ligadas à conservação do edifício, como limpeza de superfícies, por exemplo. Pelo fato de estarem vinculadas à operação diária, normalmente estão sob administração dos usuários da edificação e frequentemente não são consideradas como atividades de manutenção. Exemplo: limpeza dos elevadores;
- Periódicas: relaciona-se com atividades ligadas à estratégia de manutenção preventiva da edificação, obedecendo a um programa pré-estabelecido de intervenções no edifício e envolvendo normalmente uma equipe fixa na realização das atividades. Os custos da manutenção periódica são razoavelmente previsíveis, mesmo no nível individual de edifício a edifício. Exemplo: manutenção periódica de elevadores feita por técnicos das próprias empresas de elevadores;
- Emergenciais: relaciona-se com as próprias manutenções corretivas da edificação, atendendo solicitações aleatórias dos usuários da edificação e reconstruindo danos imprevistos decorrentes da ação do ambiente exterior. Exemplo: porta de elevador que passa a não abrir, impedindo o uso do equipamento e forçando um chamado para manutenção emergencial.

2.1.3 A manutenção e sua influência na vida útil do edifício

Como visto anteriormente, a realização de atividades de manutenção pode ser então considerada como a reconstituição de desempenho perdido que tem como resultado imediato o prolongamento da vida útil do edifício em função da manutenção empregada.

Para Lichtenstein (1985), a manutenção está intrinsecamente relacionada ao desempenho dos componentes, conforme é representado na Figura 2. Ao longo do tempo, as partes da edificação, e por consequência o seu todo, apresentam uma natural queda de desempenho, cujo comportamento varia conforme as características dos componentes e a sua interação com o meio. Caso se considere um patamar requerido mínimo de desempenho, abaixo do qual o edifício não mais cumprirá de forma adequada as suas funções, deve-se então evitar que a deterioração natural provoque uma queda suficiente para atingir esse nível mínimo por meio de manutenções preventivas. Contudo, há ocasiões que a edificação atinge ou ultrapassa esse patamar mínimo. Nesses casos são realizadas intervenções de recuperação (ou manutenção corretiva) para retomar o desempenho a um patamar aceitável.

Figura 2 - Recuperação do desempenho por ações de manutenção.



Fonte: (NBR 15575, 2013)

Ainda importante é a visão de durabilidade das edificações que, como foi visto, representa a conservação do desempenho ao longo da vida útil. Dispõe a NBR 5674 (2012, p. iv):

[...] é inviável sob o ponto de vista econômico e inaceitável sob o ponto de vista ambiental considerar as edificações como produtos descartáveis, passíveis da simples substituição por novas construções quando seu desempenho atinge níveis inferiores ao exigido pelos seus usuários.

Para que não se atinja tais níveis, é necessário, também, conhecer os fatores que interferem na durabilidade do edifício e, principalmente, das superfícies mais expostas ao ambiente: as fachadas. De acordo com Gomide, Neto e Pujadas (2006), eles podem ser divididos em:

- a) Matérias: resistência a agentes de degradação, como materiais e uso, dimensão, cor e qualidade;
- b) Projeto: tipos de solicitação a que estão submetidos os elementos;
- c) Condições de uso: menor ou maior manutenibilidade, nível de desempenho;
- d) Manutenção: intensidade, periodicidade, se existir ou não exigências do usuário;
- e) Atmosfera: variando conforme o clima, temperatura e nível de agressividade ambiental;

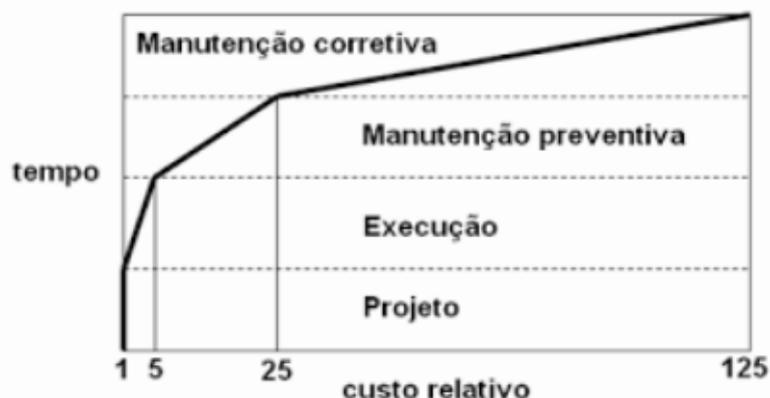
No caso da determinação da vida útil de projeto mínima e superior (VUP), conceito apresentado no 2.1.1, a NBR 15575 (2013) incorpora três conceitos básicos:

- o efeito que uma falha no desempenho do subsistema ou elemento acarreta;
- a maior facilidade ou dificuldade de manutenção e reparação em caso de falha no desempenho;
- o custo de correção da falha, considerando-se também o custo de correção de outros subsistemas ou elementos afetados (por exemplo, a reparação de uma impermeabilização de laje de cobertura pode implicar a substituição de toda a proteção mecânica, e o custo resultante é muito superior ao custo da própria impermeabilização).

2.1.4 A importância econômica da manutenção de edifícios

Do ponto de vista econômico, Helene (1997) salienta que os custos de intervenção, para atingir um certo nível de durabilidade e proteção, crescem exponencialmente quanto mais tarde for essa intervenção. Já a evolução desse custo pode ser comparada a de uma progressão geométrica de razão 5, conhecida por “Lei dos 5” ou “regra de Sitter”, representada na Figura 3 abaixo, que mostra a evolução dos custos em função da fase da vida da estrutura em que a intervenção seja feita.

Figura 3 - Evolução dos custos pela fase de intervenção (Regra de Sitter).



Fonte: Sitter (1984) apud Helene (1997).

Observa-se por meio da figura acima que quando a falha é corrigida nas fases iniciais de projeto e até na execução, os custos são relativamente menores. A partir da fase do pós-ocupação, que compreende a manutenção preventiva e corretiva, o custo da solução de um problema pode se tornar 25 e 125 vezes mais caro, respectivamente, do que se tivesse sido prevista em projeto. Ainda, cabe destacar o menor custo da manutenção preventiva em relação à manutenção corretiva, justamente por esta envolver atividades como diagnóstico, remoção e/ou proteção dos usuários, escoramentos, demolições, reconstruções e perdas (HELENE, 1997).

E essa análise se revela ainda mais importante quando se trata dos elementos de fachada, uma vez que possuem de médio a alto custo de manutenção e reposição (NBR 15575, 2013), conforme pode ser visto no Quadro 1:

Quadro 1 - Custo de manutenção e reposição ao longo da vida útil.

Categoria	Descrição	Exemplos típicos
A	Baixo custo de manutenção	Vazamentos em metais sanitários
B	Médio custo de manutenção ou reparação	Pintura de revestimentos internos
C	Médio ou alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição (do elemento ou sistema) equivalente ao custo inicial	Pintura de fachadas, esquadrias de portas, pisos internos e telhamento
D	Alto custo de manutenção e/ou reparação Custo de reposição superior ao custo inicial Comprometimento da durabilidade afeta outras partes do edifício	Revestimentos de fachada e estrutura de telhados
E	Alto custo de manutenção ou reparação Custo de reposição muito superior ao custo inicial	Impermeabilização de piscinas

Fonte: NBR 15575-1(2013).

Pintura e revestimentos de fachada, classificados como categoria C e D pela tabela acima, respectivamente, apresentam, além dos custos de manutenção significantes, um custo de reposição equivalente ou superior ao custo inicial de implantação. Isso denota a importância econômica da manutenção de edifícios.

2.2 A FACHADA DE UM EDIFÍCIO

2.2.1 Definição

Do ponto de vista construtivo, o edifício pode ser considerado um sistema, que por sua vez pode ser dividido em subsistemas, como fundação, estrutura, vedações verticais (interna e externa), instalações, vedações horizontais (piso), cobertura, impermeabilização, dentre outros.

Segundo a NBR 15575 (2013), a fachada, também denominada vedação vertical externa, pode ser entendida como sendo um subsistema do edifício composto de três elementos: vedo, esquadrias e revestimento. Eles que definem e separam os ambientes internos dos externos, controlando a ação de agentes indesejáveis externos, como os climáticos. Já para o Inmetro (2010), as fachadas compreendem as superfícies externas verticais (ou com inclinação superior a 60° em relação à horizontal), incluindo as superfícies opacas, paredes translúcidas, transparentes e vazadas, como vãos de entrada.

Dentre os subsistemas que compõem uma edificação, pode-se afirmar que as fachadas possuem grande relevância, sendo responsáveis por criar condições de habitabilidade e ainda desempenhar um papel importante em relação à sustentabilidade. O custo de execução e de manutenção é expressivo em relação aos outros subsistemas (OLIVEIRA, 2009).

Outrossim, pode-se dizer que as fachadas interferem em diversas outras etapas construtivas, uma vez que podem determinar as diretrizes para o planejamento e programação da execução da obra. Segundo Sabbatini (2011), as fachadas podem:

- a) Estar no caminho crítico da obra;
- b) Determinar o potencial de racionalização da produção, na medida em que interferem com as instalações elétricas e hidráulicas e sanitárias, com as esquadrias, com a impermeabilização e com os revestimentos;
- c) Ter forte relação com a ocorrência de problemas patológicos, como fissuras, destacamento de revestimento, entre outros;
- d) Constituir, em muitos casos, a própria estrutura do edifício (alvenarias estruturais ou painéis portantes);
- e) Proteger o homem e suas atividades contra a ação de agentes externos, provendo privacidade e criando ambientes com características e funções específicas (FRANCO, 1994), as quais, segundo Barros (2003), podem se traduzir por determinadas propriedades ou requisitos de desempenho, como isolamento térmico, isolamento acústico, estanqueidade, controle da passagem de ar, proteção e resistência contra o fogo, desempenho estrutural (estabilidade, resistências mecânicas e deformabilidade), controle de iluminação (natural e artificial) e de raios visuais (privacidade), durabilidade, custos de execução e de manutenção, e padrões estéticos (conforto visual).

Ainda, as fachadas são constituídas basicamente pelo substrato e pela camada de revestimento, os quais envolvem a camada de regularização e também,

dependendo da situação, o isolamento termoacústico, camada de fixação e de acabamento (FLAIN, 1995). Já do ponto de vista econômico, Medeiros et al. (2014) afirma que as fachadas, incluindo paredes de alvenaria esquadrias com vidro e revestimentos convencionais aderidos, correspondem a cerca de 13% do custo total de uma edificação no Brasil.

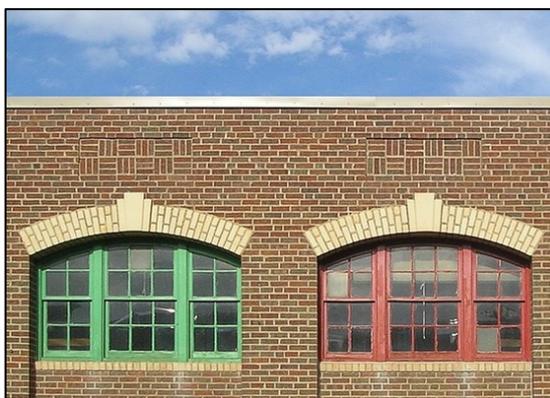
Segundo Silva (2004), o Brasil tradicionalmente trabalha com fachada convencional (alvenaria com revestimento em argamassa e pintura). Entretanto, a execução de fachadas com outros sistemas, como alvenaria aparente (Figura 5) e cerâmica (Figura 6) são exemplos de algumas das outras alternativas disponíveis no mercado.

Figura 4 - Exemplo de fachada em alvenaria argamassada com pintura.



Fonte: O autor.

Figura 5 - Exemplo de fachada em alvenaria aparente.



Fonte: <http://casaeimoveis.uol.com.br>.

Figura 6 - Exemplo de fachada em cerâmica.



Fonte: O autor.

Assim, pode-se resumir que as fachadas cumprem o papel de estabelecer uma barreira entre o espaço interior e o exterior, separando duas diferentes condições climáticas e higrotérmicas, além de definir a paisagem arquitetônica e o cenário urbano.

2.2.2 Classificação das fachadas

Há diversos critérios para se classificar as fachadas. Oliveira (2009) afirma que as fachadas podem ser classificadas de acordo com as características da vedação vertical:

a) Quanto à densidade superficial ou de área:

- **Leve:** vedação vertical não estrutural constituída de elementos de densidade superficial baixa, cujo limite aproximado é de 100 kg/m^2 ;
- **Pesada:** vedação vertical que pode ser estrutural ou não, constituída de elementos de densidade superficial superior ao limite pré-determinado de aproximadamente 100 kg/m^2 .

b) Quanto à estrutura:

- **Autoportantes:** quando não possuem estrutura complementar, ou seja, a própria vedação se sustenta. Exemplo: alvenaria de vedação e estrutural;
- **Estruturadas:** quando a vedação necessita de uma estrutura reticulada para suportar os componentes de vedação. Exemplo: fachada ventilada.

c) Quanto à continuidade superficial:

- **Monolítica:** é aquela sem juntas aparentes. Exemplo: fachadas de alvenaria argamassada;
- **Modular:** é aquela que as juntas são aparentes. Exemplo: os painéis pré-fabricados de fachada e alvenaria aparente.

d) Quanto ao revestimento:

- **Com revestimento incorporado:** recebem acabamento antes de seu posicionamento definitivo, dispensando acabamentos após sua execução. Ex.: painéis pré-fabricados de concreto;
- **Com revestimento a *posteriori*:** recebem revestimento após sua execução. Ex.: alvenarias comuns que recebem revestimentos aderidos ou não-aderidos;
- **Sem revestimento:** não necessitam de aplicação de revestimentos. Pode ser utilizada de forma aparente, receber uma única pintura ou ainda ser uma fachada envidraçada.

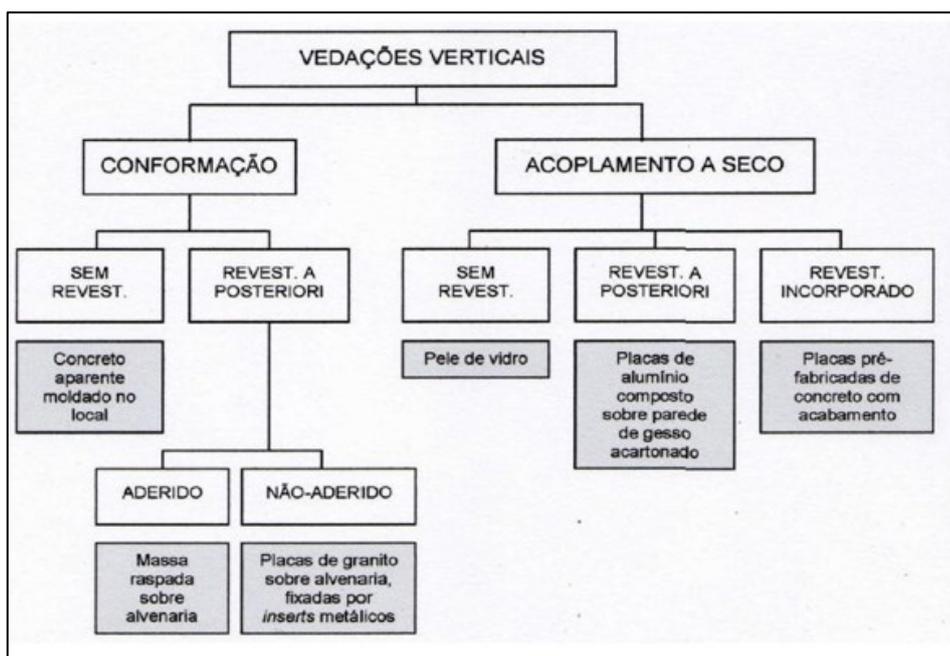
Outra forma de classificação diz respeito à técnica de execução da vedação vertical (SABBATINI, 2007):

- **Por conformação:** obtida por moldagem a úmido no local, com emprego de materiais com plasticidade obtida com adição de água. Ex.: paredes de alvenaria assentada com argamassa;

- **Por acoplamento a seco:** obtidas por montagem através de dispositivos de fixação (pregos, parafusos etc.). Ex.: fachada ventilada;

Assim, pode-se organizar os tipos de vedações verticais, e consequentemente de fachadas, pela combinação das duas classificações acima comentadas seguidas de alguns exemplos conforme é apresentado na Figura 7:

Figura 7 - Tipologias de vedações verticais sob o ponto de vista construtivo.



Fonte: LIU (2010).

Para a análise comparativa em questão, no Quadro 2 é apresentada uma classificação para as técnicas construtivas que serão abordadas nos estudos de casos:

Quadro 2 - Classificação de técnicas construtivas para fachadas.

TÉCNICA CONSTRUTIVA	Densidade superficial		Execução		Revestimento			Estrutura		Continuidade superficial	
	Pesada	Leve	Conformação	Acoplamento a seco	Incorporado	Posteriormente aderido	Sem revestimento	Autoportante	Estruturada	Monolítica	Modular
Fachada em alvenaria aparente		X ¹	X			X		X			X
Fachada em alvenaria argamassada com pintura	X ²		X			X		X		X	
Fachada em cerâmica	X ³		X			X		X			X

Fonte: O autor.

Nota-se que os três tipos de fachada apresentam características quanto à execução, revestimento e estrutura. Em compensação, a densidade superficial da fachada em alvenaria aparente é leve justamente por não apresentar revestimento em argamassa, diferente das demais fachadas. Outra diferença observada está relacionada à continuidade superficial, uma vez que tanto a fachada em alvenaria aparente quanto a fachada em cerâmica possuem juntas aparentes.

2.2.3 Tipologia de vedação de fachada

Segundo Medeiros et al. (2014), pode-se dizer que existem três categorias de soluções construtivas para a vedação e revestimento de fachadas de edifícios:

a) alvenaria de vedação e revestimento aderido com substrato de argamassa;

¹ Cerca de 90 kg/m², considerando largura de 9 cm do bloco cerâmico e argamassa de assentamento (IPT, 2009).

² Cerca de 140 kg/m², considerando largura de 9 cm de alvenaria revestida nas duas faces, camada de 1,5cm de argamassa no traço 1:2:9 (cimento, cal hidratada e área média lavada) (IPT, 2009).

³ Mais de 140kg/m², considerando largura de 9 cm de alvenaria revestida nas duas faces, camada de 1,5 cm de argamassa no traço 1:2:9 (cimento, cal hidratada e área média lavada) (IPT, 2009).

b) alvenaria ou divisória leve de vedação com revestimento tipo cortina ou ventilado;

c) fachada cortina e seus subtipos como painéis de concreto, *light steel framing* (LSF), com placas cimentícias, pele de vidro etc.

No âmbito do presente estudo, o enfoque em vedação dar-se-á para a alvenaria com ou sem revestimento aderido com substrato de argamassa. Entretanto, por apresentar aspectos muito amplos, como características e várias tipologias, e também pela melhor organização do trabalho, a alvenaria será tratada a seguir.

2.2.4 A alvenaria de vedação em fachadas

Alvenaria de vedação externa, como visto anteriormente, possui como função principal separar o ambiente externo do interno, preenchendo os vãos de estruturas de concreto armado, aço, dentre outros. Além disso, ela deve resistir ao peso próprio e a cargas laterais estáticas e dinâmicas, como o vento por exemplo, sem apresentar, contudo, função estrutural para a edificação, delegando esse papel apenas para colunas, lajes e vigas.

Para Azeredo (1997), alvenaria de vedação é uma parede, muro ou alicerce (sapatas corridas) constituída pelo assentamento de tijolos maciços ou blocos vazados com ou sem argamassa, em fiadas horizontais ou em camadas parecidas, que se repetem, sobrepondo-se umas sobre as outras, formando um conjunto rígido e coeso. Além disso, deve oferecer condições de resistência e durabilidade. Em contrapartida, ela não garante uma impermeabilização efetiva, cabendo aos revestimentos essa função.

2.2.4.1 Classificações da alvenaria de fachada

Segundo Medeiros et al. (2014), a alvenaria de fachada pode ser classificada quanto ao tipo de material empregado:

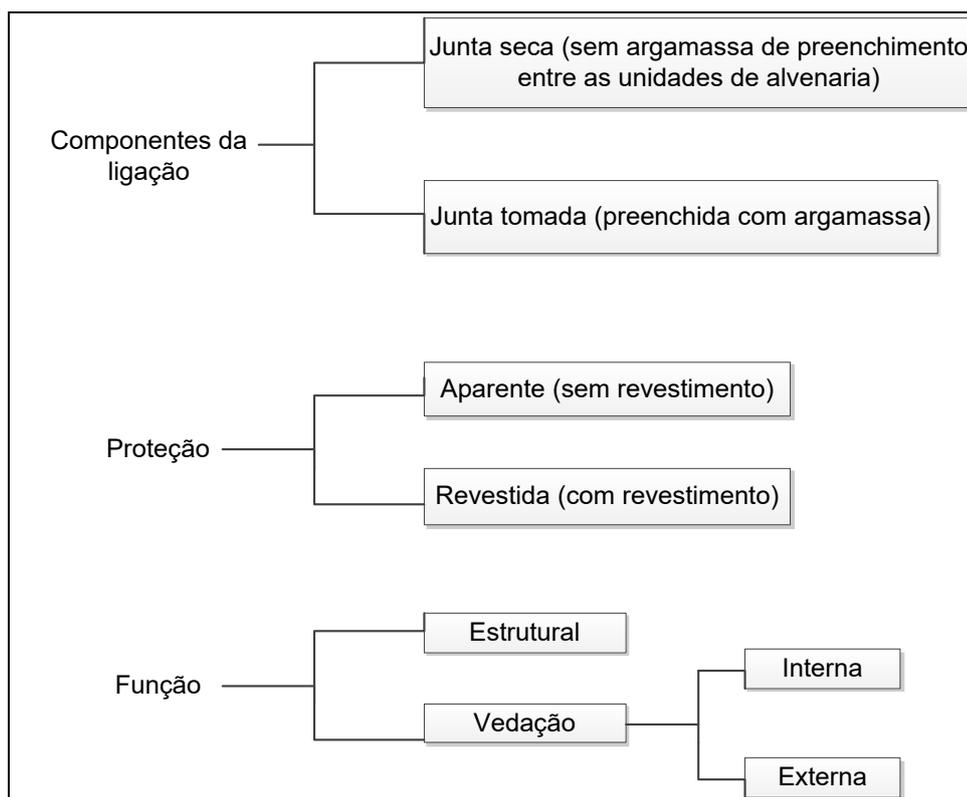
- Blocos ou tijolos cerâmicos vazados;

- Blocos de concreto celular autoclavado;
- Blocos de concreto;
- Blocos sílico-calcário;
- Pedras naturais;
- Tijolos cerâmicos maciços;
- Tijolos de solo-cimento;
- Tijolos de vidro.

A fim de se evitar confusões entre os termos utilizados, designar-se-á por tijolo o bloco cerâmico vazado.

Sabbattini et al. (1988) ainda apresenta classificações quanto aos componentes da ligação, de proteção e função, conforme consta na Figura 8:

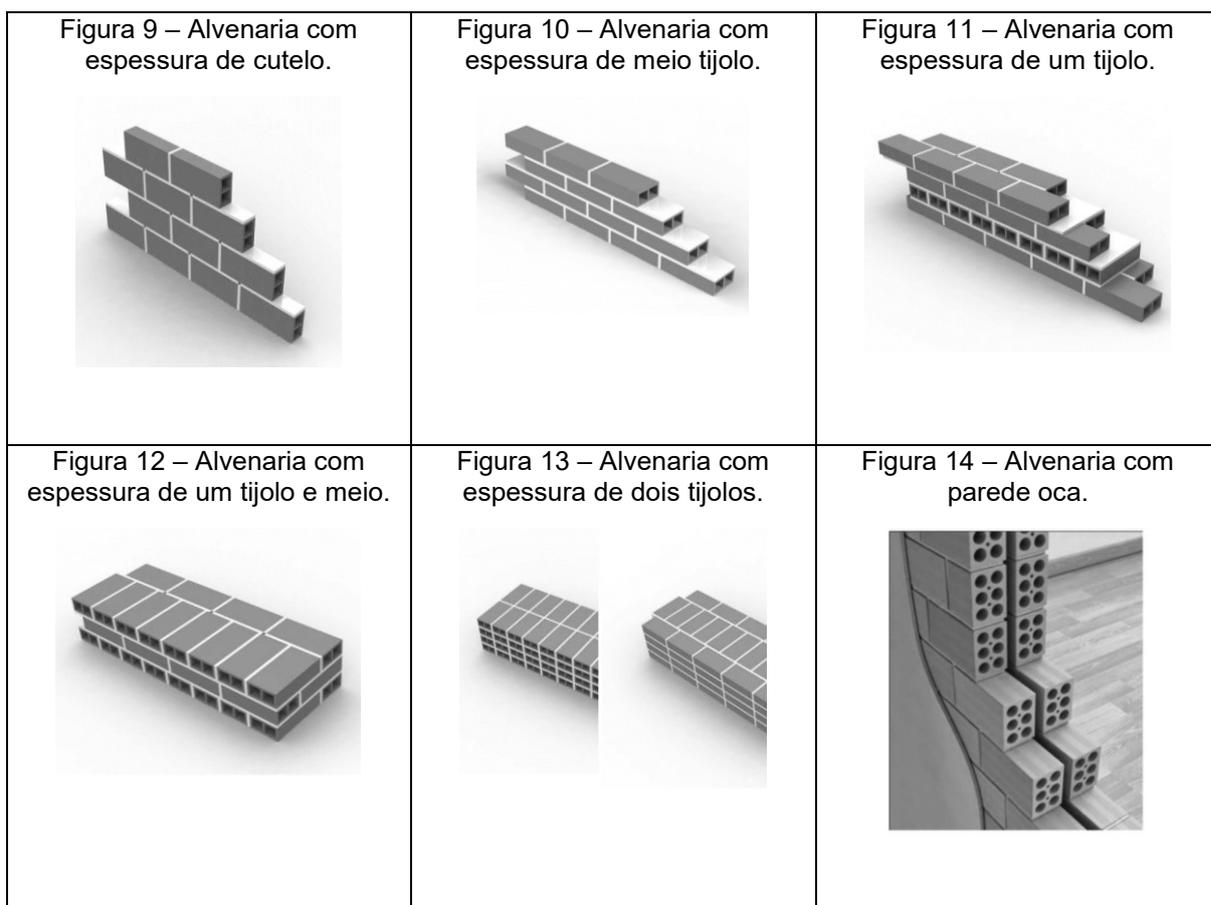
Figura 8 - Classificações da alvenaria de fachada.



Fonte: o autor.

E, por fim, Marinoski (2011) traz a classificação quanto a espessura ou forma de colocação das alvenarias, o que influencia, por exemplo, no isolamento acústico e no consumo de material:

- De cutelo (Figura 9)
- De meio tijolo (Figura 10)
- De um tijolo (Figura 11)
- De um tijolo e meio (Figura 12)
- De dois tijolos (Figura 13)
- Parede oca (Figura 14)



Fonte: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao%2Bvedacao.pdf.

Nesse estudo, o enfoque em alvenaria de vedação será dado da seguinte forma:

- Quanto ao tipo de material: bloco ou tijolo cerâmico vazado;
- Quanto ao componente de ligação: a junta tomada (preenchida com argamassa)

- Quanto à proteção: tanto revestida (para fachada convencional e em cerâmica) como aparente (para fachada em alvenaria aparente);
- Quanto à função: de vedação;
- Quanto à espessura e forma de colocação: de cutelo e meio tijolo.

2.2.5 Revestimento e pintura de fachada

- Revestimentos de fachada

Os revestimentos de fachada, sobretudo o de vedação vertical externa, exercem um papel importante para a garantia da durabilidade do edifício, justamente por protegerem as vedações externas contra os diversos agentes agressivos externos. Segundo Azeredo (2006), os revestimentos de paredes podem ser divididos em argamassados e não argamassados (pedras naturais, azulejos, cerâmicas, pastilhas, texturas, madeira etc.).

Essa proteção conferida pelo revestimento depende diretamente da escolha dos materiais utilizados, da forma de aplicação e da mão-de-obra. Qualquer falha em uma dessas etapas irá implicar futuramente no aparecimento de problemas no edifício, interferindo na resistência e na funcionalidade de peças estruturais e de alvenarias.

Para Milito (2009), os revestimentos de fachada devem ter as seguintes características:

- Capacidade de absorver deformações – movimento térmico, higroscópico e diferencial entre componentes.
- Aderência à base – capacidade de absorver deformações e rugosidades da base.
- Resistência ao impacto e desgaste superficial.
- Baixa permeabilidade ou impermeabilidade à água.
- Permeabilidade ao vapor de água.
- Aumentar isolamento térmico e acústico

- Pinturas de fachada

A pintura de fachada forma uma película resistente na superfície que, além de contribuir para a estética e às vezes para a limpeza, tem a função de combater a deterioração dos materiais causada por agentes de degradação ou de corrosão. Essas películas podem ser obtidas pela aplicação de tintas ou vernizes (AZEREDO, 2006).

As tintas são constituídas, resumidamente, de uma suspensão de partículas (pigmentos), com a função de cobrir e decorar a superfície, e de veículo fluido, com a função de aglutinar as partículas e formar a película de proteção. Podem ser aplicadas em diversas superfícies como reboco, madeira, alvenaria cerâmica etc. Conforme Bauer (2008), os tipos mais comuns de tinta são:

- Caiação;
- Látex PVA;
- Látex acrílico;
- Esmalte sintético;
- Tinta a óleo;
- Tinta epóxi;

O conhecimento dos tipos de tintas é importante para entender sua aplicabilidade em determinadas superfícies. A caiação, por exemplo, é a mais econômica, porém a menos resistente. A látex PVA é mais indicada para ambientes internos por não ser resistente à água. A látex acrílico, por outro lado, resistente bem a intempéries, sendo mais indicada para ambientes externos.

No caso dos vernizes, são constituídos basicamente de soluções de gomas ou resinas naturais ou sintéticos, em um veículo (solvente volátil ou óleo), que são transformados em uma película transparente ou translúcida. Geralmente são usados em madeira e em alvenaria cerâmica aparente.

Pode-se dizer, portanto, que quanto mais eficientes forem os revestimentos e as pinturas, maior durabilidade e funcionalidade terá a edificação como um todo.

2.2.6 Projeto de fachadas

Embora pouco difundidos, os projetos específicos de fachada, ao incrementar significativo detalhamento dos revestimentos e de produção, podem contribuir para a diminuição da ocorrência de manifestações patológicas nesse tipo de subsistema construtivo, considerando o temor aos altos valores empregados para solucioná-los (FRANCO, 1998).

O projeto de fachada define a tecnologia a ser empregada na execução do revestimento, especificando técnicas e materiais a serem adotadas, além do controle de qualidade a ser utilizado, conferindo detalhes construtivos que atendam aos requisitos necessários para que o revestimento cumpra sua função, respeitando custo, prazo e vida útil. O Quadro 3 mostra que, em 60% dos casos, a origem das manifestações patológicas em edificações encontra-se nos projetos, o que pode exemplificar a necessidade do seu uso para a atenuação desses problemas em fachadas.

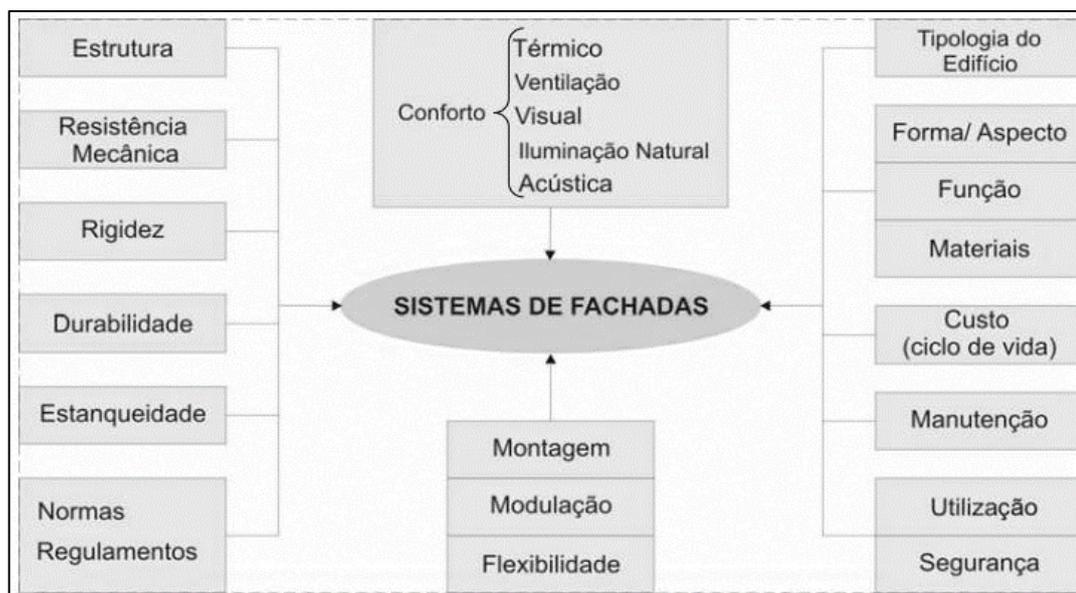
Quadro 3 - Origens de problemas patológicos.

Origens do Problema	Índice (%)
Projetos	60
Construção	26,4
Equipamentos	2,1
Outros	11,5
Total	100

Fonte: Revista Técnica 14 (1995).

Além de compreender todos os conceitos apresentados relacionados a fachadas, o atendimento a requisitos e aspectos primordiais revelam-se como fatores importantes para o projeto de fachada de qualquer edifício (SACHT, 2010), conforme é representado na Figura 15:

Figura 15 - Parâmetros e aspectos que devem ser considerados na concepção de uma fachada.



Fonte: Sacht (2010).

Essa esquematização mostra a amplitude da concepção de fachada, que vai muito além do quesito estético, para atender características de conforto e segurança ao usuário, desempenho estrutural, custos de execução, dentre outros. Além disso, Sacht (2010) expõe a importância do foco à execução. O projeto de fachadas, além de apresentar plantas e desenhos com detalhes construtivos, descreve como o revestimento deve ser realizado. Isso se justifica, uma vez que grande parte das patologias que atinge as fachadas decorre de falhas durante a execução. Assim, o primeiro objetivo é oferecer todo o detalhamento construtivo necessário para que as decisões sejam planejadas, em vez de serem tomadas no canteiro (NAKAMURA, 2004).

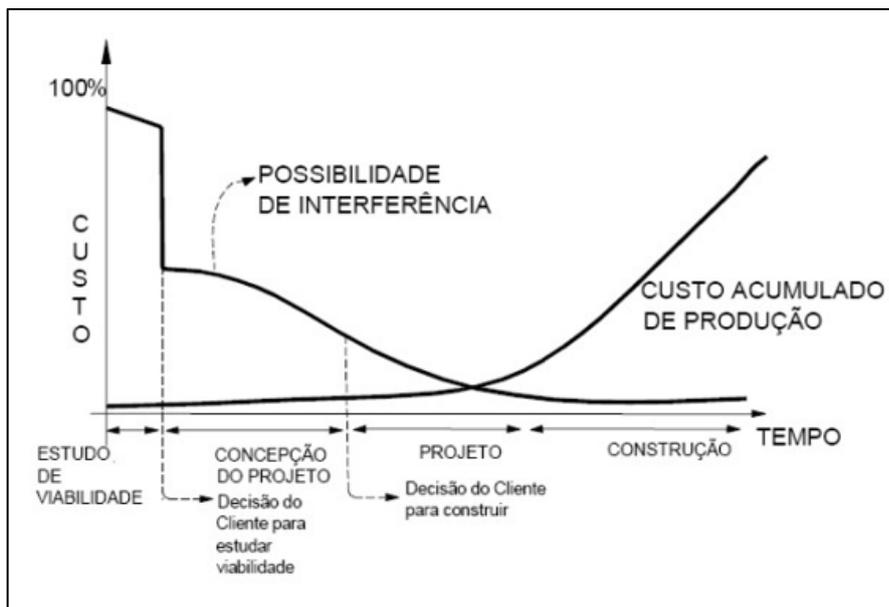
Ainda, é preciso tratar com cuidado os pontos que são focos em potencial de patologias. O escopo varia muito em função do material escolhido. Quando se trata de acabamentos convencionais, como cerâmicas, revestimentos argamassados com pintura, alvenaria aparente e pedras assentadas, o projeto descreve todas as interferências existentes na fachada, possíveis zonas de estrangulamento causado por tensões excessivas, locais de enrijecimentos ou reforços de base, dimensionamento e posicionamento de juntas de movimentação, traços, forma de assentamento.

Há, portanto, constante interação com outros projetos. Muitas das vulnerabilidades detectadas em fachadas poderiam ter sido solucionadas ainda na concepção arquitetônica ou estrutural. O problema mais comum diz respeito aos frisos, que precisam coincidir com as juntas de dilatação. Há, ainda, situações em que é necessário elevar a rigidez de um ponto da estrutura para evitar fissuração. Da mesma forma são importantes as interfaces com o sistema de alvenaria, caixilharia e impermeabilização, pontos que devem receber telas de reforço ou outros dispositivos (NAKAMURA, 2004).

O uso de projeto de revestimento de fachadas, porém, ainda se limita a um pequeno grupo de construtoras que priorizam o desempenho técnico de suas construções, antes mesmo de custos. Mesmo porque não é o objetivo desse tipo de projeto agregar economia, nem aumentar a produtividade, mas evitar patologias. Mesmo assim, alguns ganhos podem ser obtidos com a racionalização como por exemplo, por meio da espessura do emboço, ou então, com melhor contratação dos empreiteiros e a organização logística do canteiro. Para Melhado (1994), é evidente que a valorização dos processos que antecedem a execução, como o planejamento, o estudo e o projeto, podem assumir a função de agregar eficiência e qualidade ao produto.

A busca da eliminação das falhas se justifica porque elas geram custos adicionais nas fases de execução ou de manutenção do edifício, que poderiam ser reduzidos ou eliminados se tais falhas fossem detectadas na fase de elaboração dos projetos, como mostra a Figura 16.

Figura 16 - A chance de reduzir o custo de falhas do edifício conforme o avanço do empreendimento.



Fonte: HAMMARLUND; JOSEPHSON (1992), apud PERALTA (2002).

Na opinião de Chalita (2010), para que o projeto para produção de vedações possa cumprir sua função de integrador dos demais subsistemas da obra e das equipes de concepção, desenvolvimento de projetos e execução de obras, deve ser inserido desde a fase inicial do ciclo de vida do empreendimento, isto é, na fase de concepção do produto

Ainda para o mesmo autor, é preciso realizar um escopo mais completo e detalhado para os projetos de produção, salientando a necessidade de incluir informações e dados mais precisos sobre o processo construtivo, as técnicas construtivas, os materiais e componentes, o planejamento e logística de produção, critérios de aceitação e procedimentos de gestão.

Fica evidente, portanto, que todos os cuidados na concepção do projeto de fachadas, e durante a execução, são indispensáveis. Tudo isso não só contribui para a qualidade, como também para a redução da ocorrência e de custos de manutenção.

2.2.7 Patologia das construções

A patologia das construções é o campo da engenharia que estuda as origens, as manifestações, mecanismos de ocorrência, as consequências das falhas e dos sistemas de degradação das edificações. Para Chaves (2012), seu estudo é de grande importância pelo fato de as manifestações patológicas prejudicarem o desempenho de um edifício ao longo de sua vida útil.

As patologias em fachadas certamente estão entre os problemas mais temidos pelos construtores. Não só pelo aspecto visual, as fachadas cumprem um papel na durabilidade e proteção das edificações. Parece óbvio que a fase de construção mereça ser tratada com planejamento e cuidadosos procedimentos executivos. Entretanto, só nos últimos anos é que as construtoras começaram a investir em projeto de fachada, acompanhando o movimento de racionalizar, de forma geral, os serviços na construção (NAKAMURA, 2004).

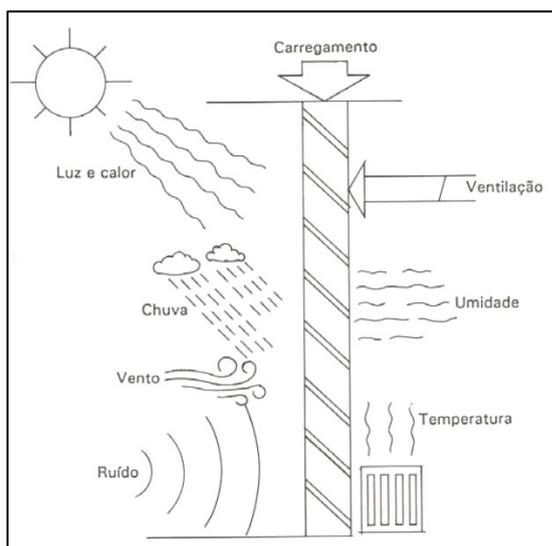
Conforme Roscoe (2008), a origem das manifestações patológicas pode ser dividida da seguinte forma:

- a) Congênitas – são aquelas originárias da fase do projeto, em função da não observância das normas técnicas, ou de erros e omissões dos profissionais, que resultam em falhas no detalhamento e concepção inadequada dos acabamentos;
- b) Construtivas – sua origem está relacionada à fase de execução da obra, resultante do emprego de mão-de-obra despreparada, materiais não certificados e ausência de metodologia para assentamento das peças;
- c) Adquiridas – ocorrem durante a vida útil dos acabamentos de fachada, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem, podendo ser naturais, decorrentes da agressividade do meio, ou decorrentes da ação humana;

- d) Acidentais – caracterizadas pela ocorrência de algum fenômeno atípico, resultado de uma solicitação incomum, como ventos e chuvas com intensidades anormais.

Quanto a manifestações adquiridas, é importante salientar que as superfícies das edificações estão sujeitas a diversos tipos de pressão (estáticas e dinâmicas), o que favorece o surgimento de patologias. A figura 17 representa os elementos atuantes nas fachadas dos edifícios.

Figura 17 - Alguns elementos atuantes nas fachadas das edificações.



Fonte: (CINCOTTO, SILVA e CARASEK, 1995).

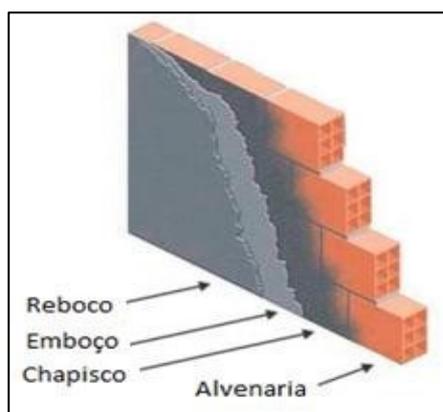
Assim, pode-se dizer que as principais falhas que ocorrem nas fachadas podem ser causadas por deficiência de projeto, emprego de material inadequado, erro de execução, mão de obra desqualificada, e ainda desconhecimento e não observância de normas técnicas e problemas de manutenção. De acordo com Bauer (1996), dentre essas falhas podem ser citadas: bolor, eflorescência, deslocamentos, empolamento, fissura, dentre outras.

2.3 SISTEMA DE FACHADA CONVENCIONAL

2.3.1 Componentes do sistema

A fachada convencional compreende a alvenaria de bloco ou tijolo cerâmico com revestimento de argamassa e com acabamento em pintura, que já foi abordada totalmente no subcapítulo 2.2.5. De modo geral, ela apresenta os materiais indicados na Figura 18 abaixo:

Figura 18 - Camadas do sistema de fachada convencional.



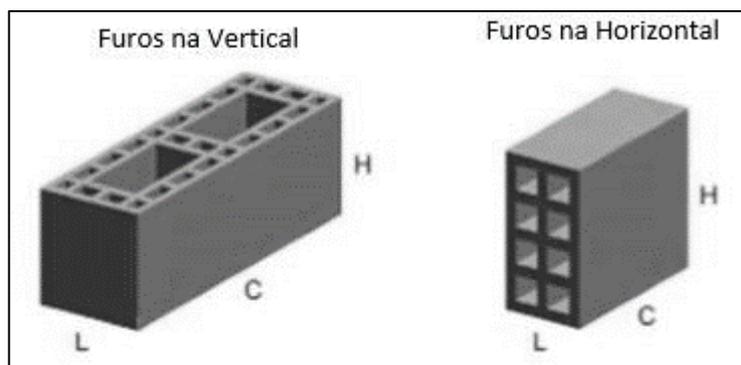
Fonte: www.construfacilrj.com.br.

2.3.1.1 Bloco cerâmico de vedação

Os blocos ou tijolos cerâmicos de vedação são definidos como sendo um componente de alvenaria vazado, em forma de um prisma reto que possui furos prismáticos ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém. Conforme Lima (2006), as alvenarias podem ter tamanhos variados a partir da quantidade de furos (4,6,8 e 10 furos), ou mesmo suas espessuras (8,10,15 e até 20cm). Segundo a NBR 15270-1 (2005), normalmente são empregados com os furos dispostos horizontalmente, devendo ter um índice de absorção de água entre 8% e 22%.

Consideram-se dois tipos de tijolo quanto ao direcionamento de seus furos prismáticos, conforme ilustrado na Figura 19.

Figura 19 - Representação dos blocos cerâmicos de vedação.



Fonte: Código de práticas nº 1: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos.

2.3.1.2 Argamassa de assentamento

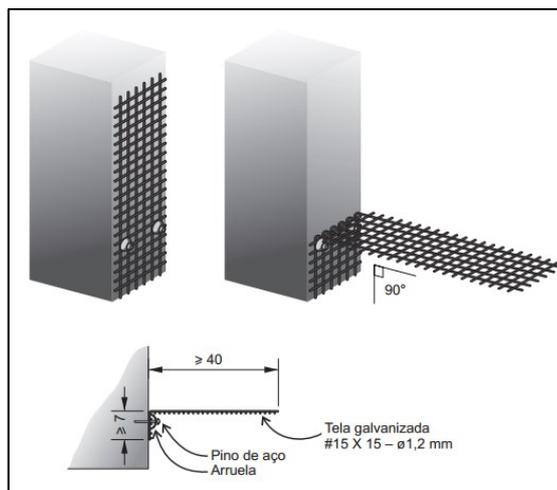
Argamassa de assentamento é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podem ainda ser adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto (NBR 15575, 2013).

Para o assentamento dos blocos ou tijolos, a argamassa pode ser industrializada ou preparada em obra e deve atender aos requisitos estabelecidos na norma NBR 13281. Suas funções básicas incluem a aderência dos elementos, transmitir e uniformizar as tensões entre as unidades de alvenaria, absorver as pequenas deformações e prevenir a entrada de vento e água nas edificações (RAMALHO e CORRÊA, 2003).

2.3.1.3 Tela metálica

A tela metálica galvanizada, Figura 20, é utilizada na interface alvenaria-pilar a fim de aumentar a aderência entre esses dois elementos e, assim, prevenir futuros destacamentos. Pode ser aplicada a cada duas fiadas e fixadas no concreto com pinos metálicos. As telas devem atender às especificações da norma NBR 10119 (THOMAZ, FILHO, *et al.*, 2009).

Figura 20 - Fixação entre alvenaria e pilar com o emprego de tela metálica galvanizada.



Fonte: IPT (2009).

2.3.1.4 Revestimento de argamassa

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2002) - ABCP, o revestimento de argamassa pode ser definido como a proteção de uma superfície porosa com uma ou mais camadas sobrepostas, de espessura uniforme, resultando em uma superfície pronta para receber de maneira adequada um acabamento final.

Além disso, a argamassa é um material de construção constituído por uma mistura homogênea de um ou mais aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo (areia) e água. Podem ainda ser adicionados alguns produtos especiais (aditivos ou adições) com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades ao conjunto. Ao finalizar sua execução, deve resultar em uma base regular, adequada ao recebimento de outros revestimentos.

A ABCP difere as camadas do revestimento argamassado de acordo com a aplicação e a proporção entre os constituintes, sendo elas:

- Chapisco: etapa na qual é feito o preparo da base, constituída basicamente de cimento e areia, podendo levar aditivos. Aplicada de forma contínua ou descontínua, com a função de uniformizar a superfície com relação à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

- Emboço: camada de revestimento executada para regularizar e cobrir a superfície da base, resultando em uma superfície que permita receber a camada final de argamassa.
- Reboco: camada executada para o cobrimento do emboço, resultando em uma superfície apta para receber o revestimento decorativo, ou que se constitua no acabamento final.

Por fim, é importante lembrar que NBR (1996), por meio da Quadro 4 abaixo, prevê a espessura de 2 a 3 cm de revestimentos externos para que sua função não seja prejudicada ou até mesmo apresentar deficiências na aderência.

Quadro 4 - Espessuras de revestimentos externos em mm.

Revestimento	Espessura
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

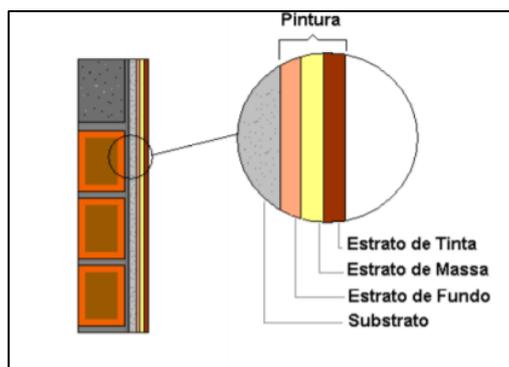
Fonte: (NBR 13749, 1996).

2.3.1.5 Acabamento em pintura

A pintura é a camada mais superficial do sistema de fachada convencional, que acaba recebendo diretamente a ação de intempéries e de microorganismos. Ela complementa o revestimento de argamassa, embora tenham natureza e funções distintas (BRITTEZ, 2007).

Segundo o mesmo autor, o sistema de pintura é composto basicamente por substrato, fundos, líquidos, preparadores de parede, massas e, por fim, o acabamento em tinta. Essa composição (Figura 21) em fachada de edifícios, contudo, não possui o estrato de massa, também chamado de massa corrida ou massa PVA, uma vez que ela não é muito resistente à umidade. Contudo, a massa acrílica, ao contrário da PVA, pode ser usada.

Figura 21 - Acabamento em pintura.



Fonte: Britez (2007).

- O substrato, nessa ocasião, é a parede constituída por material inorgânico, não-metálico, sobre os quais o revestimento é aplicado (NBR 13529, 1995);
- O fundo, ou mais conhecido comercialmente como selador, é a camada que fica entre o substrato e a tinta de acabamento, cuja função é uniformizar a absorção, otimizar a aderência e reduzir o consumo de tinta;
- O fundo preparador de parede, comumente usado em manutenção de pintura deteriorada, é o elemento que promove a coesão de partículas soltas de substratos degradados, pouco firmes ou coesos;
- O acabamento em tinta é a parte mais externa, que confere cor, brilho, textura, além de possuir propriedades de resistência;

2.3.2 Manifestações patológicas mais frequentes no revestimento de fachada e sua manutenção

2.3.2.1 No revestimento de argamassa

a) Fissuras

Fissura é o nome genérico dado a aberturas geradas por ruptura, podendo ser encontradas tanto em revestimento argamassado quanto em alvenaria, que surgem por conta da atuação de tensões. Quando a solicitação é maior do que a capacidade de resistência do material, a fissura tem a tendência de aliviar suas tensões. Alguns autores e normas classificam as fissuras de acordo com sua espessura. A NBR 9575 (2003), que trata sobre impermeabilização em edificações,

divide em microfissura, fissuras e, por fim, trincas. De forma complementar, o IBAPE (2012) ainda traz os termos rachadura, fenda e brecha, conforme pode ser verificado no Quadro 5.

Quadro 5 – Classificação da fissura de acordo com a espessura.

Classificação	Espessura (mm)
Microfissura	menor que 0,05
Fissura	até 0,5
Trinca	de 0,5 a 1,0
Rachadura	de 1,5 a 5,0
Fenda	de 5,0 a 10,0
Brecha	acima de 10,0

Fonte: NBR 9575 (2003) e IBAPE (2012).

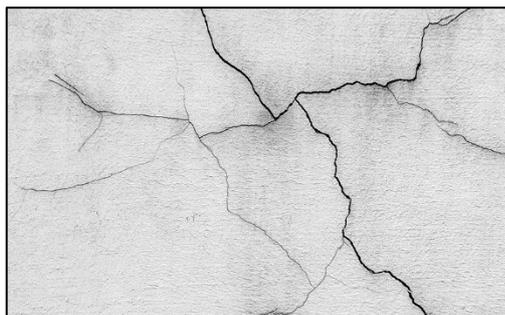
De acordo com Thomaz (1989), o surgimento de fissuras pode estar associado aos seguintes fenômenos:

- Movimentações térmicas;
- Movimentações higroscópicas;
- Atuação de sobrecargas;
- Deformabilidade excessiva das estruturas;
- Recalques diferenciais de fundação ou movimentos da fundação;
- Retração de produtos à base de cimento;
- Alterações químicas de materiais.

Para a compreensão dos estudos de caso, é importante entender principalmente a ocorrência de fissuras e trincas, associados ou não às movimentações térmicas.

Considerando-se que não haja fissuração da base (alvenaria) ou movimentação da estrutura, as “fissuras mapeadas” são as mais frequentes (THOMAZ, 1989). Elas são chamadas assim devido ao desenho de “mapa” que formam. Além disso, são frequentemente superficiais e podem ser fruto da retração da argamassa com muitos finos ou ainda com excesso de cimento, tornando a argamassa muito rígida, o que levará à fissuração (CARASEK, 2007). Segundo Leal (2002), outro fator que pode gerar esse tipo de fissura é a condição climática, uma vez que a aplicação em dia de calor excessivo ou de baixa umidade relativa pode gerar uma precoce desidratação da argamassa, e conseqüentemente fissuras. Na Figura 22, é mostrado um exemplo de fissura no revestimento em argamassa.

Figura 22 - Fissura mapeada na argamassa.



Fonte: CARASEK, 2007

- Tratamento

O tratamento⁴ das fissuras engloba várias fases e difere uma das outras de conforme a sua causa e classificação. Um tratamento comum para fissuras mapeadas é:

- Aplicar massa acrílica para preenchimento da abertura;
- Pintar a superfície.

⁴ Fonte: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>

Para o tratamento de trincas, o processo é um pouco diferente:

- Abrir as trincas em “v”;
- Limpar as partículas soltas;
- Aplicar fundo preparador de parede;
- Aplicar mastique à base de elastômero;
- Aplicar massa acrílica;
- Pintar a superfície;

Já para o tratamento de fissuras e trincas provocadas por dilatação diferencial de materiais (concreto x alvenaria):

- Abrir as rupturas em “v”;
- Limpar as partículas soltas;
- Aplicar fundo preparador de parede;
- Aplicar mastique à base de elastômero;
- Aplicar massa acrílica;
- Pintura elástica à base de elastômero estruturada com tela de poliéster;

2.3.2.2 No acabamento em pintura sobre argamassa

A eficácia do sistema de pintura está relacionada a quatro fatores importantes: a qualidade da tinta, o tipo de substrato, a técnica de aplicação e qualidade de mão-de-obra. Quando são tomados os cuidados adequados na especificação e correta aplicação da pintura, os problemas referentes à pintura poderão ser consideravelmente minimizados. Assim, cada superfície deve receber atenção especial na preparação para implantação do sistema de pintura, levando em consideração o tipo de material e o estado da superfície a ser aplicada à tinta. Dentre as manifestações patológicas presentes nesse revestimento destacam-se:

a) Descascamento

O descascamento é caracterizado pelo desprendimento da película de tinta sobre o substrato. É causado geralmente pelo excesso de pó na superfície antes da execução da pintura (POLITO, 2006). Esse pó pode ser decorrente de uma superfície de reboco mal preparada ou repintura sobre camada muito antiga de tinta calcinada ou mesmo a pintura sobre caiação. A aplicação de tinta pouco diluída diretamente no reboco também pode gerar esse tipo de problema. Na Figura 23, é mostrado um exemplo de descascamento em pintura.

Figura 23 - Descascamento do sistema de pintura



Fonte: Futura Tintas.

- Tratamento

O tratamento⁵ segue as seguintes etapas:

- Solucionar a origem do problema, retirando todo o pó da superfície;
- Remover todas as partes soltas para eliminar contaminantes;
- Raspar e escovar a superfície até remover todas as partes soltas;
- Aplicar fundo preparador de parede;
- Repintar a superfície.

⁵ Fonte: <http://copical.com.br/copicaltintas/pt/dicas/visualizar/coddica/9/patologia-descascamento.html>

b) Eflorescências

São manchas esbranquiçadas, devido aos depósitos salinos ou percolação de água, que surgem na superfície pintada. Elas correm quando a tinta é aplicada sobre reboco úmido, ainda não curado completamente, ou então quando há ocorrência de infiltração. A secagem do reboco acontece por eliminação de água sob forma de vapor, que arrasta materiais alcalinos solúveis do interior para a superfície pintada, onde se deposita, causando manchas (POLITO, 2006). O problema pode ocorrer também em superfícies de concreto, tijolo, entre outros.

- Tratamento

O tratamento⁶ segue as seguintes etapas:

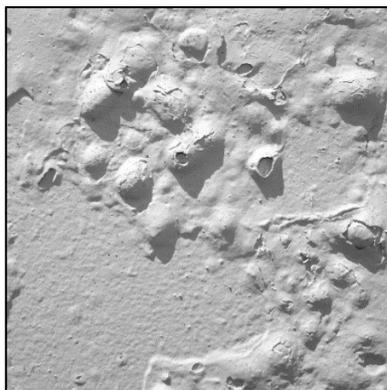
- Solucionar a origem da umidade para que ela não volte a causar problemas;
- Remover todas as partes soltas na superfície por meio de raspagem;
- Aplicar uma demão de fundo preparador para fixar as partículas;
- Nivelar com massa acrílica;
- Repintar toda a superfície com a tinta escolhida.

c) Empolamento

O empolamento, exemplificado na Figura 24, é caracterizado pela presença de bolhas no revestimento de pintura. A sua ocorrência deve-se à presença de excesso de umidade na base (como revestimento de argamassa), oriunda de infiltrações causadas por defeitos da construção ou por tempo insuficiente entre demãos (MILITO, 2009).

⁶ Fonte: <http://www.futuratintas.com.br/blog/decoracao/eflorescencia-o-terror-da-pintura>

Figura 24 - Bolhas no sistema de pintura.



Fonte: Futura Tintas.

- Tratamento

O tratamento⁷ segue as seguintes etapas:

- Solucionar a origem da umidade para que ela não volte a causar problemas;
- Remover todas as partes soltas para eliminar contaminantes;
- Lixar e remover o pó da parede com auxílio de um pano úmido;
- Aplicar fundo preparador para fixar as partículas soltas e evitar manchas na pintura;
- Aplicar o acabamento desejado.

d) Manchas decorrentes de processos biológicos

Essas manchas, também chamadas de mofo, decorrem dos produtos metabólicos de microorganismos, que utilizam o substrato como seu alimento. Dentre os microorganismos causadores desta degradação estão os fungos, algas e bactérias.

Para que ocorra esta degradação é indispensável a presença água, pois estes organismos necessitam dela para se desenvolver e reproduzir.

⁷ Fonte: <https://ibraclube.wordpress.com/tag/bolhas-na-pintura/>

Desta maneira, ambientes úmidos, mal ventilados ou mal iluminados possuem uma maior propensão a serem afetados. Na Figura 25, é possível verificar o comprometimento estético causado por essas manchas.

Figura 25 - Mofo em pintura.



Fonte: o autor.

- Tratamento

O tratamento⁸ segue as seguintes etapas:

- Solucionar a origem da umidade para que ela não volte a causar problemas;
- Lavar a superfície com água sanitária (hipoclorito de sódio) ou solução de 4% a 6% de cloro ativo em água limpa e deixe o produto agir por pelo menos uma hora;
- Lavar novamente a superfície com água limpa para remover a água sanitária ou a solução e aguarde a secagem completa.
- Repintar a superfície.

Assim, devido à quantidade de anomalias, é esperado que uma fachada convencional apresente um volume alto de manutenção, principalmente se não houver uma adequada execução dos serviços de preparação do substrato e de pintura.

⁸ Fonte: <http://www.futuratintas.com.br/blog/dicas/como-eliminar-o-mofo-da-parede>

2.3.3 Processo executivo de construção

O processo executivo de uma fachada convencional será abordado de forma simplificada para servir de base para o levantamento de seu custo construtivo. Contudo, cabe ressaltar a importância de se seguir normas e práticas consistentes de execução, como a NBR 8545 (2003), sobre execução de alvenaria de vedação, NBR 7200 (1998), sobre execução de revestimento de paredes de argamassa, o código de práticas de alvenaria de vedação (IPT, 2009) e a NBR 13245 (1995), sobre execução de pintura. Tudo isso com o propósito de prevenir mais problemas.

Assim, com base em Roman (2011), as etapas são constituídas de:

- 1) Limpeza da base (laje ou viga de concreto armado);
- 2) Lavagem (água) e escovação da superfície de concreto;
- 3) Chapisco do concreto que ficará em contato com a alvenaria;
- 4) Definição da galga (ou altura das fiadas da alvenaria);
- 5) Fixação dos dispositivos de amarração da alvenaria aos pilares;
- 6) Assentamento de blocos ou tijolos de extremidade;
- 7) Assentamento dos blocos intermediários;
- 8) Para o revestimento externo: chapisco, emboço, reboco, selador e pintura.

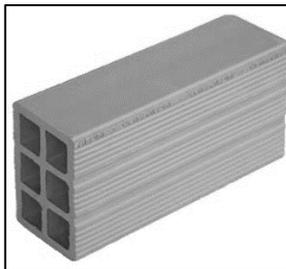
2.4 SISTEMA DE FACHADA EM ALVENARIA APARENTE

2.4.1 Componentes do sistema

2.4.1.1 Bloco cerâmico de vedação

Os blocos cerâmicos de vedação para fachada em alvenaria aparente, como mostrado na Figura 26, também possuem forma de um prisma reto que possui furos prismáticos ou cilíndricos perpendiculares às faces que os contém, além da diversidade em tamanho e espessura. Porém, de acordo com Lima (2006), são comumente usados com 4 ou 6 furos na forma de colocação de meio tijolo para aumentar a espessura da vedação em relação à espessura de cutelo e, assim, garantir melhor desempenho na estanqueidade, isolamento acústico e térmico, já que não possui o revestimento de argamassa (THOMAZ, FILHO, *et al.*, 2009). Como forma de contribuir à estética e à resistência, duas de suas faces são lisas e menos porosas.

Figura 26 - Bloco cerâmico de vedação externa aparente.



Fonte: www.leroymerlin.com.

2.4.1.2 Argamassa de assentamento

Argamassa de assentamento para alvenaria aparente não difere da argamassa de assentamento da alvenaria revestida com argamassa, seguindo as exigências da NBR 15575 (2013). Entretanto, deve ser rebaixada e apresentar uma espessura constante para não prejudicar a estética.

2.4.1.3 Acabamento em verniz

De acordo com Azeredo (2006), os vernizes geralmente são uma solução de resinas naturais ou sintéticos, imerso num veículo (solvente volátil ou óleo secativo), que são convertidos em uma película útil, transparente ou translúcida, após a aplicação de camadas finas. Possuem as mesmas funções da tinta e podem cobrir tanto alvenaria quanto madeira.

2.4.2 Manifestações patológicas mais frequentes em fachadas e sua manutenção

2.4.2.1 Na alvenaria

a) Fissuras

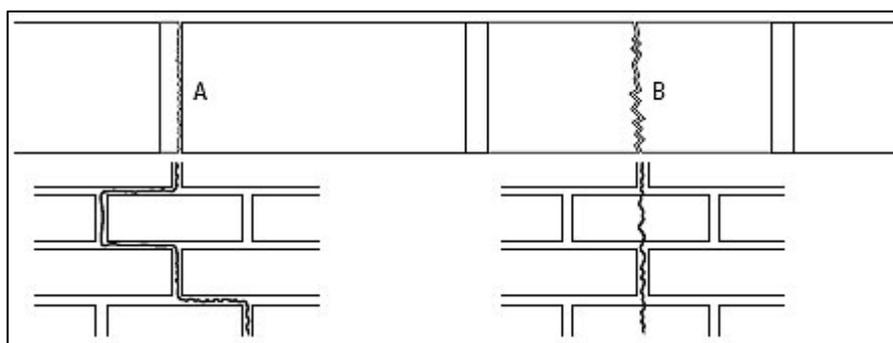
As fissuras nas alvenarias também podem estar associadas aos fenômenos enumerados no revestimento argamassado, como movimentações térmicas e higroscópicas, atuação de sobrecargas, recalques, retração dos materiais, dentre outros (THOMAZ, 1989). Porém, cabe destacar as fissuras geométricas (ou isoladas) que podem ocorrer tanto nos elementos da alvenaria - blocos e tijolos -

quanto em suas juntas de assentamento, caracterizados por apresentarem-se por fissuras que seguem uma fiada horizontal ou vertical, acompanhando uma junta de assentamento ou partindo blocos cerâmicos. Segundo Duarte (1988), pode haver diversas causas para esse tipo de fissura, mas que no caso da fissura nas juntas, geralmente ocorre devido à ruptura da argamassa de assentamento por excesso de cimento ou de finos no agregado, além da movimentação higrotérmica do componente.

Ainda segundo Thomaz (1989), a ocorrência de fissuras em alvenaria ocorre diante da pouca resistência à tração dos componentes da alvenaria e da argamassa de assentamento, podendo ser dividida em dois casos:

- As fissuras acompanham o contorno dos blocos: ocorre quando a resistência à tração dos componentes é superior à resistência à tração da argamassa ou à de aderência argamassa/blocos (Figura 27, A):
- As fissuras ocorrem diretamente na direção vertical, em cima de blocos e das juntas: ocorre quando a resistência à tração dos componentes é igual ou inferior à da argamassa (Figura 27, B):

Figura 27 - Fissuras geométricas na argamassa de assentamento e no próprio bloco cerâmico.



Fonte: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originam-quais-os-tipos-285488-1.aspx>

- Tratamento

O tratamento pode seguir as seguintes etapas:

- Recompôr os blocos cerâmicos e argamassa de assentamento danificados por componentes mais resistentes;

- Aplicar selador;
- Aplicar verniz na alvenaria para conferir melhor proteção.

b) Manchas devido a processos biológicos

Da mesma forma que ocorre no revestimento em pintura, a deterioração da alvenaria por processos biológicos ocorre quando fungos, algas ou bactérias utilizam o substrato como fonte de alimentação e, por conseguinte, excretam produtos de seu metabolismo, conforme é exemplificado na Figura 28.

Figura 28 - Manchas causadas pela ação de microorganismos.



Fonte: o autor.

Segundo Chaves (2009), o desenvolvimento desses microorganismos se dá essencialmente pela presença de água, pouca ventilação e pouca radiação solar. Assim, ambientes constantemente úmidos possuem uma maior propensão a serem afetados. A partir do momento em que fungos, bactérias, e algas conseguem se estabelecer e se desenvolver sobre uma superfície, esses passam a constituir uma comunidade. As excreções provenientes desses organismos formam uma película, provocando manchamento superficiais e, em casos mais avançados, até deterioração do bloco cerâmico.

- Tratamento

O tratamento⁹ segue as seguintes etapas:

- Lavar a superfície com água sanitária (hipoclorito de sódio) ou solução de 4% a 6% de cloro ativo em água limpa e deixe o produto agir por pelo menos uma hora;
- Lavar novamente a superfície com água limpa para remover a água sanitária ou a solução e aguarde a secagem completa.
- Aplicar verniz na alvenaria para conferir melhor proteção.

2.4.3 Processo executivo de construção

O processo executivo de uma fachada em alvenaria aparente é parecido com a de fachada convencional e também será abordada de forma simplificada para servir de composição para o levantamento de seu custo construtivo. Contudo, aqui também cabe ressaltar a importância de se seguir normas práticas e práticas consistentes de execução, como a NBR 8545 (2003), sobre execução de alvenaria de vedação, e o código de práticas de alvenaria de vedação (IPT, 2009) e a NBR 13245 (1995), sobre execução de pintura. Tudo isso com o propósito de se evitar mais problemas. Assim sendo, o processo executivo de alvenaria aparente pode ser realizado da seguinte forma (ROMAN, sem data b):

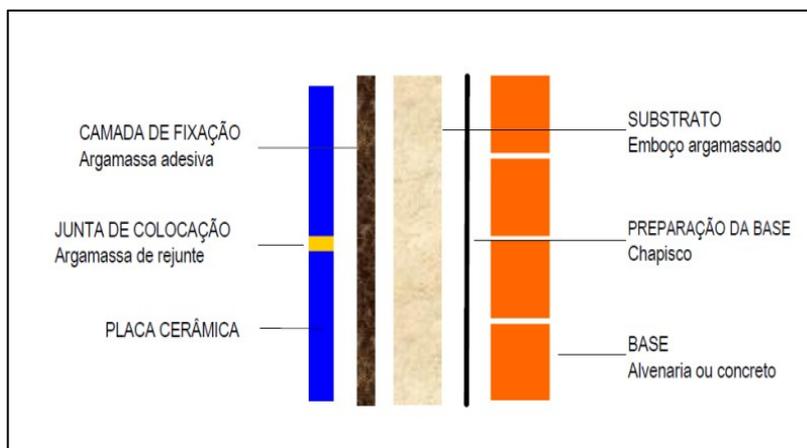
- 1) Limpeza da base (laje ou viga de concreto armado);
- 2) Lavagem (água) e escovação da superfície de concreto;
- 3) Chapisco do concreto que ficará em contato com a alvenaria;
- 4) Definição da galga (ou altura das fiadas da alvenaria);
- 5) Fixação dos dispositivos de amarração da alvenaria aos pilares;
- 6) Assentamento de blocos de extremidade;
- 7) Assentamento dos blocos intermediários;
- 8) Aplicação de verniz incolor;

⁹ Fonte: <http://www.futuratintas.com.br/blog/dicas/como-eliminar-o-mofo-da-parede>

2.5 SISTEMA DE FACHADA COM REVESTIMENTO CERÂMICO

A NBR 13816 (1997) define revestimento cerâmico como sendo o conjunto formado pelas placas cerâmicas, pela argamassa de assentamento, pelo rejunte e pela junta de dilatação, cujas funções em relação à fachada são as mesmas de todo revestimento. Os revestimentos cerâmicos geralmente trabalham completamente aderidos sobre bases e substratos que lhe servem de suporte e, por isso, podem ser denominados de aderidos, composto por alvenaria de vedação, argamassa de assentamento, emboço, argamassa colante, a peça cerâmica e o rejunte, conforme é ilustrado na Figura 29. Os três primeiros elementos apresentam propriedades e especificações já abordados. A seguir serão apresentados os outros elementos.

Figura 29 - Composição do revestimento cerâmico de fachada.



Fonte: Medeiros e Sabbatini (1999).

2.5.1 Componentes do sistema

2.5.1.1 Argamassa colante ou adesiva

A argamassa colante é responsável por unir as placas cerâmicas ao substrato. Para isso, podem ser utilizadas as tradicionais argamassas de cimento e areia dosadas em obra e que promovem principalmente aderência mecânica; as argamassas adesivas industrializadas, que promovem aderência química e mecânica; e as resinas de reação, que promovem principalmente aderência química. Estes materiais devem garantir os requisitos de segurança e durabilidade dos revestimentos cerâmicos estabelecidos no projeto.

A NBR 14081-1 (2004), como pode ser visto na Quadro 6, classifica a argamassa colante em três tipos:

- AC I: indicada para ambientes internos, com exceção de saunas, churrasqueiras e estufas.
- AC II: indicada para pisos, paredes internas e externas;
- AC III: apresenta aderência superior às duas anteriores, sendo indicada para paredes externas, saunas, piscinas, estufas etc.

Quadro 6 - Classificação e propriedade das argamassas colantes.

Propriedade	Método de ensaio	Unidade	Argamassa colante Industrializada			
			ACI	ACII	ACIII	E
Tempo em aberto	ABNT NBR 14083	min	≥ 15	≥ 20	≥ 20	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido em no mínimo 10 min do especificado nesta tabela.
Resistência de aderência à tração aos 28 dias em - cura normal - cura submersa - cura em estufa	ABNT NBR 14084	MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
		MPa	≥ 0,5	≥ 0,5	≥ 1,0	
		MPa	-	≥ 0,5	≥ 1,0	
Deslizamento ¹⁾	ABNT NBR 14085	mm	≤ 0,7	≤ 0,7	≤ 0,7	

¹⁾ O ensaio de deslizamento não é necessário para argamassa utilizada em aplicações com revestimento horizontal.

Fonte: NBR 14081-1 (2004).

2.5.1.2 Placa cerâmica

De acordo com a NBR 13816 (1997), placa cerâmica para revestimento é definida como sendo um material composto por argila e outras matérias-primas inorgânicas, geralmente utilizada para revestir pisos e paredes, sendo formada por extrusão ou por prensagem, possuir superfície esmaltada ou não esmaltada, além de possuir diversas dimensões. Essa norma aplica-se somente a placas cerâmicas com área superficial máxima de 400 cm² e espessura total máxima de 15mm.

A absorção de água dos revestimentos cerâmicos deve ser baixa para limitar as movimentações higroscópicas a que o revestimento de uso externo está sujeito. A norma brasileira NBR 13.818 (1997) não estabelece um limite, mas apresenta a seguinte classificação:

Quadro 7 - Grupos de absorção de água.

Grupos	Absorção de água (%)
Ia	$0 < \text{Abs} \leq 0,5$
Ib	$0,5 < \text{Abs} \leq 3,0$
IIa	$3,0 < \text{Abs} \leq 6,0$
IIb	$6,0 < \text{Abs} \leq 10,0$
III	Abs acima de 10,0

Fonte: NBR 13.818 (1997).

A mesma norma ainda traz a classificação quanto à facilidade de limpeza de manchamento, sendo de suma importância, já que normalmente a limpeza de fachadas é realizada somente com lava jato de alta pressão.

Quadro 8 - Classe de resistência a manchas.

CLASSE	DESCRIÇÃO DA REMOÇÃO DAS MANCHAS
Classe 5	Máxima facilidade de remoção de manchas
Classe 4	Mancha pode ser removida com produto de limpeza fraco
Classe 3	Mancha pode ser removida com produto de limpeza forte
Classe 2	Mancha pode ser removida com ácido clorídrico ou acetona.
Classe 1	Mancha não pode ser removida sem danificar a peça

Fonte: NBR 13.818 (1997).

2.5.1.3 Rejunte

É o espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes, podendo ser preenchida com a própria argamassa colante. Suas funções são (NBR 13755, 1996):

- Absorver parte das tensões provocadas pela EPU da cerâmica, pela movimentação do substrato e pela dilatação térmica;
- Compensar a variação de bitola da placa cerâmica, facilitando o alinhamento;
- Garantir um perfeito preenchimento e estanqueidade;
- Facilitar eventuais trocas de peças cerâmicas;
- Estética.

2.5.1.4 Junta de dilatação

Junta de Movimentação é o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação do revestimento e/ou do substrato. A forma de sua execução é descrita pela NBR 13755 (1996).

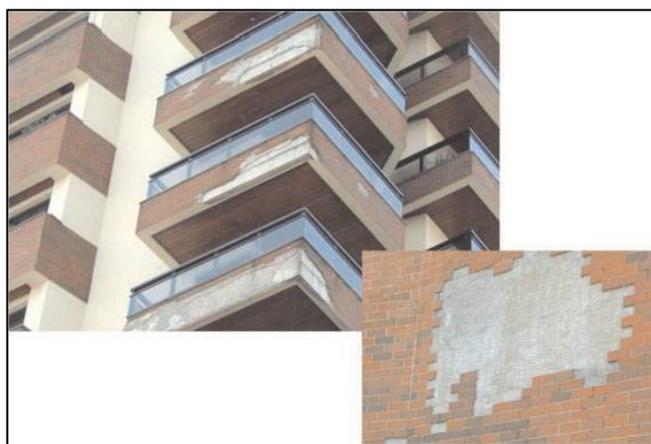
2.5.2 Manifestações patológicas mais frequentes em fachadas e sua manutenção

2.5.2.1 Na cerâmica

a) Destacamento ou descolamento

O destacamento é caracterizado pela perda de aderência das cerâmicas no substrato (emboço) ou na argamassa colante. Ele ocorre quando as tensões surgidas no revestimento cerâmico ultrapassam a capacidade de aderência das ligações entre a placa cerâmica e a argamassa colante e/ou emboço. Essa manifestação patológica, por envolver riscos à segurança dos usuários e os custos de reparo, é considerada bastante séria (BAUER, 2008).

Figura 30 - Destacamento de peças cerâmicas em fachada.



Fonte: Contrufacilrj.

Ainda segundo o mesmo autor, o destacamento geralmente ocorre nos primeiros e últimos andares do edifício devido ao maior nível de tensões observados nesses locais. As causas desses problemas podem ser:

- Má execução do revestimento.
- Assentamento sobre superfície contaminada com poeira;
- Ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dilatação e de assentamento);
- Variações higrotérmicas e de temperatura;

- Características pouco resilientes dos rejuntas;
- Utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido;
- Instabilidade do suporte devido à acomodação do edifício como um todo;
- Oxidação da armadura de pilares e vigas;
- Deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado;
- Excessiva dilatação higroscópica do revestimento cerâmico;
- Camada de emboço pouco resistente.

- Tratamento

O tratamento¹⁰ segue as seguintes etapas:

- Limpar a superfície, removendo qualquer contaminantes;
- Verificar o estado do emboço. Se em mau estado, remover e executar um novo;
- Nas áreas onde o emboço estiver aderido, verificar o estado da sua superfície, friccionando-a com uma escova de fio de aço. Caso esteja ocorrendo desagregação, escovar e remover a camada desagregada até encontrar material firme e coeso;
- A regularização do emboço nos locais onde sua superfície foi parcialmente removida deve ser feita com argamassa colante (a mesma usada para assentamento da cerâmica);
- Aplicar a argamassa colante e, enfim, as peças cerâmicas.

b) Degradação do rejunte

A degradação do rejunte é caracterizado pelo comprometimento do material devido ao envelhecimento natural ou à proliferação de fungos, que afetam diretamente o desempenho do sistema de revestimento como um todo. Isso deve-se ao fato de que os rejuntamentos são responsáveis pela

¹⁰ Fonte: <https://construfacilrj.com.br/ceramica-soltando-como-consertar/>

absorção das movimentações e estanqueidade (SILVESTRE, FLORES e BRITO, 2003).

A proliferação de fungos e algas na argamassa de rejunte, mostrado na Figura 31, decorre da porosidade elevada e ausência de agentes resistentes a esses microorganismos. Logo, a fachada pode ficar com a estética comprometida, sendo necessária manutenção periódica.

Figura 31 - Proliferação de fungos na argamassa de rejunte



Fonte: Revista Técnica – Patologias Cerâmicas.

c) Eflorescência

O surgimento de eflorescências ocorre quando há passagem de água por fissuras na interface entre rejunte e bordas das peças, lixiviando sais solúveis no material de assentamento ou do próprio rejunte. Este processo pode danificar também as placas cerâmicas.

Ainda, o excesso de água de amassamento também influencia diretamente no desempenho do rejunte, pois, além de enfraquecer a mistura e levando à fissuração, também aumenta a porosidade. Tudo isso contribui para a ocorrência das manifestações acima citadas (JUGINGER, 2003).

2.5.3 Processo executivo de construção

O processo executivo de uma fachada com revestimento cerâmico será abordado de forma simplificada para servir de base para o levantamento de seu custo construtivo. Contudo, cabe ressaltar a importância de se seguir normas e práticas consistentes de execução, como a NBR 8545 (2003), sobre execução de alvenaria de vedação, NBR 7200 (1998), sobre execução de revestimento de paredes de argamassa, o código de práticas de alvenaria de vedação (IPT, 2009) e NBR 13755 (1996), sobre revestimento com cerâmica. Tais normas contribuem para uma execução mais correta e segura. Ajudando a prevenir eventuais problemas.

Com base em Roman (sem data b), o processo executivo é composto por:

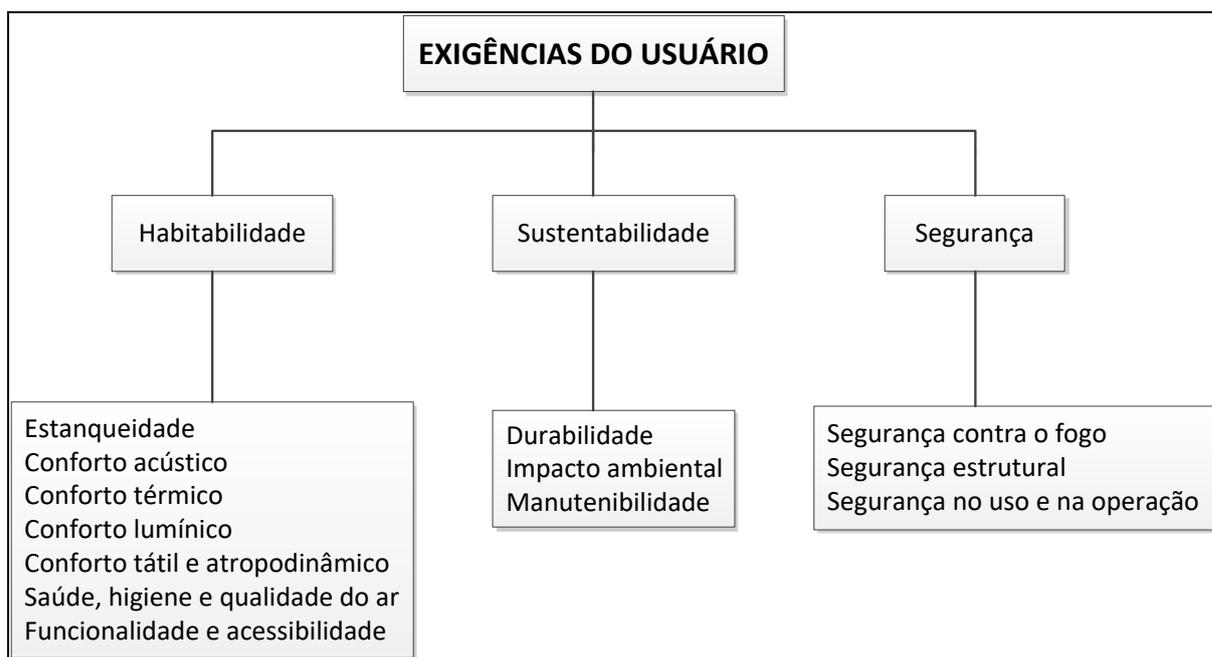
- 1) Execução da alvenaria;
- 2) Chapisco;
- 3) Emboço;
- 4) Argamassa colante – sobre chapisco ou sobre emboço;
- 5) Assentamento do revestimento cerâmico;
- 6) Execução do rejuntamento;
- 7) Execução das juntas de movimentação.

2.6 REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

As normas de desempenho, especificamente a NBR 15575-4 que trata do desempenho das vedações verticais externas de edificações com até cinco pavimentos, traduzem as exigências dos usuários em requisitos e critérios para minimizar a não conformidade e, assim, alcançar níveis mais diferenciados de desempenho. O objetivo desse subcapítulo é apresentar algumas das considerações relacionadas ao desempenho das fachadas.

As exigências dos usuários, descritas pela NBR 15575-1 (2013), são apresentadas na Figura 32.

Figura 32 - Exigências do usuário segundo a NBR 15575-1.



Fonte: o autor.

Os principais pontos relacionados à fachada de edifícios são retratados por Filho e Helene (1998) a seguir, seguidos dos critérios previstos na NBR 15575-4 (2003):

- Habitabilidade:

a) Conforto acústico: é avaliado pelo isolamento sonoro de elementos em relação a ruídos provenientes de habitações próximas e de circulação de veículos. Dessa maneira, é mantida a privacidade acústica dos usuários. O isolamento acústico é a capacidade de um material refletir a onda de propagação, impedindo-a de atravessá-lo. Jankovitz (2014) cita que normalmente materiais mais densos possuem um maior isolamento acústico por terem menores volumes de vazios.

A unidade de medida neste desempenho são os decibéis (dB). A NBR 15575-4 (2003) especifica, no Quadro 9, os valores mínimos de desempenho acústico para sistemas construtivos completos previsto para fachada (parede mais esquadria). Para a UFSC, considerar-se-á a classe III de ruído.

Quadro 9 - Valores mínimos de desempenho da vedação externa de dormitório.

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30
Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas.		
Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos		

Fonte: Tabela 17

No Quadro 10, são apresentados resultados de laboratório de diversos elementos construtivos para o Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w).

Quadro 10 - Valores indicativos do índice de redução sonora.

Tipo de parede	Largura do bloco/tijolo	Revestimento	Massa aproximada	R_w (dB)
Blocos vazados de cerâmica	9 cm	argamassa 1,5cm em cada face	120 kg/m ²	38
	11,5 cm		150 kg/m ²	40
	14 cm		180 kg/m ²	42
Tijolos maciço de barro cozido	11 cm	argamassa 2cm em cada face	260 kg/m ²	45
	15 cm		320 kg/m ²	47

Fonte: Tabela 34 de CBIC (2013).

Pelo Quadro 10 não é possível afirmar se uma parede de alvenaria aparente atende os critérios de desempenho acústico. Entretanto, Friedrich, Paixão e Vergara (2010), em seus estudos sobre a contribuição sonora do revestimento em argamassa no isolamento acústico de paredes de alvenaria, constataram que o revestimento em argamassa incrementa em 5 dB no R_w quando aplicado nas duas faces, enquanto a pintura não acrescenta ganhos de isolamento acústico. Portanto, conclui-se que uma parede de alvenaria aparente com tijolo/bloco vazado de cerâmica pode atender o desempenho acústico.

b) Conforto térmico: está interligada a partir de soluções construtivas e materiais empregados considerando-se as variações climáticas regionais. Relaciona conceitos como transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância. O primeiro é conceituado como a capacidade do material de transmitir calor, ou o inverso de resistência térmica. O segundo, como a quantidade de calor fornecida ao material e a variação de temperatura observada nele. E o terceiro, a razão entre o fluxo da radiação absorvida por uma superfície e o fluxo incidente, sendo relacionada com a cor da superfície (NBR 15220-3, 2005). No Anexo B, é possível notar que quanto maior a espessura da parede, se houver presença de revestimento e de vazios, a transmitância térmica diminui e a capacidade térmica aumenta, contribuindo para o conforto térmico. No Anexo B, também é possível notar que quanto mais escura a pintura, maior é a absorvância. Assim, quanto menor a transmitância térmica e maior a capacidade térmica, maior será o conforto térmico.

Para a avaliação desse critério, leva-se em consideração a transmitância térmica, capacidade térmica e a absorvância das paredes externas de acordo com a zona bioclimática estabelecida pela NBR 15220-3. No Quadro 12 e o Quadro 13 são expostos os critérios. Roriz (2008) apresenta no Quadro 11 algumas propriedades térmicas de argamassa e de tijolo. Logo observa-se que tijolo vazado possui condutividade (λ) e massa específica (ρ) menores que o de tijolo maciço, justamente pela presença dos vazios.

Quadro 11 – Condutividade (λ), massa específica (ρ) e calor específico (c).

Material/elemento	λ W/m °C	ρ Kg/m ³	c J/Kg °C
Argamassa de cal, cimento e areia (1:2:4)	0,52	1600	1005
	0,85	2000	1005
	1,09	2200	1005
Cerâmica (tipo usado em tijolos maciços)	0,72	1300	960
	0,83	1700	960
Cerâmica (tipo usado em tijolos vazados)	0,28	800	960
	0,40	1200	960

Fonte: (RORIZ, 2008).

Quadro 12 - Transmitância térmica de paredes externas.

Transmitância Térmica U W/m ² .K		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
$U \leq 2,5$	$\alpha^a \leq 0,6$	$\alpha^a > 0,6$
	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$

^a α é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.

Fonte: NBR 15575-4 (2013).

Quadro 13 - Capacidade térmica de paredes externas.

Capacidade térmica (CT) kJ / m ² .K	
Zona 8	Zonas 1,2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem exigência	≥ 130

Fonte: NBR 15575-4 (2013).

As vedações externas verticais presentes em edifícios de Florianópolis encontram-se, segundo a NBR 15220-3, na Zona bioclimática 3. Assim, elas devem possuir valores de transmitância térmica (U) iguais ou menores que 3,7 W/m².K ou 2,5 W/m².k, conforme os valores da sua absorvância; e capacidade térmica maior ou igual a 130 KJ/m².K.

No Anexo B, verifica-se que uma parede de tijolos maciços aparentes possui transmitância térmica de 3,70 W/m².K e capacidade térmica de 149 kJ/m².K, enquanto que uma parede de tijolos de 6 furos com revestimento em argamassa, assentados na menor dimensão, possui transmitância térmica de 2,28 W/m².K e

capacidade térmica de 168 kJ/m².K. Assim, se considerar uma absorvância de 0,65 para tijolo aparente (Anexo B) e de 0,5 para reboco, conclui-se que uma parede em alvenaria aparente de tijolo **maciço** não passaria nos critérios de desempenho térmico, diferente de uma alvenaria convencional. Contudo, no caso de alvenaria aparente de tijolo **vazado**, como pode ser visto, possui desempenho semelhante ao de alvenaria convencional, contendo apenas um pequeno decréscimo.

- c) Estanqueidade: os requisitos e critérios devem garantir aos elementos dos edifícios estanqueidade à água provenientes de chuvas, do solo e operações de limpeza e/ou uso. Uma propriedade importante desse critério é a higroscopicidade do material. Segundo CBIC (2013), quanto menor a quantidade de poros, menor a higroscopicidade. No caso de edifícios localizados na UFSC, em sua maioria são utilizados tijolos vazados com face lisa, o que contribui no seu desempenho quanto à estanqueidade. CBIC (2013) ainda alerta que a higroscopicidade pode ser melhorada com aplicação de acabamento em pintura, rejuntamentos bem executados e ausência de fissuras.

Para a avaliação desse critério, leva-se em consideração a exposição ao vento, que altera a direção da incidência de água da chuva, e a vazão de água das paredes externas para cada região do país. Para isso, são utilizados a Tabela 11 e a Figura 1 da NBR 15575-4 (2013), presentes no Anexo A. No Quadro 14 do presente trabalho, verifica-se que a norma relaciona o número de pavimentos com o percentual máximo de infiltração, sendo 10% ou 5%. Ela ainda apresenta os níveis de desempenho superior (S), médio (M) e inferior (I).

Quadro 14 – Estanqueidade à água de chuva de paredes de fachadas.

Edificação	Tempo de ensaio h	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio	Nível de desempenho
Térrea (só a parede de vedação)	7	10	M
		Sem manchas	I; S
Com mais de um pavimento (só a parede de vedação)	7	5	M
		Sem manchas	I; S
Esquadrias	Atender à ABNT NBR 10821		M

Fonte: NBR 15575-4 (2013).

No caso de edifícios localizados em Florianópolis, localizada na região IV de incidência de vento, as paredes de suas fachadas e junções com caixilhos devem permanecer estanques e não apresentar infiltrações que proporcionem borrifamento, escorrimento ou formação de gotas de água aderentes na face interna, podendo ocorrer pequenas manchas de umidade com área máxima total de 5% ou 10%, dependendo da quantidade de pavimentos.

- Sustentabilidade:

- a) Durabilidade: deve ser avaliada pela ação do calor, umidade, radiação ultravioleta, intempéries, atmosferas poluidoras, água, abrasão, agentes de limpeza e agentes biológicos. Para garantir a durabilidade na fase de projeto, considera-se a incompatibilidade de materiais e os detalhes construtivos que afetam o desempenho de fachadas.

Com o uso de conceitos abordados no item 2.1.1, a NBR 15575 (2003) afirma que a durabilidade da vedação vertical externa deve ser compatível com a vida útil de projeto mínima estabelecida pelo Quadro 15 abaixo. Tais valores consideram a periodicidade e processos de manutenção previstos no “Manual de Uso, Operação Manutenção” entregue ao usuário, cuja elaboração é prevista pela NBR 5674.

Quadro 15 - Vida útil de Projeto mínima.

Sistema	VUP mínima anos
Estrutura	≥ 50 segundo ABNT NBR 8681-2003
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Fonte: NBR 15575-1(2013).

Pela tabela acima, pode-se verificar que a vedação vertical externa possui VUP mínimo de 40 anos, próxima à VUP da estrutura, que possui 50 anos, e com praticamente o dobro dos outros sistemas. Isso mostra a relevância da fachada dentro do contexto de vida útil de um edifício.

Ainda, a parte 1 da NBR 15575 de 2013 especifica no Anexo A que a vida útil de projeto de pinturas de fachada deve ser de no mínimo 8 anos, enquanto a de revestimento de fachada aderido é de 20 anos, conforme pode ser visto na Quadro 16.

Quadro 16 - VUP de algumas partes de edificação.

Parte da edificação	Exemplos	VUP anos
		Mínimo
Revestimento de fachada aderido e não aderido	Revestimento, molduras, componentes decorativos e cobremuros	≥20
Pintura	Pinturas de fachada, pinturas e revestimentos sintéticos texturizados	≥8

Fonte: NBR 15575 (2013).

É importante ressaltar que, segundo a mesma norma, o início da contagem dos prazos de vida útil, bem como dos prazos de garantia, é sempre o da data de

conclusão do edifício habitacional, considerada neste caso pela data de emissão do “Habite-se”.

Assim, para que a vida útil real seja maior ou igual à vida útil de projeto, é necessária a atuação de todos os integrantes, de forma que na escolha de materiais e técnicas construtivas não seja levado em conta apenas o custo inicial, mas também a durabilidade.

- b) Manutenibilidade: como visto anteriormente, constituída por métodos executivos realizados em edificações e suas partes durante sua vida útil, com objetivo de manter seus desempenhos iniciais. A manutenção é uma ação preventiva para evitar problemas futuros e, não apenas como uma ação corretiva. Assim, a manutenção deve ser realizada periodicamente.

A NBR 15575-4 (2003, p. 31) estabelece o critério de que “as manutenções devem ser realizadas em estrita obediência ao manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo incorporador e/ou pela construtora”. Esse manual é montado pela construtora com base em normas específicas para cada material e, principalmente, em diretrizes estabelecidas pela NBR 14037, que aborda, dentre outras coisas, as disposições quanto à periodicidade, forma de realização e de registro das manutenções preventivas e corretivas.

2.7 MODALIDADES DE LICITAÇÃO

A licitação é a forma de contratação de bens ou serviço utilizada por órgãos públicos, por meio do qual são estabelecidas condições de contratação, execução e remuneração, publicando-as amplamente, com o intuito de obter interessados na execução. Segundo Mutti (2016), os tipos de licitação são: menor preço, melhor técnica, menor preço e melhor técnica, e maior oferta.

Os sistemas licitatórios são previstos nas leis 8.666/1993 e 10.520/2002. A primeira lei prevê em seu art. 22 a separação em cinco modalidades licitatórias: concorrência, convite, tomada de preços, concurso e leilão.

- Concorrência: modalidade licitatória utilizada em contratos maiores, precedida de ampla divulgação. Quaisquer interessados podem participar desde que preencham as condições estabelecidas no instrumento convocatório. Esta modalidade é obrigatória para os contratos de obras e serviços de engenharia nos valores acima de R\$ 1.500.000,00.
- Tomada de preços: relacionada a contratos de valores entre R\$ 150.000,00 e R\$ 1.500.000,00. Nessa modalidade, a participação se restringe a pessoas previamente cadastradas, organizadas em função dos ramos de atividade e potencialidades dos eventuais proponentes
- Convite: é prevista para contratos de valores de até R\$ 150.000,00. A Administração convoca, por meio de carta-convite, para a disputa pelo menos três pessoas que operem no ramo pertinente ao objeto, cadastrados ou não.
- Concurso: é utilizada para a atribuição de prêmio ou seleção de produção intelectual.
- Leilão: é apropriada com o objetivo de obter o maior preço para a alienação de imóveis ou de bens móveis inservível para a administração ou de produtos legalmente apreendidos ou penhorados.

Já a Lei 10.520/2002, acrescenta o pregão como modalidade de licitação:

- Pregão: destinada à contratação de bens e serviços comuns, independentemente de seu valor. Ele pode ser presencial ou eletrônico, em que os licitantes encaminham suas propostas e lances por via eletrônica. Segundo (BRASIL, 1993), as compras, sempre que possível, deverão ser processadas através do Sistema de Registro de Preços – SRP. Estes preços são lançados em uma “ata de registro de preços” que visa as contratações futuras, obedecendo-se as condições estipuladas no ato convocatório da

licitação. A fase de competição inclui a diminuição gradual de preços, conforme no mesmo sistema de leilões, sendo a vencedora a proposta com menor preço. Por fim, o pregão do tipo eletrônico foi criado para aumentar a quantidade de participantes e baratear o processo licitatório (MUTTI, 2016).

2.8 CUSTOS

O custo pode ser considerado como o valor monetário que se gasta para a execução de uma obra ou projeto. Os custos podem ser divididos em dois tipos: os custos diretos (CD) e indiretos (CI).

De acordo com Mattos (2010) custo direto é aquele custo diretamente associado à execução da atividade propriamente dita. Ele representa o custo do serviço de campo, englobando a mão de obra diretamente envolvida no serviço. São exemplos de custos diretos os projetos, aquisição de terrenos, equipamentos, encargos sociais, mestre de obras, carpinteiros, pedreiros, matéria-prima como por exemplo sacos de cimento, areia, tijolos entre outros (ÁVILA, LIBRELOTTO e LOPES, 2003).

Já segundo Mattos (2010), os custos indiretos são aqueles custos que incorrem independentemente da quantidade do serviço executado em obra e que não estão incluídos nas composições unitárias. O autor ainda afirma que o custo indireto é proporcional ao tempo do projeto ou execução, além de ser um elemento do BDI. Sendo assim, um atraso no prazo acarreta um aumento no custo indireto. Ávila, Librelotto e Lopes (2003) citam alguns exemplos de custo indireto como taxas, documentações, aluguel de equipamentos, assistência médica, manutenções de equipamentos, alimentação entre outros.

O BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) é “um instrumento gerencial de domínio interno da empresa. Expresso como índice, serve como parâmetro a ser utilizado pelas áreas fins no estabelecimento de preços e que poderá ser especificado em contratos” (MUTTI, 2016). Em outras palavras, é uma taxa que se adiciona ao custo de um serviço para obter o lucro de uma construtora, por exemplo, e cobrir as despesas indiretas, como energia da obra e o salário do engenheiro). O

BDI pode ser formado e considerado como função do somatório de quatro principais variáveis:

- Custo indireto – CI;
- O valor do risco calculado para o empreendimento– VR;
- O montante do lucro desejado - ML;
- Impostos a serem recolhidos aos poderes públicos– IMP.

Tal índice é utilizado em licitações de órgãos públicos, porém eles não indicam um percentual fixo para o BDI, até porque, por retratar os custos indiretos do futuro contratado, existe para este uma margem de liberdade para defini-lo. O máximo que se pode fazer é definir um percentual máximo. Desse modo, os participantes já sabem que os custos indiretos terão um teto máximo de aceitação, de modo que suas propostas devem respeitar esse critério, sob pena de desclassificação.

Segundo Mutti (2016), O BDI pode ser considerado sob duas óticas: como valor monetário (Eq. 1) e como índice (Eq. 2). Este índice é aquele comumente denominado de BDI e destinado a simplificar o orçamento na obtenção do preço das propostas. O Preço, assim, pode ser calculado em função do BDI e dos Custos Diretos de dois modos distintos, segundo apresentado nas equações abaixo, em que a primeira expressa o BDI como valor monetário e a segunda como índice:

$$\text{Preço} = \text{CD} + \text{BDI} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$\text{Preço} = \text{CD} \times (1 + \text{BDI}\%) \quad (\text{Eq. 2})$$

No presente trabalho será utilizado o BDI como índice. Exemplo: imagine um custo direto (CD) de R\$ 1.000, e um BDI de 22%. Utilizando a (Eq.2), teremos:

$$\text{Preço} = \text{CD} \times (1 + \text{BDI}\%) = 1000 \times (1 + 0,22) = \text{R\$ } 1.220,00.$$

3 ESTUDO DE CASOS

Inicia-se o presente estudo de casos com o procedimento metodológico utilizado. Na sequência, apresenta-se a descrição e caracterização dos objetos de estudo, identificados pelos edifícios localizados no *campus* Trindade da Universidade Federal de Santa Catarina. Após isso, tratar-se-á da delimitação e limitação, apresentação e análise dos dados, obtidos a partir de registros do Departamento de Manutenção Predial e de Infraestrutura (DMPI) da UFSC, além de visitas realizadas em alguns edifícios. Na análise dos dados, serão apresentadas as manifestações patológicas predominantes, o custo das manutenções realizadas, a construção, a manutenção e desempenho dos três sistemas de fachadas abordados: fachada convencional, fachada em alvenaria aparente e fachada com revestimento cerâmico. Por fim, apresentam-se as considerações em relação ao estudo de casos.

3.1 METODOLOGIA

Segundo Barros e Lehfeld (2000, p. 14), a finalidade da pesquisa é “resolver problemas e solucionar dúvidas, mediante a utilização de procedimentos científicos”. Pesquisar, portanto, é realizar uma série de coletas e interpretações baseadas em métodos com o objetivo de sintetizar respostas sobre um determinado material de estudo.

Ainda segundo os autores, a pesquisa pode ser caracterizada com base na natureza e na abordagem do problema. Quanto à natureza, esta pesquisa é aplicada, pois tem como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (PRODANOV, 2003). Quanto à abordagem, a pesquisa é caracterizada como quantitativa e qualitativa.

De acordo com Gil (2002), a pesquisa ainda pode ser classificada considerando seu objetivo e procedimentos de coleta de dados utilizados. Quanto aos objetivos, este é um estudo descritivo, porque observa, registra, analisa e ordena os dados sem manipulá-los (PRODANOV, 2003). Quanto aos procedimentos de coleta de dados, essa é uma pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso. Bibliográfica, por ser baseada em material elaborado por outros autores sobre

o assunto; documental, por analisar documentos internos da UFSC e fontes de custos e índices da construção, como a tabela SINAPI; e estudo de caso, pois a pesquisa se restringe a alguns prédios da UFSC e, de acordo com Gil (2002, p. 54), o estudo de caso “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Em relação à aplicação dos procedimentos de coleta de dados, foi utilizada a observação assistemática ou informal, por não haver planejamento e controle previamente elaborados, e individual, composta por apenas um pesquisador, além de registros institucionais da UFSC e composições de custos da tabela SINAPI. Para os registros, foram realizadas entrevistas não-estruturadas com engenheiros do DMPI, responsáveis pela fiscalização das obras de manutenção que ocorrem na UFSC, além de engenheiros do Departamento de Fiscalização de Obras, que pudessem apresentar novas informações. Além disso, realizou-se a coleta de documentos técnicos, como editais de licitação, termos de referência de preços, planilhas de levantamento e memorial de especificação de serviços de construção e de manutenção.

Nas vistorias *in loco* foram utilizados os sentidos humanos e instrumentos, como máquina fotográfica, que facilitaram a coleta de informações sobre os problemas encontrados.

A amostra de estudo desta pesquisa é considerada não-probabilística intencional, pois não origina uma generalização estatística justamente por não se apoiar em cálculo estatístico. Para a definição da amostra considerou-se o prévio conhecimento de problemas existentes nos edifícios e seus sistemas construtivos, de modo a trazer resultados relevantes à pesquisa e ao local de estudo.

Logo após a coleta de dados, as informações obtidas foram compiladas e analisadas a fim de quantificar e classificar os tipos de manutenção, assim como estimar e analisar os custos de construção e manutenção ao longo da vida útil dos edifícios da UFSC.

3.2 DESCRIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS OBJETOS DE ESTUDO

3.2.1 O DMPI, a contratação e execução dos serviços de manutenção

- Quanto ao DMPI

O Departamento de Manutenção Predial e de Infraestrutura (DMPI) da UFSC foi criado em 10 de março de 2013 após se desmembrar do antigo Departamento de Obras e Manutenção (DOMP). Ele é responsável pela manutenção predial e urbana na Universidade Federal de Santa Catarina nos *campi* Reitor João David Ferreira Lima (Florianópolis – Bairros Trindade e Agrônômica), Araranguá, Curitibanos e Joinville. Ela é composta atualmente por cinco engenheiros civis, dois engenheiros mecânicos, um engenheiro sanitarista, uma engenheira de segurança do trabalho, três engenheiros eletricitistas, um técnico em edificações, um técnico em refrigeração e um técnico em eletrotécnica. O DMPI trabalha com contratos de empresas prestadoras de serviços para manutenção predial, elétrica, hidráulica e climatização, sendo os serviços contratados através de Atas de Registro de Preços (UFSC, 2017a). Os serviços de fachada de edifícios têm atuado por meio da manutenção corretiva, embora haja outros atuando em manutenção preventiva, como certos serviços de manutenção de cobertura. Assim, relacionado aos serviços de manutenção de fachadas, compete à manutenção predial realizada pelo DMPI (UFSC, 2017c):

Executar os serviços de manutenção corretiva e preventiva nas edificações da UFSC relacionados com a recuperação e tratamento de trincas em paredes de alvenaria e pintura nas Edificações e Áreas Externas;

Executar os serviços de manutenção corretiva e preventiva nas edificações da UFSC relacionados com revestimentos de paredes e de pisos, alvenaria, esquadrias de madeira e alumínio, vidros temperados e demais serviços relacionados.

Além disso, o departamento é coordenado pela Secretaria de Obras, Manutenção e Ambiente – SEOMA/UFSC, criada em 2016 com um dos objetivos de agilizar as atividades de manutenção, possui como um dos objetivos a elaboração de um cadastro das edificações do *campus* de Florianópolis com suas características físicas, registro de todas as manutenções realizadas e programadas (DPGI, 2016). Contudo, por ser recente, ainda não possui muitas informações.

- Quanto à contratação dos serviços de manutenção

A UFSC geralmente utiliza o pregão eletrônico como modalidade de licitação para a contratação de serviços de manutenção predial corretiva e preventiva, sendo o tipo menor preço como critério de julgamento das propostas. O último edital de contratação ocorreu em 2016 e estabelecia que as propostas deveriam conter o preço unitário e total do item cotado, além da descrição do serviço cotado, conforme um termo de referência anexado no edital. Os preços deveriam estar discriminados quanto a material e mão-de-obra, sob um BDI calculado pela UFSC em 22,47%, considerando uma contribuição previdenciária sobre a renda bruta da empresa em 2% devido à desoneração do INSS, conforme orientação do TCU (2014). Além disso, deveriam estar inclusos todos os custos com equipamentos, frete, tributos, seguros, encargos previdenciários, trabalhistas comerciais e quaisquer outras despesas que pudessem incidir sobre o objeto licitado.

Ainda, todas as especificações dos serviços são descritas por um memorial descritivo e de especificações anexado no edital que orienta a empresa contratada, dentre outras coisas, quanto à qualidade dos materiais e aos procedimentos para a execução dos serviços.

- Quanto à execução dos serviços de manutenção

No memorial, ainda vigente, presente no último edital, estabelece os procedimentos para a execução dos serviços. Para as manifestações patológicas, são previstos tratamentos para fissuras e trincas, provocadas ou não por dilatação diferencial de materiais (concreto x alvenaria). Conforme UFSC (2017d, p. 41):

Tratamento de fissuras: As superfícies com fissuras até 0,5mm, serão tratadas com a aplicação de uma demão de massa acrílica e fazer a pintura final.

Tratamento de trincas: Abrir as trincas em “v”, aplicar o fundo preparador de paredes base água, aplicar mastique à base de elastômero, ref. Selatrinca da Suvnil, ou similar, aplicar 2 demãos de massa acrílica e aplicar a pintura final.

Fissuras ou trincas provocadas por dilatação de materiais: As fissuras ou trincas que foram provocadas por dilatação diferencial de materiais (concreto X alvenaria) deverão ser tratadas com a aplicação de Pintura elástica à base de elastômeros, ref. denverlastic, wallflex ou similar, mínimo de 4 demãos cruzadas largura 15cm, estruturada com tela de poliéster malha 1x1mm com largura de 15cm.

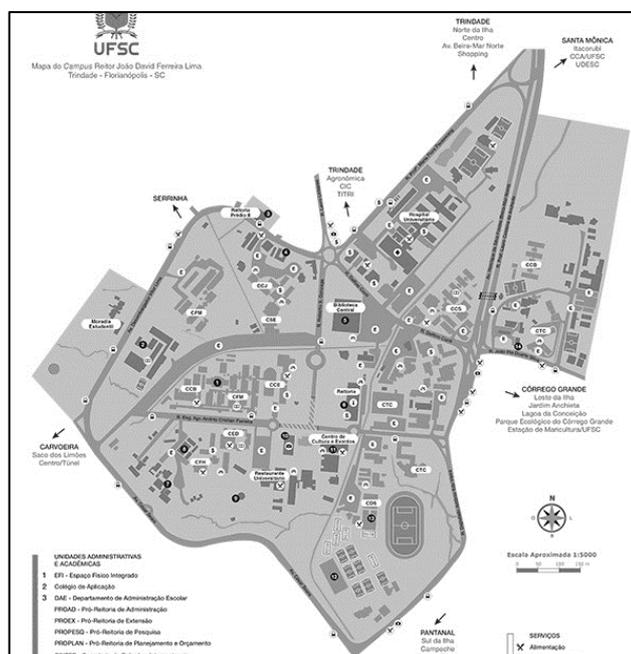
Ainda, para o tratamento de superfícies com branqueamento, é prevista a remoção da pintura antiga e efetuada nova pintura. Já para a desagregação de tintas, é prevista a remoção e aplicado novo fundo e tinta de acabamento. Já para o tratamento de superfícies com manchas provenientes de processos biológicos, é previsto lavagem com hipoclorito de sódio (água sanitária).

Agora considerando o acabamento em pintura dos diferentes tipos de fachada, é prevista tinta acrílica para superfície de alvenaria com reboco, e verniz incolor à base de resina acrílica para alvenaria de tijolo aparente.

3.2.2 Edifícios da UFSC

O local escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa foi a área do *campus* Reitor João David Ferreira Lima da UFSC localizado no Bairro Trindade, em Florianópolis, retratada pela Figura 33.

Figura 33 - Mapa UFSC.



Fonte: (UFSC, 2017e).

Os edifícios da Universidade compreendidos por essa área e abordados pelo presente trabalho são caracterizados por apresentarem sistema de fachadas

convencionais e mistas, compostas em sua maioria por fachadas convencionais com alvenaria aparente. No Quadro 17 é apresentada a distribuição desses locais.

Quadro 17 - Distribuição dos edifícios em relação ao tipo de fachada e o ano de execução da manutenção.

EDIFÍCIOS			
Fachada convencional	Ano de execução	Fachada convencional com alvenaria aparente	Ano de execução
CTC/INE	2014	CTC/EMC	2016
NETI	2014	CTC/Bloco B e lig.	2015
CFM/entrada	2014	CCS/Bloco B	2016
Bloco da Colina	2014	CFH/Bloco de Lig.	2015
CFM/Depto Física	2013	CTC/DAS e EEL	2016
CTC/EQA/Galpão LCP-2	2016	CTC/EEL/INEP	2017
CFH/Marque	2013		
CFM/Bloco da Colina	2013		
BIC/Biotério - unidade adm.	2014		
CFH/Marque	2014		
RU/Adm.	2014		
PRAE/RU	2015		
CCS/Farmácia Universitária (FU)	2016		
Total = 13		Total = 6	

Fonte: o autor.

Pelo Quadro 17, depreende-se que entre 2013 e 2016 foram realizadas 13 manutenções em fachadas convencionais e 6 em fachadas convencionais com alvenaria aparente, porém não significa que toda a edificação sofreu manutenção. Também é possível notar, contudo, que são 18 edifícios diferentes, uma vez que a manutenção no CFH/Marque foi realizada em 2 ocasiões, podendo ser ou não na mesma fachada.

Um exemplo de fachada convencional dos edifícios da UFSC pode ser verificado na Figura 34 abaixo:

Figura 34 - Fachada convencional - UFSC.



Fonte: ine.ufsc.br

No caso de fachada convencional com alvenaria aparente dos edifícios da UFSC, cabe ressaltar que a alvenaria aparente é sumariamente em tijolo furado de 4 ou 6 furos, segundo o Departamento de Fiscalização de Obras (DFO) da UFSC. Entretanto, não possuem um padrão de dimensões, variando a largura de 6,5cm a 10cm. Ainda, possuem acabamento em verniz incolor à base de resina acrílica para garantir maior proteção.

Na Figura 35 é exemplificado um edifício da UFSC com sistema de fachada convencional com alvenaria aparente.

Figura 35 – Fachada convencional com alvenaria aparente - UFSC.



Fonte: O autor.

3.3 DELIMITAÇÃO E LIMITAÇÃO

- Quanto ao estudo comparativo de custos de execução e manutenção

Serão considerados os sistemas de fachada convencional, fachada em alvenaria aparente e fachada em cerâmica, por entender a sua importância e por serem as mais predominantes na UFSC. Cabe ressaltar que esse estudo comparativo entrou no escopo do trabalho como uma alternativa aos problemas apresentados durante a sua realização, que serão abordados mais adiante.

- Quanto ao levantamento e análise dos custos de manutenção na UFSC

Serão considerados apenas os sistemas de fachada convencional e fachada em alvenaria aparente, uma vez que, segundo dados obtidos do DMPI, as poucas fachadas em cerâmica presentes não sofreram manutenção, sendo que algumas inclusive, devido ao elevado grau de destacamento das cerâmicas, sofreram substituição por fachada convencional. Há dois edifícios localizados na área de estudo com fachada totalmente em cerâmica pertencentes à FAPEU e à FEPESE, porém sua manutenção não é de responsabilidade do DMPI.

Ainda, não existem edifícios na UFSC totalmente em alvenaria aparente, pois há sempre uma fachada convencional em complementação, como também não há distinção do tipo de fachada tratada na maioria das planilhas de manutenção do DMPI. Portanto, os edifícios da Universidade foram divididos em Sistema de fachada convencional e Sistema de fachada convencional com alvenaria aparente.

O período que compreende as manutenções em estudo começa em 2013 e termina em janeiro de 2017, prejudicando o levantamento da periodicidade de manutenção dos edifícios. Isso se deve ao fato de que antes da criação do DMPI, em 2013, a UFSC não mantinha um registro desse tipo de serviço, e os poucos encontrados não apresentam detalhamento satisfatório.

O presente estudo não contemplará o levantamento e análise de incidência das manifestações patológicas conforme a orientação solar das fachadas – fachada norte, sul, leste e oeste – devido à deficiência dos registros obtidos.

Quanto ao número de pavimentos e de blocos dos edifícios analisados, o presente estudo não estabeleceu limites, em consequência do curto período

registrado do serviço que gerou dados pouco padronizados. Entretanto, todos possuem até 5 pavimentos, limite exigido para aplicação da norma de desempenho NBR 15575 (2013).

Em relação à identificação das manifestações patológicas “descascamento”, “empolamento” e “eflorescência” em pintura sobre argamassa, não haverá distinção, haja vista que possuem o mesmo tratamento e não possuem qualquer identificação nos dados levantados.

Por fim, vale destacar que as pinturas em geral foram realizadas com tinta acrílica fosca, tinta acrílica semi-fosca, tinta emborrachada e verniz

3.4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

3.4.1 Manutenção dos edifícios da UFSC

Neste subcapítulo serão apresentados os dados obtidos através dos registros de manutenção do DMPI e estudo dos documentos técnicos da UFSC.

3.4.1.1 Registro de manutenção

O estudo dos registros de manutenções realizadas pelo DMPI ocorridas entre 2013 e início de 2017 aconteceu por meio de planilhas similares a da Figura 36, que apresenta diversas informações importantes, como a Ata de registro de preço utilizada, a discriminação e o valor dos serviços, previstos já em contrato, a serem realizados pela empresa vencedora da licitação. Por meio dessas planilhas realizou-se a organização dos dados.

Figura 36 - Modelo de planilha utilizada pelo DMPI.

ATA 011/UFSC/2015									
CONTRATO XXX/2015									
ORDEM DE SERVIÇO N° XXXA									
Em, XX de XXXXX de 2015									
SPA n°: N/A			Interessado: N/A			Telefone: N/A			
Local: N/A			Centro: N/A						
À AZ Serviços, Reformas e Construções LTDA									
Assunto: Solicitação de serviço									
Solicito a execução dos serviços relacionados abaixo:									
Descrição:									
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UN.	QTD	UNITÁRIO (R\$)			TOTAL (R\$)		
				MAT.	M. O.	TOTAL	MAT.	M. O.	TOTAL

Fonte: DMPI.

Contudo, nem todas as planilhas estavam preenchidas corretamente, exigindo a busca por complementação de informações, como local exato e ano de execução da manutenção.

3.4.1.2 Atualização do custo de manutenção

Durante o período de existência do DMPI, os serviços de manutenção passaram pela troca de Ata de Registro de Preço cerca de três vezes, sendo a de 2012, 2013, 2015 e 2016, conferindo valores de manutenção diferentes. A solução adotada para padronizar os valores dos custos de manutenção foi atualizar para os preços da Ata de 2016, sendo a mais recente e ainda vigente.

3.4.1.3 Manifestações patológicas

Para o levantamento das manifestações patológicas incidentes sobre os edifícios da UFSC foi utilizado o registro de fotos e, principalmente, as planilhas cedidas pelo DMPI. Contudo, é necessário destacar que em alguns casos é impossível identificar qual a anomalia foi solucionada porque não possuem registro fotográfico ou possuem uma manutenção corretiva semelhante. É o caso, por exemplo, do descascamento, empolamento e eflorescência da pintura. Em todos ocorre o processo de remoção da pintura, seguido da aplicação do fundo preparador e da aplicação da massa acrílica, conforme apresentado pelo Quadro 18.

Tendo isso em vista, as manifestações mais recorrentes encontradas nos edifícios da UFSC também são apresentadas na Quadro 18, divididas em quatro grupos: descascamento, empolamento ou eflorescência de pintura; fissura em

argamassa de revestimento; trinca em argamassa de revestimento; mancha devido a processos biológicos, tanto em pintura quanto em alvenaria aparente. Em relação às manchas presentes em edifícios de fachada convencional com alvenaria aparente, não foi possível identificar em qual superfície ocorreu a manifestação, pois não há anotação nas planilhas nem constatação por foto.

Já o tratamento para cada grupo foi organizado com base nas planilhas de manutenção usadas para fazer o orçamento, o memorial de pintura presente no edital de manutenção e conferidas com a bibliografia.

Quadro 18 - Manifestações patológicas e seus tratamentos.

Manifestação patológica	Tratamento
Descascamento, empolamento ou eflorescência em pintura	REMOÇÃO DE PINTURA COM RASPAGEM, EM PAREDES INTERNAS OU EXTERNAS
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FUNDO PREPARADOR PARA PAREDES, BASE ÁGUA.
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS PARA PINTURA EXTERNA INCLUINDO LIXAMENTO
Fissura em argamassa de revestimento	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS PARA PINTURA EXTERNA INCLUINDO LIXAMENTO
Trinca em argamassa de revestimento	ABERTURA DAS TRINCAS EM "V"
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FUNDO PREPARADOR DE PAREDE, BASE ÁGUA,(PARA RECUPERAÇÃO DAS TRINCAS)
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASTIQUE À BASE DE ELASTÔMEROS, REF. SELATRINCA DA SUVINIL OU SIMILAR, NAS TRINCAS
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA , REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS LARGURA DE 15CM PARA PINTURA EXTERNA E INTERNA INCLUINDO LIXAMENTO
Mancha - processo biológico	LAVAÇÃO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO

Fonte: o autor.

Apesar de os tratamentos seguirem uma sequência de etapas que garantem a efetividade do processo, em alguns casos não houve tal procedimento. No tratamento de trinca em argamassa de revestimento em sistema de fachada

convencional, conforme pode ser visto no Apêndice A, foram tratados com massa acrílica cerca de 190,44 m, enquanto a aplicação do mastique foi em apenas 86,44m. Isso pode sugerir que às vezes os procedimentos técnicos não são seguidos ou que o recurso para realizar determinada etapa encontra-se esgotado.

3.4.1.4 Custos de manutenção

Após a identificação e divisão das manifestações patológicas, utilizou-se a planilha do DMPI como base para compilar as manutenções. As planilhas finais encontram-se no Apêndice A e no Apêndice B, e contêm, além da manifestação patológica e seu tratamento, as quantidades, custos unitários e totais.

Os custos que serão apresentados a seguir têm BDI de 22,47%, e referem-se aos valores da Ata de 2016, cujas composições foram retiradas da Tabela de Composições de Preços para Orçamento (TCPO) e da tabela desonerada de agosto de 2016 do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos Índices da Construção Civil (SINAPI), da Caixa Econômica Federal, que é utilizada para orçamento de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos da União. Além disso, os valores são do edital, o que significa que tais valores não sofreram desconto por parte da empresa que viria a ganhar a licitação. Por fim, cabe destacar a divisão dos sistemas de fachadas em convencional e em convencional com alvenaria aparente.

Para relacionar a manutenção das anomalias com a fachada tratada, admitiu-se que a manutenção total das superfícies externas dos edifícios é dada pelas áreas que sofreram lavação, com ou sem hipoclorito, uma vez que o memorial de pintura do edital estabelece que as superfícies devem ser lavadas antes da pintura. A lavação também é considerada para os casos de fachadas apenas com sujeira, sem a necessidade de pintura. Assim, utilizando-se dos registros do departamento de manutenção e da atualização dos valores, obteve-se os resultados apresentados no Quadro 19, incluindo a pintura:

Quadro 19 - Custo total de manutenção em relação aos sistemas de fachada.

Sistema de fachada	Área Total (m ²)	Custo de manutenção		
		Material (R\$)	Mão-de-obra (R\$)	Total (R\$)
Convencional	9.759,05	53.052,95	185.961,43	239.014,38
Convencional com alvenaria aparente	7.026,89	34.322,77	128.451,90	162.774,66

Fonte: DMPI.

Depreende-se que o número de manutenção de edificações com fachada convencional ser significativamente maior em relação às edificações com fachada convencional com alvenaria aparente, a área total tratada da primeira é 38,88% maior, com cerca de 9.759,05 m². Em relação ao uso de materiais, foram gastos cerca de 54,57% a mais, e mão-de-obra, cerca de 44,77%. Ao fim, o montante foi 46,84% maior, obtendo uma diferença de R\$ 76.239,72.

Para o presente estudo foi buscado registros dos custos de construção das edificações em estudo para realizar comparação, porém só existem custos de edificações executadas a partir de 2008. Tal informação é importante para o controle de custos e de planejamento, pois a manutenção predial envolve recursos anuais da ordem de 1% a 2% do custo global da edificação (NBR 5674, 2012).

No Quadro 20 são apresentados os valores dos custos de manutenção se fossem comparados proporcionalmente à área, de forma hipotética. Para isso, aumentou-se em 38,88% todas as unidades do segundo sistema.

Quadro 20 - Custo total de manutenção proporcional em relação aos sistemas de fachada.

Sistema de fachada	Área Total (m ²)	Custo de manutenção		
		Material (R\$)	Mão-de-obra (R\$)	Total (R\$)
Convencional	9.759,05	55.344,28	188.206,79	243.551,06
Convencional com alvenaria aparente	9.759,05	47.667,46	178.393,99	226.061,45

Fonte: o autor.

Pode-se concluir, portanto, que o custo de manutenção de edifícios apenas com fachada convencional é relativamente maior se comparado com o sistema de

fachada convencional com alvenaria aparente. Esse volume maior deve-se aos seguintes fatores:

- Ao realizar o tratamento de uma fachada convencional com massa acrílica, por exemplo, a área a ser repintada extrapola a área tratada, principalmente por motivos estéticos, uma vez que causa desconforto um edifício com a aparência de remendo.
- Conforme visto no subcapítulo 2.3, o leque de manifestações patológicas em fachada convencional é bem maior, tendo em vista os tipos de materiais presentes na camada de revestimento e acabamento, confirmando a hipótese de que nesse tipo de fachada já era esperado a ocorrência maior de manutenção.

Porém, ressalta-se mais uma vez que o presente estudo não obteve informações das áreas reais de cada tipo de fachada, conferindo a esse resultado um valor consideravelmente hipotético. Dentre essas informações, pode-se citar a realização de manutenção em diferentes atas, que não foram encontradas, como também o tratamento de manifestações patológicas que ultrapassava a sua área de incidência, conferindo um valor superestimado.

No Quadro 21 é apresentado o custo unitário de tratamento para os 4 grupos de manifestações. Por meio dela, é possível observar que a manutenção de descascamentos, empolamentos ou eflorescências em pintura possui um custo maior para se executar. Pela mesma tabela, também se observa que o maior custo unitário de material se encontra nesse mesmo grupo, porém o 3º grupo (trinca em argamassa de revestimento) possui maior custo de mão-de-obra, devido principalmente à aplicação de masticque. Pelo Apêndice A, verifica-se que esse grupo de manifestações apresenta 3 etapas de tratamento, sendo a última etapa (fornecimento e aplicação de massa acrílica) com os maiores valores de material e mão-de-obra dentre todos os tratamentos nesse estudo de casos.

Quadro 21 - Custo unitário para o tratamento das manifestações patológicas.

Manifestações patológicas	UN.	UNITÁRIO (R\$)		
		MAT. c/ BDI	M.O. c/ BDI	Total c/ BDI
Descascamento, empolamento ou eflorescência em pintura	m ²	9,15	19,11	28,26
Fissura em argamassa de revestimento	m ²	5,44	11,55	16,99
Trinca em argamassa de revestimento	m	6,28	19,55	25,83
Mancha - processo biológico	m ²	0,33	6,2	6,53

Fonte: o autor.

Já na Figura 37 e Figura 38 é mostrada a porcentagem dos custos totais dos quatro grupos de anomalias que incidiram nos dois sistemas de fachada ao longo dos 5 anos.

Figura 37 – Fachada convencional.



Fonte: o autor.

Figura 38 - Fachada convencional com alvenaria aparente.



Fonte: o autor.

No caso dos edifícios com sistema de fachada convencional, nota-se a superioridade de custos com descascamento, empolamento e eflorescência, seguidas da mancha. Já no caso dos edifícios com sistema de fachada convencional com alvenaria aparente, os dois grupos de anomalias são predominantes, mas com os custos maiores para o tratamento de manchas.

Ainda, é interessante notar que a incidência de manchas proveniente de processos biológicos é alta, tendo em vista que possui um custo unitário total mais baixo em relação aos outros três grupos, conforme pode ser comprovado no Quadro 21. Pode-se dizer que essa incidência alta se deve principalmente às enormes áreas verdes presentes na Universidade, que muitas vezes se localizam bem próximas das edificações, cuja matéria orgânica é acentuada e levada para as fachadas pelo vento, contribuindo para o aparecimento de mofo.

3.4.2 Orçamento de execução de fachada

O orçamento do processo executivo a ser apresentado tem caráter comparativo entre fachadas, como também de custo de manutenção, uma vez que a qualidade dos materiais e da mão de obra interferem diretamente nas condições de vedação da fachada.

O orçamento dos três sistemas de fachada de edifícios (convencional, alvenaria aparente e cerâmica) foi feito para uma unidade de metro quadrado. Por intermédio dos custos de composições analítico fornecidos pela tabela SINAPI-SC de agosto de 2016, mesma referência dos custos de manutenção do DMPI abordada nesse estudo, foi possível obter os custos por serviço para cada fachada. Da mesma forma que os custos de manutenção, os custos de execução utilizados foram o da tabela desonerada, com aplicação de BDI igual a 22,47%.

Com os coeficientes e valores de material e mão de obra obtidos a partir da tabela de composição analítica, que possui como exemplo a Figura 39, e a tabela de preço de insumos visto na Figura 40, ambos da tabela SINAPI, foram criadas planilhas contendo composições de custo por serviço.

Figura 39 – Modelo de custo de composição analítica da tabela SINAPI.

SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL				
PCI. 818.01 - CUSTOS DE COMPOSIÇÕES ANALÍTICO		DATA DE EMISSÃO: 15/09/2016		
08:27:06 DATA DE RT: 15/09/2016		DATA DE PREÇO: 08/2016		
CLASSE/TIPO	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE
ASTU	73887/1	ASSENTAMENTO SIMPLES DE TUBOS DE FERRO FUNDIDO (FOFO) C/ JUNTA ELÁSTICA – DN 75 MM – INCLUSIVE TRANSPORTE	M	
COMPOSICAO	73598	TRANSPORTE DE TUBOS DE FERRO DUTIL DN 75	M	1
COMPOSICAO	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,049
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,098
ASTU	73887/2	ASSENTAMENTO SIMPLES DE TUBOS DE FERRO FUNDIDO (FOFO) C/ JUNTA ELÁSTICA – DN 100 – INCLUSIVE TRANSPORTE	M	
COMPOSICAO	73597	TRANSPORTE DE TUBOS DE FERRO DUTIL DN 100	M	1
COMPOSICAO	88246	ASSENTADOR DE TUBOS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,056
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,112

Fonte: SINAPI, 2016.

Figura 40 - Exemplo de insumo com preço mediano da tabela SINAPI.

CAIXA		PREÇOS DE INSUMOS		Página: 1 / 139	
Indicação da origem do preço:					
• C – para preço coletado pelo IBGE					
• CR – para preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo (ver Manual de Metodologia e Conceitos);					
• AS – para preço atribuído com base no preço do insumo para a localidade de São Paulo.					
Mês de Coleta: 08/2016		Pesquisa: IBGE			
Localidade: FLORIANOPOLIS		Encargos Sociais Desonerados(%)		Horista: 85,75 Mensalista: 49,10	
Código	Descrição do Insumo	Unid	Origem de Preço	Preço Mediano (R\$)	
00000055	ADAPTADOR DE COMPRESSAO EM POLIPROPILENO (PP), PARA TUBO EM PEAD, 20 MM X 1/2" - LIGACAO PREDIAL DE AGUA (NTS 179)	UN	C	2,43	

Fonte: SINAPI, 2016.

Para o orçamento construtivo não foi considerado andaime metálico tipo fachadeiro, pois sua locação é mensal no SINAPI (item 73618 - agosto de 2016) e não interfere no presente estudo, já que se pretende estudar o custo por unidade de área. Porém, é sabido que sua utilização deve ser planejada em uma obra, pois cada tipo de fachada apresenta uma produtividade diferente, o que interfere no tempo de utilização dos equipamentos e, portanto, nos custos.

Além disso, foi considerada uma fachada com pano cego, isto é, sem a presença de vãos, para simplificar os cálculos. E em relação ao insumo específico de tijolo aparente não há sua composição na tabela SINAPI nem na TCPO, no mês de referência de agosto de 2016, nem de outubro de 2017, tendo apenas tijolo maciço aparente e concreto aparente. Os coeficientes e custos unitários do tijolo aparente usados no orçamento teve como base a composição do DMPI.

Quanto às composições de material, buscou-se utilizar itens mais próximos dos encontrados na UFSC. Entretanto, a própria Universidade não mantém um padrão das suas edificações, contendo tijolos aparentes de diversas dimensões, assim como de cerâmicas. Assim, adotou-se materiais mais recorrentes presentes no SINAPI e na TCPO. Em relação à composição da alvenaria aparente, obtida do DMPI, não fica claro se o tijolo é maciço ou vazado, o que interfere diretamente nos custos e desempenhos de estanqueidade, acústico e térmico.

A partir da fundamentação teórica e da tabela SINAPI obteve-se o APÊNDICE E-1 e E-2, contendo as composições de cada serviço e, por fim, gerando a planilha orçamentária do APÊNDICE C. O Quadro 22 a seguir apresenta o resumo do orçamento distribuído para cada tipo de fachada.

Quadro 22 - Resumo dos custos unitários do processo executivo de fachada.

ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	Preço unitário c/ BDI		
					Material (R\$)	Mao de obra (R\$)	TOTAL c/ BDI (R\$)
1			FACHADA CONVENCIONAL	m ²	49,51	87,29	136,80
2			FACHADA EM ALVENARIA APARENTE	m ²	60,72	48,31	109,03
3			FACHADA EM CERÂMICA	m ²	155,54	90,75	246,28

Fonte: o autor.

Na Figura 41, é visível o grande custo inicial de implantação da fachada de cerâmica, com R\$ 246,28/m² contra R\$136,80/m² da fachada convencional e R\$ 109,03/m² da fachada em alvenaria aparente.

Figura 41 - Custo de execução dos tipos de fachada.



Fonte: o autor.

Conclui-se que a execução de uma fachada em cerâmica possui um custo mais elevado perante às outras, confirmando as expectativas. A diferença torna-se mais evidente se analisada quanto à mão de obra e ao material. No Quadro 23 e Quadro 24, observa-se que, em relação à fachada convencional, a fachada em cerâmica possui um custo total unitário 80% mais alto, apesar de possuírem custo de mão de obra próximo, chegando perto dos R\$ 90,00. Já a diferença entre o custo de seus materiais chega aos 214%, sendo alavancada principalmente pelo revestimento cerâmico que, conforme pode ser visto no APÊNDICE C, custa em torno de R\$122,57, podendo variar conforme o tipo e a dimensão da peça cerâmica.

Quadro 23 - Comparativo de custo de mão de obra e materiais.

Custo/m ²	Fachada		
	Convencional	Alvenaria aparente	Cerâmica
Mão de obra	R\$87,29	R\$48,31	R\$90,75
Materiais	R\$49,51	R\$60,72	R\$155,54
Total por m ²	R\$136,80	R\$109,03	R\$246,28

Fonte: o autor.

Quadro 24 - Custo relativo de mão de obra e materiais em relação à fachada convencional.

Custo/m ²	Custo relativo à fachada convencional	
	Alvenaria aparente	Cerâmica
Mão de obra	↓ -44,66%	↑ 4%
Materiais	↑ 22,65%	↑ 214%
Total por m ²	↓ -20,30%	↑ 80%

Fonte: o autor.

A execução de uma fachada em alvenaria aparente é, no geral, 20,30% mais barata em relação à fachada convencional, devido principalmente à mão de obra, que não precisa executar a argamassa de revestimento. O valor mais expressivo do material da alvenaria aparente, conforme pode ser visto no APÊNDICE E-2, deve-se ao tijolo aparente que custa R\$39,90/m², contra R\$13,03/m² do tijolo convencional. O valor exacerbado do tijolo aparente pode estar ligado ao seu processo de produção, tendo em vista que as duas faces lisas visivelmente possuem menos poros, além do fato de ser um produto de pouca procura em Santa Catarina, o que também eleva seu preço. Esse último fato pode ser provado pela ausência de tijolo aparente na tabela SINAPI, que compila pesquisas de mercado e de especificações realizadas pela CAIXA e pelo IBGE. Contudo, não é descartada a hipótese de equívoco na realização da composição, uma vez que o DMPI se baseou em uma composição da Prefeitura Municipal de Florianópolis.

Assim, conclui-se que a fachada em cerâmica é a mais cara em termos construtivos, seguida pela fachada convencional e pela fachada em alvenaria aparente.

3.4.3 Projeção do custo da fachada ao final de sua vida útil

Nessa etapa pretende-se planejar e estimar os custos acumulados de construção e manutenção das fachadas ao final de sua vida útil de projeto, dada pela NBR 15575-1 (2013). Mas para fins didáticos, será necessário apontar algumas delimitações:

- Considera-se um edifício executado em perfeitas condições ambientais e técnicas, de modo que não haja problemas quanto à fundação, estrutura ou

até mesmo na vedação vertical externa. Portanto, considera-se hipoteticamente um prédio sem quaisquer manifestações patológicas durante sua vida útil. A não consideração das anomalias foi devido à complexidade e escassos estudos para determinar o grau de incidência e periodicidade para cada tipo de fachada, principalmente para os edifícios de Florianópolis;

- Todo tipo de manutenção preventiva será realizado apenas na camada de revestimento e pintura da edificação;
- A vida útil de projeto, conforme o Quadro 15 e Quadro 16, pág. 72 e 73, será considerada como a vida útil real. Assim, será considerada uma vida útil de 40 anos para a vedação vertical externa, 20 anos para revestimento de fachada e 8 anos para pintura de fachada. Ao término da vida útil dos elementos, será feita a substituição, como retirada e recolocação total da cerâmica, repinturas em tinta e verniz;
- A única manutenção preventiva será a de lavagem externa com lava jato de alta pressão. Sua periodicidade é de 5 anos, vigente na cidade de São Paulo, sob a Lei 10.518/1988 e regulamentada pelo Decreto 33.008/1993, que estabelece a obrigatoriedade lavagem das fachadas (de acordo com a natureza do revestimento) no mínimo a cada cinco anos, como forma de garantir as condições estéticas do empreendimento. Entretanto, no caso de acabamento em pintura, optou-se por usar a periodicidade de 4 anos para coincidir com a metade da vida útil da pintura, que é de 8 anos;
- O custo será dado por unidade de área em m²;
- Todos os custos terão seus valores acumulados e corrigidos para 2056;
- O ano de construção da fachada é 2016.

Com a periodicidade de manutenção de conservação e vida úteis determinadas, a proposta é comparar o custo acumulado de execução e manutenção dos três tipos de fachadas ao final de 2056, ou seja, quando termina os 40 anos de vida útil de projeto da fachada. Para isso, é possível observar no Quadro 25 o planejamento de todos os anos que haveria manutenção. Já é possível notar que a fachada em cerâmica terá mais lavagem, com seis, e as outras com cinco, devido principalmente ao fato de que em alguns anos a lavagem coincidiu com a repintura. Em compensação, ocorrerão quatro repinturas contra um reassentamento.

Quadro 25 - Planejamento de manutenção das fachadas.

Fachada \ Ano	Ano																			
	2016	2020	2021	2024	2026	2028	2031	2032	2036	2040	2041	2044	2046	2048	2051	2052	2053	2054	2055	2056
Convencional	C	x		o		x		o	x	o		x		o		x				
Alvenaria aparente	C	x		o		x		o	x	o		x		o		x				
Cerâmica	C		x		x		x		o		x		x		x					

Legenda	
C	Construído
x	Lavagem
o	Repintura ou reassentamento de cerâmica

Fonte: o autor.

Os custos de construção das fachadas serão dados pelo APÊNDICE C, mas encontra-se resumida no Quadro 26. Já para os de manutenção, serão dados pelo APÊNDICE F-1 E APÊNDICE F-2, que também se encontra resumida no Quadro 26 a seguir, com base nas planilhas do DMPI.

Quadro 26 - Resumo dos custos de construção para o planejamento de manutenções em R\$/m².

Construção		Ano
Fachada	Custo total unitário c/ BDI	2016
Convencional	R\$136,80	R\$136,80
Alvenaria aparente	R\$109,03	R\$109,03
Cerâmica	R\$246,28	R\$246,28

Fonte: o autor.

Quadro 27 - Resumo para planejamento das manutenções em R\$/m².

Sistema de fachada convencional	Manutenção	Subtotal unitário c/ BDI (R\$)	Repintura	Subtotal unitário c/ BDI (R\$)
	Lavação	1,6	Lavação; Pintura tinta acrílica.	19,17
Sistema de fachada alvenaria aparente	Manutenção	Subtotal unitário c/ BDI (R\$)	Repintura	Subtotal unitário c/ BDI (R\$)
	Lavação	1,6	Lavação; Pintura tinta acrílica.	19,17
Sistema de fachada em cerâmica	Manutenção	Subtotal unitário c/ BDI (R\$)	Reassentamento	Subtotal unitário c/ BDI (R\$)
	Lavação	1,6	Demolição cerâmica; Execução reboco; Assentamento de cerâmica.	173,54

Fonte: o autor.

A primeira etapa foi corrigir o custo de construção para o ano de 2056. Após, foram realizadas as manutenções conforme o planejamento e depois corrigidas para o ano de 2056. A correção, segundo Santos (2005), pode ser realizada usando juros compostos, sob uma taxa de inflação. A taxa escolhida foi a INCC-DI, que é o Índice Nacional de Custo da Construção, cujo valor médio dos últimos 17 anos dado pelo SINDUSCON do Paraná (2017) é de 8,16% ao ano nesse período.

$$M = C \times (1+i)^t \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde, M = valor final corrigido;

C = valor inicial;

i = taxa;

t = tempo em anos.

Chegou-se, portanto, ao resultado encontrado no Quadro 28. Da mesma forma que nos custos de construção, a fachada em cerâmica também obteve o

maior valor corrigido de construção e manutenções sofridas ao longo da vida útil da fachada, seguida mais uma vez pela fachada convencional e em alvenaria aparente.

Quadro 28 - Custo total de construção e manutenção acumulado ao final da vida útil da fachada em R\$/m².

Fachada	Custo total unitário c/BDI em 2056
Convencional	R\$5.231,05
Alvenaria aparente	R\$4.590,95
Cerâmica	R\$9.713,65

Fonte: o autor.

Pelo Quadro 29, entretanto, observa-se um pequeno aumento na diferença de custo da fachada em cerâmica em relação à fachada convencional. Se no custo de construção a fachada em cerâmica era 80% mais cara, no custo corrigido para o final da vida útil subiu para 86%. Já a diferença entre alvenaria aparente e convencional caiu para 12,24%, justificada pelo fato de terem o mesmo custo de manutenção, sendo diferente apenas na construção, com a alvenaria aparente mais barata. Ainda, a fachada em cerâmica é cerca de 111,58% maior em relação à fachada em alvenaria aparente.

Quadro 29 - Custo acumulado relativo à fachada convencional ao final da vida útil.

Custo/m ²	Custo relativo à fachada convencional	
	Alvenaria aparente	Cerâmica
Total	 -12,24%	 86%

Fonte: o autor.

É evidente que, nessa forma de análise sem incidência de manifestações patológicas, a cerâmica iria se destacar com o maior custo do começo ao fim, principalmente porque a bibliografia nos mostra que a manutenção desse tipo de fachada é menor em comparação com as outras duas presentes nesse estudo. Acrescenta-se o fato de o reassentamento prever a demolição e reaplicação de reboco, enquanto na alvenaria convencional e aparente não houve a retirada da pintura antiga devido às considerações impostas inicialmente.

4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou uma análise dos impactos econômicos gerados pela escolha dos três principais sistemas de fachada encontrados nos edifícios do *campus* Trindade da UFSC. Além disso, permitiu a utilização de diferentes recursos para obtenção de dados, e compreender o quanto as informações são importantes na busca por respostas mais concretas, especialmente em se tratando de manutenção de edificações.

Ao analisar os custos de manutenção, verificou-se, dentro de certos limites, qual o seu impacto econômico causado à curto e médio prazo. No caso das fachadas convencional e alvenaria aparente na UFSC, foram gastos mais de 400 mil reais em manutenção só nos últimos 5 anos, tendo como principais agentes degradantes a mancha causada por processos biológicos e o conjunto formado por descascamento, empolamento e eflorescência, cujo custo unitário é maior dentre os 4 conjuntos de manifestações patológicas. Ainda, foi possível notar que a fachada em alvenaria aparente confirmou a expectativa quanto aos custos de construção e manutenção ao longo de sua vida útil, sendo, portanto, a mais econômica. Contudo, essa não é uma conclusão definitiva, haja vista que diversos fatores importantes não foram considerados para esse estudo, como a incidência e frequência de manifestações patológicas, além da influência climatológica.

Além disso, cabe salientar que o uso do sistema de fachada em alvenaria aparente deve atender os requisitos e critérios de desempenho previstos na NBR 15575 (2013), como estanqueidade, conforto acústico e térmico. A bibliografia mostrou que o atendimento pode ser alcançado, desde que possua uma espessura de parede adequada, uso de tijolo cerâmico furado com face lisa e acabamento em pintura.

Outrossim, o estudo da manutenção predial é importante do ponto de vista econômico e de desempenho, uma vez que foi possível compreender de que forma ela atua no prolongamento da vida útil de uma edificação, assim como entender que quanto mais cedo for a intervenção, menos oneroso se torna a correção de um determinado problema, que muitas vezes se encontra já na fase de projeto.

Ainda, pesquisar as características de cada fachada ajudou a compreender a função de seus elementos constituintes e sua influência no atendimento das normas de desempenho e na incidência de manutenção.

Dada a importância do assunto, torna-se necessário o uso de projetos mais voltados à fachada, tendo em vista não somente a sua execução, como também a qualidade dos materiais e do planejamento das manutenções preventivas como forma de minimizar gastos desnecessários. Além disso, o registro das manutenções mostrou-se uma ferramenta interessante ao mostrar problemas recorrentes, possibilitando uma atuação mais focada e otimizada em recursos.

Nesse sentido, o objetivo geral do presente trabalho foi alcançado, pois foi possível conhecer o impacto econômico dos sistemas de fachada dos edifícios, relacionando com as dificuldades de manutenção e os fatores que interferem nos custos de construção e manutenção, sendo indispensável, sobretudo, na busca pela garantia de durabilidade do edifício e de conforto, segurança e tranquilidade ao usuário.

5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o intuito de dar prosseguimento ao estudo desenvolvido e a fim de colaborar na melhoria do desempenho e qualidade dos sistemas de fachada, propõe-se:

- Para estudo semelhante, buscar selecionar apenas dois edifícios com fachadas diferentes, com idades e número de pavimentos parecidos e que contenham registro detalhado das manutenções realizadas;
- Estabelecer comparações econômicas e ambientais entre os tipos de fachada;
- Estabelecer a influência da cobertura no desempenho de um edifício;
- Comparar cobertura feita de laje e de telhado;
- Comparar a periodicidade de manutenção preventiva de edifícios reais com a norma de desempenho e os fatores que interferem nesse processo;
- Buscar comparar os custos acumulados de manutenção com o custo global de construção;
- Aplicabilidade do projeto de fachada frente à redução de gastos com manutenção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT__NBR 13245. **Execução de pinturas em edificações não industriais**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1995.

ABNT__NBR 13529. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - terminologia**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1995.

ABNT__NBR 13749. **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - especificação**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1996.

ABNT__NBR 13755. **Revesimento de paredes externas fachas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - procedimento**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1996.

ABNT__NBR 13816. **Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.

ABNT__NBR 13817. **Placas cerâmicas para revestimento - Classificação**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1997.

ABNT__NBR 14037. **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentaçãodos conteúdos**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1988.

ABNT__NBR 14081-1. **Argamassa colante industrializada destinada ao assentamneto de placas cerâmicas**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

ABNT__NBR 15220-2. **Desempenho Térmico de edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

ABNT__NBR 15220-3. **Desempenho Térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

ABNT__NBR 15270-1. **Componentes cerâmicos. Parte 1. Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação - terminologia e requisitos**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

ABNT___NBR 15575. **Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

ABNT___NBR 15575-1. **Edificações Habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013.

ABNT___NBR 15575-4. **Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

ABNT___NBR 5674. **Manutenção de edificações - procedimento**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2012.

ABNT___NBR 6118. **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

ABNT___NBR 7200. **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - procedimento**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1998.

ABNT___NBR 9575. **Impermeabilização - Seleção e projeto**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

ABPC, A. B. D. C. P. **Manual de revestimentos de argamassa**. 1. ed. São Paulo/SP: [s.n.], 2002.

ÁVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. I.; LOPES, O. C. **Orçamento de obras**. Florianópolis: Curso de Arquitetura e Urbanismo - UFSC, 2003.

AZEREDO, H. A. D. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 1997.

AZEREDO, H. A. D. **O edifício e seu acabamento**. 8. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.

BARROS, A. J. P. D.; LEHFELD, N. A. D. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

BARROS, M. M. B. **Inovação Tecnológica - Tecnologia e gestão de Produção a Construção Civil**. PCC - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: LT, v. 2, 2008.

BAUER, R. J. F. **Revestimentos: falhas em revestimentos**. Apostila [S.l.] - Centro Tecnológico de Controle de Qualidade L. A Falcão Bauer. [S.l.]. 1996.

BONIN, L. C. Manutenção de edifícios: uma revisão conceitual. **Anais do Seminário sobre Manutenção de Edifícios**, Porto Alegre, v. I, p. 1-31, 1988.

BRASIL. Lei 8.666, de 21 de junho de 1993. **Normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.**, Brasília DF, jun 1993.

CARASEK, H. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia: Argamassas**. São Paulo: IBRACON, 2007.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CHALITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção**. Tese de mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010.

CHAVES, A. M. V. A. **Patologia e Reabilitação de Revestimentos de Fachadas**. Dissertação de mestrado para Especialização em Materiais, Reabilitação e Sustentabilidade da Construção - Universidade do Minho. [S.l.]. 2009.

CINCOTTO, M. A.; SILVA, M. A. C.; CARASEK, H. **Argamassas de revestimento: Características, propriedades e métodos de ensaio**. 1. ed. São Paulo: (Publicação IPT 2378) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1995.

DPGI. Departamento de Planejamento e Gestão da Informação. **Relatório de Gestão 2016**, 2016. Disponível em: <<http://dpgi.seplan.ufsc.br/files/2017/03/Relat%C3%B3rio-de-Gest%C3%A3o-2016.pdf>>. Acesso em: 20 setembro 2017.

DUARTE, R. B. **Correção de fissuras em alvenarias**. Seminário sobre manutenção de edifícios - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1988.

FILHO, C. V. M.; HELENE, P. R. L. **Avaliação de Desempenho de Componentes e Elementos Construtivos Inovadores Destinados a Habitações: PProposições Específicas à Avaliação do Desempenho Estrutural**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - São Paulo: [s.n.], 1998.

FLAIN, E. P. **Tecnologia de produção de revestimentos de fachadas de edifícios com placas pétreas**. Tese de mestrado em Engenharia Civil - Escol Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1995.

FRANCO, L. S. **Qualidade e produtividade na Construção Civil: alvenarias de vedação**. Escola Politécnica de São Paulo- EPUSP/ITQC. São Paulo. 1994.

FRANCO, S. F. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção**. Seminário Internacional Gestão e Tecnologia na Produção de Edifícios. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1998.

FRIEDRICH, A. F.; PAIXÃO, D. X.; VERGARA, E. F. Infohab.org. **Contribuição do revestimento no isolamento acústico de paredes de alvenaria**, 2010. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/620.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

G1. Sem dinheiro, universidade federal reduz obra, pesquisa e até bandeirão. **Portal de Notícia das Globo**, 2017a. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2017/10/1929952-sem-dinheiro-universidade-federal-reduz-obra-pesquisa-e-ate-bandeirao.shtml>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4^a. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2002.

GOMIDE, T. L. F.; PUJADAS, F. Z. A.; NETO, J. C. P. F. **Técnicas de Inspeção e Manutenção Predial**. São Paulo: PINI LTDA, 2006.

HELENE, P. **Vida útil das estruturas de concreto**. in IV Congresso Ibero Americano de Patologia das Construções e VI Congresso de Controle da Qualidade CON PAT-97. Porto Alegre. 1997.

IBAPE/SP. **Inspeção Predial: a saúde dos edifícios**. São Paulo: [s.n.], 2012.

INMETRO. **Portaria nº 372**. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade: [s.n.], 2010.

IPT, I. D. P. T. D. E. D. S. P. **Código de Práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. [S.I.]: IPT, 2009.

JANKOVITZ, J. A. A. **NOÇÕES DE ISOLAMENTO ACÚSTICO E ABSORÇÃO SONORA**, 2014. Disponível em: <<http://www.abel-acustica.com.br/Acustica/IsoleAbsor.htm>>. Acesso em: 11 out. 2017.

JUGINGER, M. **Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil - Escola Politécnica do Estado de São Paulo. São Paulo. 2003.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimento para formulação de diagnóstico de falhas e definição de condutas adequada à recuperação de edificações**. Tese de mestrado em Engenharia - Universidade de São Paulo. São Paulo. 1985.

LIU, A. W. **Diretrizes para projetos de edifícios de escritórios**. Tese de mestrado em Engenharia Civil - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2010.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção Civil**. São Paulo: PINI LTDA, 2007.

MARINOSKI, D. **Alvenarias: conceito, alvenaria de vedação, processo executivo**. Apostila, 2011. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao%20Bvedacao.pdf>. Acesso em: 20 Outubro 2017.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.

MEDEIROS, J. S. et al. **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil / CBCA - Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2014.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimento cerâmico de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico do Departamento de

Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. [S.l.]. 1999.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese de doutorado - Escola Politécnica - USP. São Paulo. 1994.

MILITO, J. A. D. Apostila. **Técnicas de Construção Civil**, 2009. Disponível em: <<http://demilito.com.br/prefacio-rev.pdf>>. Acesso em: 20 setembro 2017.

MUTTI, C. Apostila. **Administração da Construção ECV 5307**, 2016. Disponível em: <<http://pet.ecv.ufsc.br/wordpress/wp-content/uploads/2016/03/Apostila-Administra%C3%A7%C3%A3o2016.pdf>>. Acesso em: 10 Novembro 2017.

NAKAMURA, Y. Projeto de fachada. **Revista Técnica**, Técnica 92. 9p, n. 92, 2004.

OLIVEIRA, L. A. D. **Metodologia para desenvolvimento de projeto de fachadas leves**. Tese de Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana - Universidade de São Paulo. São Paulo. 2009.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporados de pequeno porte**. Tese de mestrado em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2002.

POLITO, G. **Principais sistemas de pintura e suas patologias**, 2006. Disponível em: <www.demc.ufmg.br/tec3/Apostila%20de%20pintura%20-%20Giulliano%20Polito.pdf>. Acesso em: 08 Novembro 2017.

PRODANOV, C. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2003.

PUJADAS, F. Z. A. Manutenção como ela é. In: PINI, M. S. (). **Manutenção Predial**. São Paulo: PINI LTDA, 2011.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de Estágio e de Pesquisa em Administração**. 3ª edição. ed. São Paulo: Atlas, v. único, 2009.

ROMAN, H. R. Site do Núcleo de Pesquisa em Construção. Apostila. **Alvenaria**, 2011. Disponível em: <<http://www.npc.ufsc.br/gda/humberto/02.pdf>>. Acesso em: 02 Outubro 2017.

ROMAN, H. R. Apostila. **Revestimentos cerâmicos**, sem data b. Disponível em: <<http://www.npc.ufsc.br/gda/humberto/16.pdf>>. Acesso em: 10 Novembro 2017.

RORIZ, M. Apostila. **Conforto e Desempenho Térmico de Edificações**, 2008. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/geese/seqe/wp-content/uploads/2010/11/Apostila.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

ROSCOE, M.. **Patologia em revestimento cerâmico de fachadas**. Monografia para especialização em Construção Civil - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

SABBATINI ET AL., F. H. **Recomendações para execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação e tetos**. EPUSP - Relatório Técnico do Convênio EPUSP/ENCOL, Projeto EP/EN-01. São Paulo. 1988.

SABBATINI, F. H. **Disciplina - Tecnologia de Produção de Estrutura de Concreto**. Curso de MBA - TGP/USP (Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) -Escola Politécnica da USP. São Paulo. 2011.

SABBATINI, F. H. E. A. Notas de aula da disciplina de Tecnologia da Construção Civil I - PCC 2435, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://pcc2435.pcc.usp.br/Aulas%20em%20pdf-2006-2007/4-%20Vedações%20Verticais/aula%2018%20vedações-v1.pdf>>. Acesso em: 23 agosto 2017.

SACHT, H. M. **Módulos de Fachada para Reabilitação Eco-Eficiente de Edifícios**. Tese de doutorado em Engenharia Civil - Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2010.

SANTOS, J. J. **Análise de custos**: remodelado com ênfase para sistema de custeio marginal, relatório e estudos de casos. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

SILVA, M. M. D. A. **Diretrizes para o Projeto de Alvenaria de Vedação**. Tese de mestrado em Engenharia Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2004.

SILVESTRE, J. D.; FLORES, I.; BRITO, J. D. **Estratégia de Manutenção Proativa para Juntas de Revestimentos Cerâmicos Aderentes (RCA)**, 2003. Disponível em: <<http://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2047.pdf>>. Acesso em: 08 Novembro 2017.

SINDUSCON. **Sindicato da Indústria de Construção Civil - PR**, 2017. Disponível em: <<https://sindusconpr.com.br/download/5877/310>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

TCU. **Orientação para elaboração de planilhas orçamentárias para obras públicas**. Tribunal de Contas da União: [s.n.], 2014.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo: PINI LTDA, 1989.

THOMAZ, E. et al. **Código de práticas nº 01: alvenaria de vedação em blocos cerâmicos**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2009.

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARIANA. DMPI – Departamento de Manutenção Predial e Infraestrutura. **Histórico**, 2017a. Disponível em: <<http://dmpi.seoma.ufsc.br/historico/>>. Acesso em: 8 Agosto 2017.

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARIANA. DMPI – Departamento de Manutenção Predial e Infraestrutura, 2017c. Disponível em: <<http://dmpi.seoma.ufsc.br/manutencao-predial/>>. Acesso em: 2 Novembro 2017.

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Licitações. **Edital Sistema de Registro de Preços**, 2017d. Disponível em: <[http://notes.ufsc.br/aplic/licitcpl.nsf/viewLicitacao/F625BAC8A1A5A82283258088004EB822/\\$File/EDITAL%20PUBLICADO%20REGISTRO%20DE%20PRE%20SERV.%203302016%20-%20Recupera%20A7%20A3o%20e%20Tratamento%20de%20Trinca%20-%20PU.pdf](http://notes.ufsc.br/aplic/licitcpl.nsf/viewLicitacao/F625BAC8A1A5A82283258088004EB822/$File/EDITAL%20PUBLICADO%20REGISTRO%20DE%20PRE%20SERV.%203302016%20-%20Recupera%20A7%20A3o%20e%20Tratamento%20de%20Trinca%20-%20PU.pdf)>. Acesso em: 10 Novembro 2017.

UFSC. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Mapa Base, 2017e. Disponível em: <<http://estrutura.ufsc.br/mapa/>>. Acesso em: 1 Novembro 2017.

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

GLOSSÁRIO

Aderência: Propriedade de um material que, ao ser aplicado sobre uma superfície, a ela se adere, oferecendo resistência ao deslocamento. O mesmo que adesividade ou adesão.

Adsorção: Propriedade que alguns materiais possuem de reterem moléculas de uma substância sobre a sua superfície, devido à ação de forças intermoleculares.

Causa: É a razão primária pela qual a manifestação patológica ocorreu. Ex.: cobertura insuficiente de concreto na armadura.

Componente: Unidade integrante de determinado elemento do edifício, com forma definida e destinada a cumprir funções específicas (Ex: bloco de alvenaria, telha, folha de porta).

Desonerado: Ou “desonerar a folha de pagamento” consiste em substituir o tributo de INSS (cerca de 20% do salário dos funcionários) por repasse de 1% a 2% da sua receita bruta ao Governo.

Dilatação higroscópica: Provocada pela adsorção de água, na forma líquida ou de vapor, que provoca modificações na sua estrutura, com aumento de volume.

Elemento: Parte de um sistema com funções específicas; geralmente é composto por um conjunto de componentes (Ex: parede de vedação de alvenaria, painel de vedação pré-fabricado, estrutura de cobertura).

Esquadria: Permite o controle de acesso aos ambientes, como porta e janelas.

Estado Limite de Utilização: Está ligado ao comprometimento da durabilidade, seja por fissuração excessiva ou deformações que ultrapassem os limites aceitáveis.

Estado Limite Último: É a ruína do elemento ou parte dela por ruptura, deformação excessiva ou perda de estabilidade.

Higroscopicidade: Qualidade de um produto para absorver a humidade do ar, de forma a estabelecer um equilíbrio com o meio ambiente.

Mecanismo: É a forma pela qual a manifestação patológica se desenvolve. Ex.: corrosão de armadura do concreto armado.

Movimentação higroscópica: Acontece quando existe movimentação de água ou umidade no interior dos materiais, ocorrendo por variados mecanismos de transporte.

Movimentação Higrotérmica: Movimentação causada pelas ações da umidade e da temperatura (tração e retração).

Origem: É onde ocorreu o erro que teve como consequência a manifestação patológica. Ex.: falha no projeto ou execução.

Preservação: Manter a estrutura nas suas condições atuais e evitar progresso na sua deterioração.

Reabilitação: Reparar ou modificar uma estrutura para um fim específico de utilização.

Reforço: Aumentar a capacidade de carga de uma estrutura ou parte dela.

Sistema: Conjunto de elementos e componentes destinados a cumprir com uma macrofunção que a define (exemplo: fundação, estrutura, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura).

APÊNDICE A - COMPOSIÇÃO UNITÁRIA PARA TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADA CONVENCIONAL

Sistema de fachada convencional				UNITÁRIO (R\$) BDI = 22,47%			TOTAL (R\$)		
Manifestação patológica	Tratamento	UN.	Qtd.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Descascamento, empolamento ou eflorescência em pintura	REMOÇÃO DE PINTURA COM RASPAGEM, EM PAREDES INTERNAS OU EXTERNAS	m²	388,88	1,71	6,48	8,19	664,98	2.519,94	3.184,93
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FUNDO PREPARADOR PARA PAREDES, BASE ÁGUA.	m²	388,88	2,00	1,08	3,08	777,76	419,99	1.197,75
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS PARA PINTURA EXTERNA INCLUINDO LIXAMENTO	m²	388,88	5,44	11,55	16,99	2.115,51	4.491,56	6.607,07
Fissura em argamassa de revestimento	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS PARA PINTURA EXTERNA INCLUINDO LIXAMENTO	m²	85,12	5,44	11,55	16,99	463,05	983,14	1.446,19
Trinca em argamassa de revestimento	ABERTURA DAS TRINCAS EM "V"	m	57,39	-	5,93	5,93	-	340,32	340,32
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FUNDO PREPARADOR DE PAREDE, BASE ÁGUA,(PARA RECUPERAÇÃO DAS TRINCAS)	m	81,34	0,18	1,53	1,71	14,64	124,45	139,09
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASTIQUE À BASE DE ELASTÔMEROS, REF. SELATRINCA DA SUVINIL OU SIMILAR, NAS TRINCAS	m	86,44	5,30	10,30	15,60	458,13	890,33	1.348,46
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS LARGURA DE 15CM PARA PINTURA EXTERNA E INTERNA INCLUINDO LIXAMENTO (PARA RECUPERAÇÃO DAS TRINCAS)	m	190,44	0,80	1,79	2,59	152,35	340,89	493,24
Mancha - processo biológico	LAVAÇÃO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO	m²	746,94	0,33	6,20	6,53	246,49	4.631,03	4.877,52
Tinta acrílica fosca	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE TINTA ACRÍLICA FOSCA, CORES DEFINIDAS PELA FISCALIZAÇÃO UFSC, REF. SUVINIL OU SIMILAR, LINHA PREMIUM, CONFORME PBQP-H, 3 DEMÃOS, INCLUINDO LIXAMENTO.	m²	9611,1	3,61	13,96	17,57	34.696,07	134.170,96	168.867,03
Tinta acrílica semi-brilho	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE TINTA SEMI-BRILHO, CORES DEFINIDAS PELA FISCALIZAÇÃO UFSC, REF. SUVINIL OU SIMILAR, LINHA PREMIUM, CONFORME PBQP-H, 3 DEMÃOS, INCLUINDO LIXAMENTO	m²	979,9	4,73	13,45	18,18	4.634,93	13.179,66	17.814,58
Tinta emborrachada	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE TINTA EMBORRACHADA, CORES DEFINIDAS PELA FISCALIZAÇÃO UFSC, REF. ANJO OU SIMILAR, LINHA PREMIUM, CONFORME PBQP-H, 3 DEMÃOS.	m²	896,90	6,93	13,45	20,38	6.215,52	12.063,31	18.278,82
Lavação superfície	LAVAÇÃO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS COM LAVAJATO DE ALTA PRESSÃO PROFISSIONAL (MÍNIMO 1600 LIBRAS - 110 BAR),	m²	9.012,11	0,29	1,31	1,60	2.613,51	11.805,86	14.419,38

53.052,95 185.961,43 239014,3805

APÊNDICE B - COMPOSIÇÃO UNITÁRIA PARA TRATAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADA CONVENCIONAL COM ALVENARIA APARENTE

Sistema de fachada convencional com alvenaria aparente				UNITÁRIO (R\$) BDI = 22,47%			TOTAL (R\$)		
Manifestação patológica	Tratamento	UN.	Qtd.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Descascamento, empolamento ou eflorescência em pintura	REMOÇÃO DE PINTURA COM RASPAGEM, EM PAREDES INTERNAS OU EXTERNAS	m²	190,26	1,71	6,48	8,19	325,34	1.232,88	1.558,23
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FUNDO PREPARADOR PARA PAREDES, BASE ÁGUA.	m²	190,26	2,00	1,08	3,08	380,52	205,48	586,00
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS PARA PINTURA EXTERNA INCLUINDO LIXAMENTO	m²	190,26	5,44	11,55	16,99	1.035,01	2.197,50	3.232,52
Fissura em argamassa de revestimento	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS PARA PINTURA EXTERNA INCLUINDO LIXAMENTO	m²	19,14	5,44	11,55	16,99	104,12	221,07	325,19
Trinca em argamassa de revestimento	ABERTURA DAS TRINCAS EM "V"	m	10,93	-	5,93	5,93	-	64,81	64,81
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE FUNDO PREPARADOR DE PAREDE, BASE ÁGUA,(PARA RECUPERAÇÃO DAS TRINCAS)	m	10,93	0,18	1,53	1,71	1,97	16,72	18,69
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASTIQUE À BASE DE ELASTÔMEROS, REF. SELATRINCA DA SUVINIL OU SIMILAR, NAS TRINCAS	m	10,93	5,30	10,30	15,60	57,93	112,58	170,51
	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE MASSA ACRÍLICA, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 2 DEMÃOS LARGURA DE 15CM PARA PINTURA EXTERNA E INTERNA INCLUINDO LIXAMENTO (PARA RECUPERAÇÃO DAS TRINCAS)	m	42,3	0,80	1,79	2,59	33,84	75,72	109,56
Mancha - processo biológico	LAVAÇÃO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS COM HIPOCLORITO DE SÓDIO	m²	1187,95	0,33	6,20	6,53	392,02	7.365,29	7.757,31
Tinta acrílica fosca	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE TINTA ACRÍLICA FOSCA, CORES DEFINIDAS PELA FISCALIZAÇÃO UFSC, REF. SUVINIL OU SIMILAR, LINHA PREMIUM, CONFORME PBQP-H, 3 DEMÃOS, INCLUINDO LIXAMENTO.	m²	6385,27	3,61	13,96	17,57	23.050,82	89.138,37	112.189,19
Tinta emborrachada	FORNECIMENTO E APLICAÇÃO DE TINTA EMBORRACHADA, CORES DEFINIDAS PELA FISCALIZAÇÃO UFSC, REF. ANJO OU SIMILAR, LINHA PREMIUM, CONFORME PBQP-H, 3 DEMÃOS.	m²	258,97	6,93	13,45	20,38	1.794,66	3.483,15	5.277,81
Verniz	APLICAÇÃO DE VERNIZ INCOLOR A BASE DE RESINA ACRÍLICA, ALTO BRILHO PARA CONCRETO E TIJOLOS APARENTES, REF. SUVINIL OU SIMILAR, 3 DEMÃOS	m²	1.409,57	5,07	11,84	16,91	7.146,52	16.689,31	23.835,83
Lavação superfície	LAVAÇÃO DAS SUPERFÍCIES EXTERNAS COM LAVAJATO DE ALTA PRESSÃO PROFISSIONAL (MÍNIMO 1600 LIBRAS - 110 BAR),	m²	5.838,94	0,29	1,31	1,60	1.693,29	7.649,01	9.342,30
							34.322,77	128.451,90	164.467,96

APÊNDICE C - PLANILHA ORÇAMENTÁRIA

Preço base: agosto de 2016										
PLANILHA ORÇAMENTÁRIA										
BDI 22,47%										
Preço unitário s/ BDI										
Preço unitário c/ BDI										
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNID.	Material (R\$)	Mao de obra (R\$)	Total s/ BDI	Material (R\$)	Mao de obra (R\$)	TOTAL c/ BDI (R\$)
1			FACHADA CONVENCIONAL	m²				49,51	87,29	136,80
1.1			PAREDE DE FACHADA							
	87499	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	18,60	63,34	81,94	22,79	77,57	100,35
1.2			REVESTIMENTO EXTERNO							
	87893	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	1,82	2,89	4,71	2,23	3,54	5,77
	87797	SINAPI	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8. PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS), ESPESURA DE 25 MM. AF_06/2014	m²	13,40	0,96	14,36	16,41	1,18	17,59
1.3			PINTURA EXTERNA							
	88412	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS. AF_06/2014	m²	0,93	0,45	1,38	1,14	0,55	1,69
	88489	SINAPI	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	m²	5,66	3,64	9,30	6,94	4,46	11,39
								49,51	87,29	136,80
2			FACHADA EM ALVENARIA APARENTE	m²				60,72	48,31	109,03
2.1			PAREDE DE FACHADA							
	Comp. 1	Fonte: adaptado DMPI	Alvenaria de tijolos aparentes 6,5 cm x 10 cm x 20 cm assentado e rejuntados com argamassa de cimento e areia	m²	44,81	29,87	74,68	54,88	36,58	91,46
2.2			PINTURA							
	84678	SINAPI	VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE EM CONCRETO OU TIJOLO. TRES DEMAOS	m²	4,77	9,58	14,35	5,84	11,73	17,57
								60,72	48,31	109,03
3			FACHADA EM CERÂMICA	m²				155,54	90,75	246,28
3.1			PAREDE DE FACHADA							
	87499	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	m²	18,60	63,34	81,94	22,79	77,57	100,35
3.2			REVESTIMENTO EXTERNO							
	87893	SINAPI	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	m²	1,82	2,89	4,71	2,23	3,54	5,77
	87797	SINAPI	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8. PREPARO MANUAL, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS), ESPESURA DE 25 MM. AF_06/2014	m²	13,40	0,96	14,36	16,41	1,18	17,59
	87243	SINAPI	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS A PRUMO, APLICADO EM PANOS SEM VÃOS. AF_06/2014	m²	93,17	6,91	100,09	114,11	8,47	122,57
								155,54	90,75	246,28

APÊNDICE D - 2 INSUMO

Código	Descrição Insumo	Unid.	Preço mediano (R\$)
6111	SERVENTE	H	10,71
4750	PEDREIRO	H	17,93
2706	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR	H	63,15
2707	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA PLENO	H	79,53
2708	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA SENIOR	H	104,48
73935/2	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO FURADO 9X19X19CM, 1 VEZ (ESPESSURA 19 CM), ASSENTADO EM ARGAMASSA TRACO 1:4 (CIMENTO E AREIA MEDIA NAO PENEIRADA), PREPARO MANUAL, JUNTA1 CM	M²	341,04
7267	BLOCO CERAMICO (ALVENARIA VEDACAO), 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 C	UN	0,35
34557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	1,23
37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	46,95
87377	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA GROSSA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M³	433,98
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M³	341,04
4783	PINTOR	H	15,52
6085	SELADOR ACRILICO PAREDES INTERNAS/EXTERNAS	L	5,81
7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	17,16
7256	Tijolo aparente 6,5x10x20 cm	UN	0,57
87373	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) , PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M³	355,94
3767	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120 (COR VERMELHA)	UN	0,69
40514	VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE PARA MADEIRA, SEM FILTRO SOLAR, USO INTERNO E EXTERNO	L	20,74
88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA	H	16,52
36881	PASTILHA CERAMICA/PORCELANA, REVEST INT/EXT E PISCINA, CORES FRIAS *5 X 5* CM	M²	75,53
37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII	Kg	1,41

APÊNDICE E - 1 COMPOSIÇÃO UNITÁRIA

PARE	87499	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA HORIZONTAL DE 9X14X19CM (ESPESSURA 9CM) DE PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M² SEM VÃOS E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_06/2014	M2	Coeficiente	Valor (R\$)
COMPOSICAO	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	0,0106	3,62
COMPOSICAO	4750	PEDREIRO	H	2,72	48,77
COMPOSICAO	6111	SERVENTE	H	1,36	14,57
INSUMO	7267	BLOCO CERAMICO (ALVENARIA VEDACAO), 6 FUROS, DE 9 X 14 X 19 CM	UN	37,24	13,03
INSUMO	34557	TELA DE ACO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	1,09	1,34
INSUMO	37395	PINO DE ACO COM FURO, HASTE = 27 MM (ACAO DIRETA)	CENTO	0,0131	0,62
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			18,60	63,34	81,94
REVE	87893	CHAPISCO APLICADO EM ALVENARIA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) E ESTRUTURAS DE CONCRETO DE FACHADA, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M2	Coeficiente	Valor (R\$)
COMPOSICAO	87377	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA GROSSA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M3	0,0042	1,82
COMPOSICAO	4750	PEDREIRO	H	0,124	2,22
COMPOSICAO	6111	SERVENTE	H	0,062	0,66
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			1,82	2,89	4,71
REVE	87797	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L, APLICADA MANUALMENTE EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS), ESPESSURA DE 35 MM. AF_06/2014	M2	Coeficiente	Valor (R\$)
COMPOSICAO	87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M3	0,0393	13,40
COMPOSICAO	4750	PEDREIRO	H	0,48	8,61
COMPOSICAO	6111	SERVENTE	H	0,48	5,14
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			13,40	0,96	14,36
PINT	88412	APLICAÇÃO MANUAL DE FUNDO SELADOR ACRÍLICO EM PANOS CEGOS DE FACHADA (SEM PRESENÇA DE VÃOS) DE EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS. AF_06/2014	M2	Coeficiente	Valor (R\$)
COMPOSICAO	4783	PINTOR	H	0,025	0,39
COMPOSICAO	6111	SERVENTE	H	0,006	0,06
INSUMO	6085	SELADOR ACRILICO PAREDES INTERNAS/EXTERNAS	L	0,16	0,93
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			0,93	0,45	1,38
PINT	88489	APLICAÇÃO MANUAL DE PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICA EM PAREDES, DUAS DEMÃOS. AF_06/2014	M2	Coeficiente	Valor (R\$)
COMPOSICAO	4783	PINTOR	H	0,187	2,90
COMPOSICAO	6111	SERVENTE	H	0,069	0,74
INSUMO	7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	0,33	5,66
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			5,66	3,64	9,30

APÊNDICE E - 2 COMPOSIÇÃO UNITÁRIA

	Comp. 1	Alvenaria de tijolos aparentes 6,5 cm x 10 cm x 20 cm assentado e rejuntados com argamassa de cimento e areia	M2	Coefficiente	Valor (R\$)
COMPOSICAO	87373	Tijolo aparente 6,5x10x20 cm	UN	70	39,90
COMPOSICAO	88309	ARGAMASSA TRAÇO 1:4 (CIMENTO E AREIA MÉDIA) , PREPARO MANUAL. AF_06/2014	M³	0,0138	4,91
INSUMO	4750	Pedreiro	H	1,14	20,44
INSUMO	6111	Servente	H	0,88	9,42
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			44,81	29,87	74,68
PINT	84678	VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE EM CONCRETO OU TIJOLO, TRES DEMAOS	M2		Valor (R\$)
COMPOSICAO	88310	PINTOR	H	0,5	7,76
COMPOSICAO	88316	SERVENTE	H	0,17	1,82
INSUMO	3767	LIXA EM FOLHA PARA PAREDE OU MADEIRA, NUMERO 120 (COR VERMELHA)	UN	1,5	1,04
INSUMO	40514	VERNIZ POLIURETANO BRILHANTE PARA MADEIRA, SEM FILTRO SOLAR, USO INTERNO E EXTERNO	L	0,18	3,73
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			4,77	9,58	14,35
REVE	87243	REVESTIMENTO CERÂMICO PARA PAREDES EXTERNAS EM PASTILHAS DE PORCELANA 5 X 5 CM (PLACAS DE 30 X 30 CM), ALINHADAS A PRUMO, APLICADO EM PANOS SEM VÃOS. AF_06/2014	M2		Valor (R\$)
COMPOSICAO	88256	AZULEJISTA OU LADRILHISTA	H	1,03	1,45
COMPOSICAO	88316	SERVENTE	H	0,51	5,46
INSUMO	36881	PASTILHA CERAMICA/PORCELANA, REVEST INT/EXT E PISCINA, CORES FRIAS *5 X 5* CM	M2	1,09	82,33
INSUMO	37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII	KG	7,69	10,84
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
			93,17	6,91	100,09
A_AUX_012		DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO E ARGAMASSA	M2		Valor (R\$)
A_AUX_012		DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO	M²	1	8,74
A_AUX_013		DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO DE ARGAMASSA DE CAL E AREIA	M²	1	3,86
A_AUX_006		CARGA MANUAL DE ENTULHO	M³	0,044	0,24
A_AUX_007		TRANSPORTE HORIZONTAL DE MATERIAIS DIVERSOS 60M	M³	0,044	1,03
			Material (R\$)	Mão de obra (R\$)	Total (R\$)
				13,87	13,87

APÊNDICE F - 1 COMPOSIÇÃO DE MANUTENÇÃO - CONVENCIONAL

Sistema de fachada convencional		UNITÁRIO (R\$)/BDI=22,47%		
Manutenção	UN.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Lavação das superfícies externas com lavajato de alta pressão profissional (mínimo 1600 libras - 110 bar)	m ²	0,29	1,31	1,6
Repintura	UN.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Lavação das superfícies externas com lavajato de alta pressão profissional (mínimo 1600 libras - 110 bar)	m ²	0,29	1,31	1,6
Aplicação de tinta semi-brilho, cores definidas pela fiscalização UFSC, ref. Suvinil ou similar, linha Premium, conforme PBQP-H, 3 demãos.	m ²	3,61	13,96	17,57
Subtotal=				19,17

Sistema de fachada em alvenaria aparente		UNITÁRIO (R\$)/BDI=22,47%		
Manutenção	UN.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Lavação das superfícies externas com lavajato de alta pressão profissional (mínimo 1600 libras - 110 bar)	m ²	0,29	1,31	1,6
Repintura	UN.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Lavação das superfícies externas com lavajato de alta pressão profissional (mínimo 1600 libras - 110 bar)	m ²	0,29	1,31	1,6
Aplicação de tinta semi-brilho, cores definidas pela fiscalização UFSC, ref. Suvinil ou similar, linha Premium, conforme PBQP-H, 3 demãos.	m ²	3,61	13,96	17,57
Subtotal=				19,17

APÊNDICE F - 2 COMPOSIÇÃO DE MANUTENÇÃO - CERÂMICA

Sistema de fachada em cerâmica		UNITÁRIO (R\$)/BDI=22,47%		
Manutenção	UN.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Lavação das superfícies externas com lavajato de alta pressão profissional (mínimo 1600 libras - 110 bar)	m ²	0,29	1,31	1,6
Reassentamento de cerâmica	UN.	MAT. c/ BDI	M. O. c/ BDI	TOTAL c/ BDI
Fontes: Infraero DEMOLIÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO E ARGAMASSA	m ²	-	13,87	18,8
Fontes: DMPI Fornecimento e execução de reboco massa única, traço 1:2:5	m ²	5,85	16,64	22,49
Fontes: DMPI Fornecimento e colocação de pastilha de cerâmica 5x5 cm colorida, alinhadas a prumo, assentada com argamassa ACIII pré-fabricada de cimento colante	m ²	103,15	29,1	132,25
Subtotal=				173,54

ANEXO A – NBR 15575-4 (2013)

Tabela 11 — Condições de ensaio de estanqueidade à água de sistemas de vedações verticais externas

Região do Brasil	Condições de ensaio de paredes	
	Pressão estática Pa	Vazão de água L / m ² min
I	10	3
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

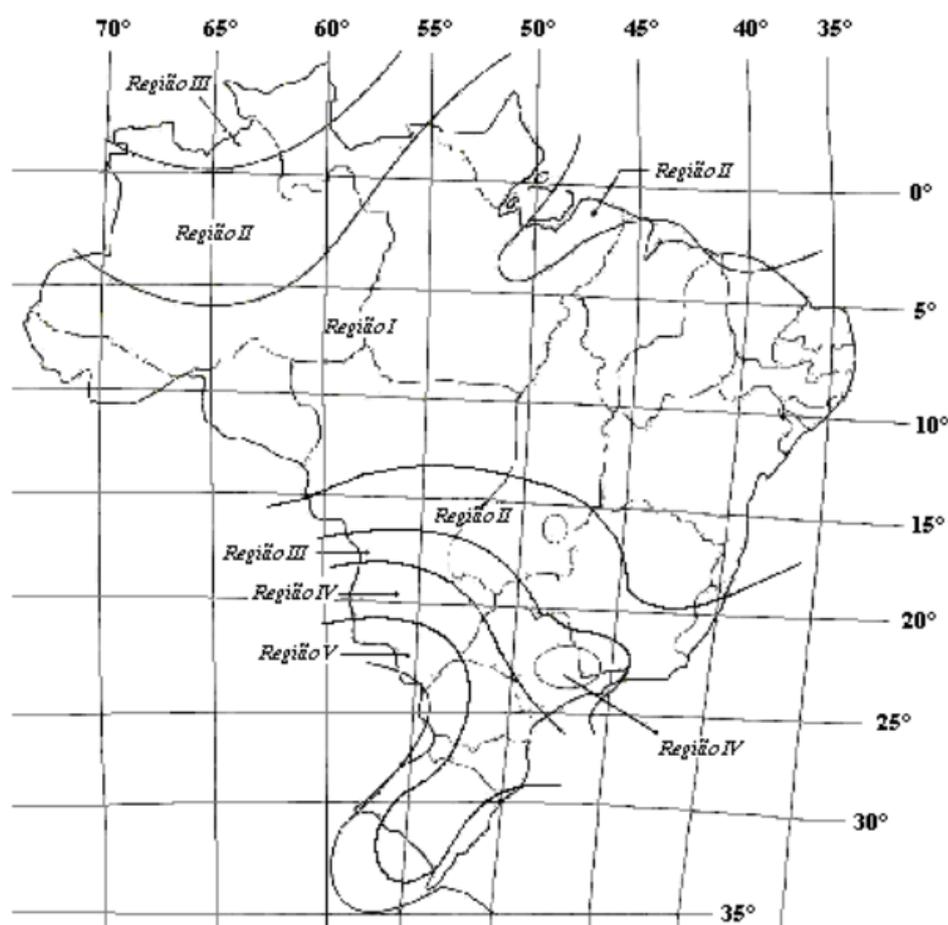


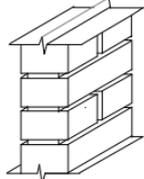
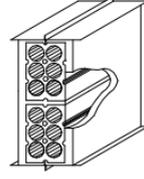
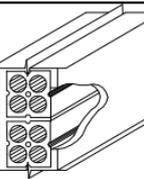
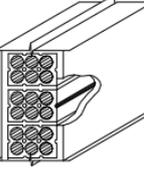
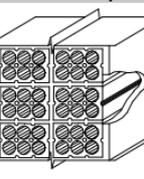
Figura 1 – Condições de exposição conforme as regiões brasileiras

ANEXO B – NBR 15220-2 (2003)

Tabela B.2 - Absortância (α) para radiação solar (ondas curtas) e emissividade (ε) para radiações a temperaturas comuns (ondas longas)

Tipo de superfície		α	ε
Chapa de alumínio (nova e brilhante)		0,05	0,05
Chapa de alumínio (oxidada)		0,15	0,12
Chapa de aço galvanizada (nova e brilhante)		0,25	0,25
Calação nova		0,12 / 0,15	0,90
Concreto aparente		0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Telha de barro		0,75 / 0,80	0,85 / 0,95
Tijolo aparente		0,65 / 0,80	0,85 / 0,95
Reboco claro		0,30 / 0,50	0,85 / 0,95
Revestimento asfáltico		0,85 / 0,98	0,90 / 0,98
Vidro incolor		0,06 / 0,25	0,84
Vidro colorido		0,40 / 0,80	0,84
Vidro metalizado		0,35 / 0,80	0,15 / 0,84
Pintura:	Branca	0,20	0,90
	Amarela	0,30	0,90
	Verde clara	0,40	0,90
	"Alumínio"	0,40	0,50
	Verde escura	0,70	0,90
	Vermelha	0,74	0,90
	Preta	0,97	0,90

Tabela D.3 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico para algumas paredes

Parede	Descrição	U [W/(m ² .K)]	C _T [kJ/(m ² .K)]	ϕ [horas]
	Parede de tijolos maciços aparentes Dimensões do tijolo: 10,0x6,0x22,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura total da parede: 10,0 cm	3,70	149	2,4
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 15,0 cm	2,28	168	3,7
	Parede com 4 furos circulares Dimensões do tijolo: 9,5x9,5x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 14,5 cm	2,49	186	3,7
	Parede de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 20,0 cm	1,92	202	4,8
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na maior dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 36,0 cm	1,21	312	8,6