

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ
JULIANO MARTIGNONI

**COMPARAÇÃO DE INCIDÊNCIAS PATOLÓGICAS ENTRE PAREDES DE
CONCRETO E ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS EM UM EDIFÍCIO DE
CASCAVEL, PARANÁ**

CASCAVEL, PR
2016

JULIANO MARTIGNONI

**COMPARAÇÃO DE INCIDÊNCIAS PATOLÓGICAS ENTRE PAREDES DE
CONCRETO E ALVENARIA DE BLOCOS CERÂMICOS EM UM EDIFÍCIO DE
CASCAVEL, PARANÁ**

Trabalho apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^ª Esp. Thalyta Mayara Basso.

**CASCAVEL, PR
2016**

Dedico este trabalho aos meus pais, Waldemar Martignoni Neto e Maria Emilia Martignoni, pelo apoio e motivação que me ofereceram para a conclusão desta jornada acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Professora Especialista Thalyta Mayara Basso pelo seu suporte e toda paciência que disponibilizou neste trabalho acadêmico, fazendo com que fosse possível a conclusão.

A todos os professores que me ajudaram nesta jornada acadêmica, repassando seus conhecimentos e experiências para que assim fosse possível a minha formação.

A todos meus colegas de sala, que sempre me ajudaram e estiveram presentes nos momentos que precisei.

E principalmente à toda minha família, por sempre terem me apoiado e dado suporte nos momentos que precisei, para que assim fosse possível a conclusão desta jornada acadêmica.

RESUMO

Atualmente o meio da construção civil sofre com ocorrências de patologias nas mais variadas edificações, o que causa insatisfação pelos seus usuários. Novos sistemas construtivos são empregados no dia-a-dia com o fim de reduzir essas manifestações, mas em alguns casos a demora pelo domínio da técnica construtiva acaba levando à não solução do problema. O presente trabalho é um comparativo de patologias em uma edificação residencial que possui dois sistemas construtivos: o sistema de alvenaria convencional e o sistema de paredes de concreto. Deste modo procurou-se apresentar as manifestações patológicas que surgiram nessa edificação com base em formulário com análise de dados e registros fotográficos. Também é apresentado um orçamento de reparação para a patologia mais incidente na edificação. O resultado apresentado foi que o sistema construtivo de alvenaria convencional foi o mais numeroso em problemas manifestados sendo encontrado um total de 217 patologias em 16 apartamentos verificados, enquanto o sistema de paredes de concreto apresentou um total de 179 patologias em 16 apartamentos verificados. De todas as patologias verificadas, as mais incidentes foram as fissuras, havendo um total de 171 fissuras no sistema de alvenaria convencional, enquanto que no sistema de paredes de concreto foi encontrado um total de 138 fissuras. As possíveis causas para essas diferenças se devem a alguns motivos, como pelo fato de o período de execução do sistema de alvenaria convencional ter sido no verão, havendo elevada temperatura e ocasionando diferença na proporção cimento e água; além disso, verificou-se que houve maior controle na técnica de execução do sistema de paredes de concreto.

PALAVRAS-CHAVE: Patologias. Alvenaria de Blocos Cerâmicos. Paredes de Concreto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Visualização do lote pelo Geoportal de Cascavel (PR).	13
Figura 02 – Fachada da edificação.	13
Figura 03 – Blocos cerâmicos vazados.....	16
Figura 04 – Modelo de junta de amarração.	18
Figura 05 – Vão de janela com verga e contra verga.	19
Figura 06 – Exemplo de fissuras em edificações.	20
Figura 07 – Infiltração em edificação.....	21
Figura 08 – Paredes de concreto.....	22
Figura 09 – Fôrmas de paredes de concreto.	24
Figura 10 – Fissuras em paredes de concreto.	27
Figura 11 – Bolhas superficiais nas paredes de concreto.	28
Figura 12 – Planta baixa com análise de incidência solar.	34
Figura 13 – Planta baixa com análise de incidência solar.	34
Figura 14 – Fissura em proximidade de janela.....	35
Figura 15 – Fissura em ângulo de 45°.....	37
Figura 16 – Fissura em posição horizontal.....	38
Figura 17 – Fissura em posição vertical.....	38
Figura 18 – Patologia ocorrida por infiltração.....	40
Figura 19 – Posição de cômodos para influência solar.	44
Figura 20 – Posição de cômodos para influencia solar.	44
Figura 21 – Fissura abaixo de janela.	45
Figura 22 – Fissura vertical.	47
Figura 23 – Fissura horizontal.....	47
Figura 24 – Patologia por infiltração.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Exigências mecânicas e reológicas de argamassas.....	17
Tabela 02 – Resistência média à compressão e traço de argamassa.	17
Tabela 03 – Tabela de dados dos tipos de concreto usados.....	25
Tabela 04 – Patologias nos apartamentos.....	30
Tabela 05 – Quantidade de fissuras encontradas.....	33
Tabela 06 – Quadro de fissuras ocorridas.	42
Tabela 07 – Tabela SINAPI de custos.....	53
Tabela 08 – Valores totais para reparo de 1m ²	54
Tabela 09 – Tabela SINAPI de custos.....	55
Tabela 10 – Tabela de valores totais para reparo de 1m ²	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Total de patologias encontradas.	33
Gráfico 02 – Total de fissuras ao redor de janelas dos apartamentos.....	36
Gráfico 03 – Quantidade de fissuras horizontais e verticais.	39
Gráfico 04 – Gráfico de infiltrações ocorridas	41
Gráfico 05 – Número total de fissuras encontradas nos apartamentos.....	43
Gráfico 06 – Gráfico de fissuras em janelas.....	46
Gráfico 07 – Fissuras horizontais e verticais encontradas.....	48
Gráfico 08 – Patologias por infiltração.....	50
Gráfico 09 – Patologias nos dois sistemas construtivos.....	51
Gráfico 10 – Patologias manifestadas.	52

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	10
1.1 INTRODUÇÃO.....	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	12
 CAPÍTULO 2	 14
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1.1 Alvenaria convencional	14
2.1.1.1 Componentes da alvenaria de fechamento/vedação	15
2.1.1.1.1 Bloco cerâmico	15
2.1.1.1.2 Argamassa de assentamento	16
2.1.1.2 Execução da alvenaria de fechamento	18
2.1.1.3 Patologias em alvenarias	19
2.1.1.3.1 Fissuras	20
2.1.1.3.2 Infiltrações	21
2.1.2 Paredes de concreto	22
2.1.2.1 Processo de execução	23
2.1.2.1.1 Fôrmas	24
2.1.2.1.2 Concreto	25
2.1.2.2 Patologias no sistema de paredes de concreto	26
2.1.2.2.1 Fissuras	26
2.1.2.2.2 Influência solar	27
2.1.2.2.3 Bolhas superficiais.....	27
 CAPÍTULO 3	 29
3.1 METODOLOGIA.....	29
3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa	29
3.1.2 Caracterização da amostra	29

3.1.3 Coleta de dados.....	30
3.1.4 Análise dos dados	31
CAPÍTULO 4.....	32
4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
4.2 PATOLOGIAS ENCONTRADAS NO SISTEMA CONVENCIONAL.....	32
4.2.1 Fissuras encontradas	32
4.2.2 Fissuras próximas a janelas	35
4.2.3 Fissuras verticais e horizontais	37
4.2.4 Infiltrações no sistema convencional.....	40
4.3 PATOLOGIAS NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO	42
4.3.1 Fissuras encontradas	42
4.3.2 Fissuras em janelas	44
4.3.3 Fissuras horizontais e verticais	46
4.3.4 Patologia por infiltrações.....	49
4.4 ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE OS DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS	50
4.5 ORÇAMENTO DA PATOLOGIA MAIS OCORRENTE	53
4.5.1 Orçamento de paredes de concreto	53
4.6 ORÇAMENTO PARA ALVENARIA CONVENCIONAL	55
CAPÍTULO 5.....	58
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
CAPÍTULO 6.....	60
6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	60
REFERÊNCIAS	61
ANEXOS	65

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem enfrentando uma grave crise econômica e em consequência vários setores do país vêm sendo afetados diretamente, como é o caso da construção civil.

De acordo com Kelly (2015) é previsto para o setor de construção civil uma queda no número de atividades, maior número de desempregados e de novos empreendimentos.

Em meio à crise é de suma importância usar novas maneiras de construção para conseguir produzir rapidamente e ao mesmo tempo gastar menos dinheiro. Assim, uma aposta para esse tipo de sistema construtivo seria a construção de paredes de concreto, que vem crescendo no mercado atual.

Esse sistema vem sendo usado pelas construtoras e possui como benefício maior a rapidez de evolução na obra e menor uso de mão de obra qualificada, sendo considerado três vezes mais rápido que o sistema convencional (CICHINELLI, 2013). Inclusive, até mesmo as construções do Programa Minha Casa Minha vida (PMCMV) estão sendo realizadas com paredes de concreto.

Apesar de novos conceitos surgirem no mercado, ainda há a predominância do sistema de alvenaria convencional, sendo este o sistema construtivo mais usado atualmente, talvez não por muito tempo, pois o país vem cada dia mais usando novas tecnologias para aprimorar a construção civil.

A alvenaria convencional ainda é a mais utilizada no Brasil, por sua técnica já ser conhecida pelos trabalhadores e pela sua popularidade no setor. Por ainda ser o sistema construtivo mais usado no país, o mercado tende a continuar com o uso desse sistema de fechamento acreditando que é o menos favorável ao acontecimento de patologias. Isso se deve ao pouco conhecimento quanto a outros tipos de fechamentos.

Este trabalho de conclusão de curso analisou as incidências patológicas em dois sistemas construtivos: paredes de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos. A pesquisa pretendeu mostrar as patologias ocorridas em uma edificação residencial apresentando medidas para tratamento e prevenção das mesmas.

A base do estudo foi um edifício de quatro pavimentos, com dois blocos, localizado na cidade de Cascavel (PR), uma vez que em sua construção foi utilizado tanto o sistema de alvenaria convencional quanto o de paredes de concreto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Comparar a incidência de patologias em um edifício localizado na cidade de Cascavel (PR), que foi executado com dois sistemas construtivos diferentes: paredes de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Levantamento das principais patologias aparentes encontradas nos dois sistemas construtivos (paredes de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos);
- b) Quantificar a frequência com que são encontradas as patologias em cada sistema construtivo;
- c) Apresentar as prováveis causas para as patologias encontradas;
- d) Estimar o custo para reparo da patologia mais recorrente.

1.3 JUSTIFICATIVA

Patologias são cada vez mais frequentes no meio da construção civil e aparecem por diversas causas. Muitas vezes isso deixa uma imagem ruim para a construtora além de levar a um desgaste financeiro em virtude das manutenções que são necessárias.

O setor de construção vem a cada dia buscando acelerar a execução de edificações no país para as classes de menor poder aquisitivo em meio à sociedade, porém, essas edificações necessitam constantemente de manutenção devido ao surgimento de patologias.

As vistorias realizadas pelo Agrupamento de Componentes e Sistemas Construtivos (ACSC), pela Divisão de Engenharia Civil (DEC) e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) demonstram que vários tipos de construções, seja pelo sistema convencional ou pelos inovadores, vêm apresentando grande número de patologias (FIESS *et al.*, 2004).

Nesse sentido, este trabalho mostrou as principais patologias encontradas em dois sistemas construtivos, paredes de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos, sendo este um

estudo de muita importância uma vez que depois de realizadas as comparações poderão surgir novos estudos das causas que originam esses problemas. Dessa forma será possível o desenvolvimento de novas ideias para reduzir as patologias incidentes nas edificações.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Quais os principais tipos de patologias encontradas no edifício analisado e quais suas possíveis causas?

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa deste trabalho mostrou as principais patologias encontradas em um edifício localizado na cidade de Cascavel (PR), tendo como sistema executivo de construção paredes de concreto em um bloco, e alvenaria convencional em outro bloco. São duas tipologias de construção em uma área total de 2.177,80m² e contando com quatro pavimentos. O endereço do edifício que é estudado está situado na Avenida Toledo, número 1143. É apresentada na Figura 01 a visualização do lote pelo Geoportal de Cascavel e a Figura 02 é mostrada a fachada da edificação.

A pesquisa foi realizada no pós-obra, ou seja, as patologias detectadas foram repassadas à construtora para as devidas providências com manutenção e correção. Ao autor do trabalho foi permitida pela construtora a identificação visual e assim realizou-se o estudo do caso.

Figura 01 – Visualização do lote pelo Geoportal de Cascavel (PR).



Fonte: Geoportal Cascavel (2016).

Figura 02 – Fachada da edificação.



Fonte: Autor (2016).

CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo haverá a discussão sobre os temas de alvenaria convencional e de paredes de concreto procurando mostrar como funcionam esses dois sistemas e quais são suas principais características, apresentando os motivos por terem sido usados ambos os sistemas para as edificações em análise.

2.1.1 Alvenaria convencional

Alvenaria é um conjunto de blocos artificiais ou naturais que quando unidos alinhadamente, por uma argamassa coladora ou não, forma um fechamento que apresenta resistência, impenetrabilidade e durabilidade (ARAÚJO, 1999).

A alvenaria vem sendo usada desde os tempos mais remotos. Para as construções eram utilizados elementos como pedra, blocos de argila etc. e até hoje algumas delas permanecem erguidas, desafiando o tempo (RAMALHO e CORREA, 2003).

O sistema construtivo de alvenaria convencional para fechamento é um sistema muito usado no Brasil. É formado por pilares, vigas e lajes de concreto, e nele a alvenaria de blocos cerâmicos é usada apenas para o fechamento das paredes, não exercendo nenhuma função estrutural. Seus esforços são transmitidos e passados para as lajes, pilares e vigas e depois para a fundação, onde se tem a dissipação final dos esforços (SOUZA, 2012).

Apesar de não ser dimensionada para função estrutural, a alvenaria de vedação, segundo Milito (2009), deve ter algumas características técnicas, que são:

- Resistência mecânica;
- Conforto térmico e acústico;
- Resistência ao fogo;
- Estanqueidade;
- Durabilidade.

Segundo Richter (2007), o uso desse sistema de construção veio aumentando no Brasil por causa das devidas adaptações no país, acabando por se tornar o principal sistema de construção. Na década de 1980 essa tecnologia foi consolidada, e atualmente um exemplo disso seria a produção em grande quantidade de empreendimentos habitacionais de baixa renda.

Apesar das várias novas formas de tecnologias para construção, a alvenaria convencional é usada em larga escala para todos os tipos de habitações. Segundo Bernardes *et al.* (2012), no Brasil, ainda por tradição, o sistema de construção mais usado para a execução de habitações é o composto basicamente por argamassa e alvenaria de blocos cerâmicos. Entretanto, a desvantagem é que esse sistema possui um grande custo associado.

Segundo Thomaz (1989), além de precisar de cuidados quanto à escolha dos materiais, a qualidade da alvenaria irá depender também da qualidade do serviço realizado.

2.1.1.1 Componentes da alvenaria de fechamento/vedação

A alvenaria de vedação é um fator muito importante para o desempenho da edificação por possuir maior visualização exterior. Ela também interage com outras partes da obra como revestimentos, instalações, impermeabilizações, estrutura e esquadrias, e pode custar até 40% do custo total da obra (BARROS, 1998).

A seguir são abordados dois dos principais componentes para a execução da alvenaria.

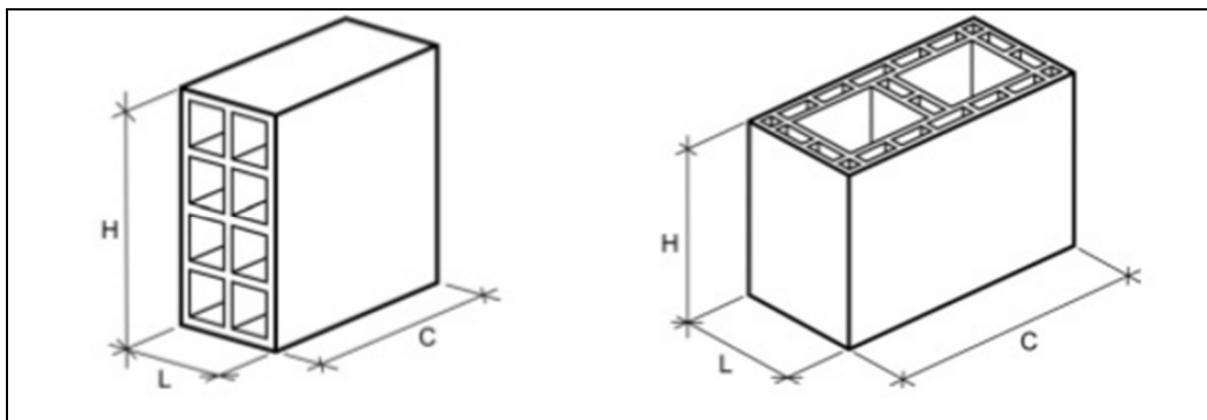
2.1.1.1.1 Bloco cerâmico

Segundo Ripper e Souza (1998), o tijolo é um elemento para alvenaria que normalmente possui uma forma paralelepípedica, com fabricação industrial, tendo características regulares e a função de construir paredes e divisórias com assentamento de juntas de argamassa.

De acordo com a NBR 15270-1 (2005), os blocos cerâmicos para fechamento fazem parte das alvenarias externas e internas e resistem apenas a seu próprio peso, não possuindo características para resistir pesos verticais.

O bloco mais usado nas obras para levantamento de paredes é pertencente aos blocos do tipo cerâmico. O seu comprimento é múltiplo do módulo M menos 1cm (NBR 15270-1:2005) e, conforme a Figura 3, pode representar duas formas: com furos na vertical ou com furos na horizontal.

Figura 03 – Blocos cerâmicos vazados.



Fonte: NBR 15270-1 (2005).

2.1.1.1.2 Argamassa de assentamento

Segundo a NBR 13281 (2005), argamassa é uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes e água, e que pode conter aditivos. Possui propriedades de ligamento e colagem e sua mistura pode ser feita *in loco* ou industrializada.

A argamassa é constituída por areia, cimento e água, sendo que cada um desses materiais tem sua função para que se consiga obter qualidade. Algumas dessas qualidades são: resistência, durabilidade, plasticidade, consistência e aderência (TAUIL e NESE, 2010).

De acordo com Ripper e Souza (1998), apesar de existirem alvenarias sem uso de argamassa, seu uso na execução da alvenaria de fechamento é de fundamental importância, pois o papel da argamassa é de aglutinar o elemento escolhido.

Segundo Ramalho e Correa (2003), a argamassa de assentamento tem a função de juntar as unidades de alvenaria, repassar as tensões entre as unidades da alvenaria, conseguir reparar deformações e não permitir a passagem de vento e água na edificação.

A NBR 13281 (2005), que informa sobre os requisitos para a argamassa de assentamento, fornece uma tabela de exigências (tabela 01) que mostra a conformidade necessária para resistências mecânicas e reológicas.

Tabela 01 – Exigências mecânicas e reológicas de argamassas.

Características	Identificação ¹⁾	Limites	Método
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	I	≥ 0,1 e < 4,0	NBR 13279
	II	≥ 4,0 e ≤ 8,0	
	III	> 8,0	
Capacidade de retenção de água (%)	Normal	≥ 80 e ≤ 90	NBR 13277
	Alta	> 90	
Teor de ar incorporado (%)	a	< 8	NBR 13278
	b	≥ 8 e ≤ 18	
	c	> 18	

¹⁾ Exemplo de identificação de argamassa: I-Normal-a.

Fonte: NBR 13281 (2005).

Na Tabela 02 está representada a resistência média à compressão e o traço indicado da argamassa para alvenaria, segundo a *International Council for Building* (CIB) (1998).

Tabela 02 – Resistência média à compressão e traço de argamassa.

Tipo de argamassa	Resistência média à compressão aos 28 dias (MPa)	Composição aproximada em volume		
		Cimento	Cal	Areia
M 20	20	1	0 - 1/4	2 1/4 - 3
M 10	10	1	1/4 - 1/2	vezes a so
M 5	5	1	1/2 - 1 1/4	ma do cimen
M 2	2.5	1	1 1/4 - 2 1/2	to e cal

Fonte: CIB (1998).

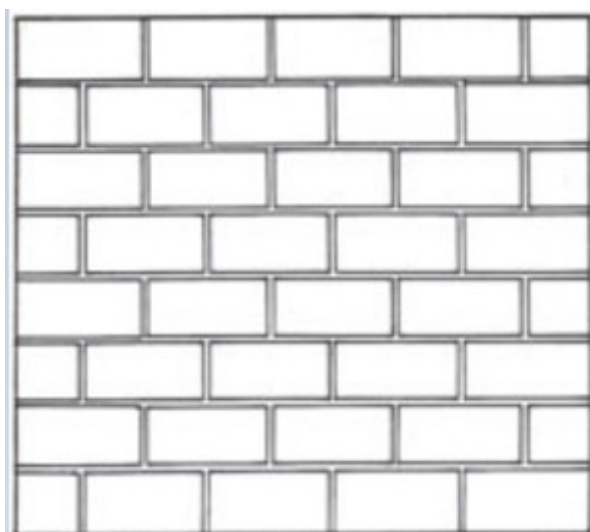
2.1.1.2 Execução da alvenaria de fechamento

A execução da alvenaria de fechamento depende de vários fatores para que com o passar do tempo não ocorram demasiadas patologias como, por exemplo, uma correta gestão por trás da execução *in loco*.

Segundo Carraro (1998), quando é analisada a execução da alvenaria normalmente a primeira imagem que se forma é a de um pedreiro assentando blocos ou tijolos. Porém, por trás disso existe todo um esquema de planejamento e organização da produção para que o serviço seja realizado corretamente.

Segundo a NBR 8545 (1984), que dispõe sobre a execução de alvenaria sem função estrutural, a execução das paredes deve ser realizada de forma que seja possível usar o maior número de elementos inteiros. A norma ainda determina que o assentamento da alvenaria seja executado com juntas de amarração. A Figura 4 apresenta o modelo de amarração mais visto em obras:

Figura 04 – Modelo de junta de amarração.



Fonte: Tauil e Racca (1981).

Para Ripper e Souza (1998), as juntas devem possuir uma espessura contínua, não ultrapassando 12-13mm, sendo que entre fiadas os elementos usados devem ser contra-fiados de $1/3$ a $1/2$ de seu comprimento para diminuir a chance de haver secções fracas e não interferir no seu desempenho.

Outro fator importante para evitar problemas futuros nas alvenarias de fechamento seria o uso de vergas e contra vergas. Segundo Milito (2009), a função das vergas é diminuir

as cargas nas esquadrias e quando trabalha sobre o vão teria a função de passar as cargas concentradas continuamente para as alvenarias inferiores.

A NBR 8545 (1984) recomenda que as vergas e contra vergas tenham mais de 20cm a mais que o vão considerado, de ambos os lados, e uma altura mínima de 10cm. Recomenda também que os vãos que forem próximos um ao outro com uma mesma altura sejam executados com uma única verga. A Figura 05 representa verga e contraverga em janela.

Figura 05 – Vão de janela com verga e contra verga.



Fonte: Autor (2016).

2.1.1.3 Patologias em alvenarias

As patologias são doenças encontradas nas edificações e atualmente, apesar das novas tecnologias, é muito comum ver edificações com várias patologias.

Segundo Almeida (2002), no estado atual de conhecimento das patologias das edificações, conhecimento esse proveniente da grande ajuda do avanço tecnológico, existem várias ferramentas que permitem o diagnóstico da maioria dessas patologias. A seguir é discutido nos próximos subtítulos algumas dessas patologias corriqueiras nesse sistema construtivo.

2.1.1.3.1 Fissuras

As patologias que mais preocupam os clientes são as fissurações. A ocorrência de fissuras vem se tornando um problema para que a construção civil consiga satisfazer por completo seu cliente (DUARTE, 1999).

De acordo com Thomaz (1989) há varias patologias existentes nas edificações, porém a mais importante atualmente seriam as fissuras, devido a três razões fundamentais:

- a) É indicativo de um estado que possa causar danos à estrutura;
- b) Possibilita o comprometimento do desempenho da estrutura pela não estanqueidade à água, isolamento acústica, entre outros;
- c) O dano pessoal que as fissuras apresentam para seus clientes nas edificações que acabam gerando insatisfações por parte desses

A Figura 06 mostra um exemplo de fissuras em edificações.

Figura 06 – Exemplo de fissuras em edificações.



Fonte: Autor (2016).

2.1.1.3.2 Infiltrações

Outra patologia que é muito comum em edificações e causadora de grande reclamação, devido ao transtorno para seus usuários, são as infiltrações. As infiltrações permitem que a água passe pela alvenaria, gerando umidade e causando desconforto. Segundo Cechinel (2016, *apud* VERÇOZA, 1985) são muitos problemas que as infiltrações por umidade podem causar para seus clientes como: goteiras, mofo, eflorescências, entre outras em suas edificações.

Segundo Perez (2016 *apud* SOUZA, 2008), a umidade na construção civil é um dos problemas mais difíceis de ser solucionado. A causa dessa difícil solução para essas patologias seria o complexo estudo que envolve sua solução, necessitando de longas pesquisas para seu diagnóstico e reparo.

Segundo Verçoza (2016 *apud* SILVA e SALES, 2013), a umidade que é gerada devido às infiltrações nas paredes não é apenas caso de uma patologia, com ela grande parte de outras patologias também se manifestem. A umidade é a essência para o início de patologias como eflorescências, mofo, bolores e outras. A Figura 07 mostra um exemplo de infiltração em edificações.

Figura 07 – Infiltração em edificação.



Fonte: Autor (2016).

2.1.2 Paredes de concreto

O sistema construtivo de paredes de concreto utiliza apenas fôrmas que são feitas *in loco* e que depois de instaladas são preenchidas com concreto. A instalação dessas fôrmas deve ser feita após a conclusão das instalações hidráulicas e elétricas.

A principal característica desse sistema construtivo é unificação da vedação e da estrutura, que funcionam como um só elemento (Figura 08) (MISSURELLI e MASSUDA, 2009).

Figura 08 – Paredes de concreto.



Fonte: Techne Pini (2009).

No Brasil, a utilização desse sistema construtivo teve ajuda de três grandes organizações do setor da construção civil, que são: a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), o Instituto Brasileiro das Empresas de Serviços de Concretagem (IBTS), e a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem (ABESC). Juntos conseguiram desenvolver avanços nos estudos sobre a construção das paredes de concreto, tendo como fonte de pesquisa países como Colômbia e Chile, lugares onde essa técnica é muito usada (ABCP, 2008).

Esse tipo de sistema construtivo é recomendado para edificações com alta repetitividade e pode ser usado em obras de pequeno, médio e alto padrão. A escolha desse

sistema construtivo depende da análise de custos levando em consideração vários fatores como a mão de obra e o tempo de construção.

Esse sistema pode ser realizado em edificações de casas térreas até seis pavimentos, e edifício de até nove pavimentos quando os esforços forem apenas de compressão, havendo exemplos desse tipo de construção de até 30 pavimentos (ABCP, 2007).

Segundo a NBR 16055/2012, uma estrutura de paredes de concreto deve ser projetada e executada de modo que sejam respeitadas as seguintes condições:

- Possa resistir a todos os esforços que sejam feitos tanto na sua construção quanto durante sua vida útil;
- Conserve sua segurança, estabilidade e eficiência durante toda sua vida útil, sob as condições ambientais que foram feitas na época da realização do projeto e quando realizada conforme analisado em projeto;
- Detalhes construtivos que possam possibilitar a continuação da estabilidade por tempo necessário à evacuação, quando ocorrer ações excepcionais localizadas previsíveis, segundo estabelece a ABNT NBR 6118 (2007).

Uma das vantagens do sistema de paredes de concreto é quanto à rapidez na sua execução quando comparado ao sistema de alvenaria convencional, sendo um importante fator que deve ser levado em consideração quando for realizada a escolha do sistema construtivo para a edificação.

Segundo a ABCP (2007), o sistema construtivo de alvenaria convencional, que é normalmente utilizado para a execução de conjuntos habitacionais no Brasil, apresenta uma execução mais lenta, onde o índice de atividades de mão de obra é mais elevado, além de possuir grande taxa de desperdício.

Já o sistema de paredes de concreto é altamente sistematizado, por possuir conceitos de industrialização de materiais e equipamentos, mecanização, modulação *in loco*, possibilidade de controle tecnológico e multifuncionalidade. Assim, devido a esses fatores, a execução da obra passa a ser por uma linha de montagem, se comparada à indústria automobilística (ABCP, 2007).

2.1.2.1 Processo de execução

Segundo a ABCP (2008), a qualidade de uma obra acabada se deve principalmente aos materiais empregados, à sua execução e ao controle tecnológico que acontece *in loco*,

desde o começo da produção dos insumos até a parte de execução. Nesse sistema construtivo a qualidade é devida ao uso de fôrmas com grande precisão dimensional, materiais com produção correta como concreto e tela de aço, e atividades com planejamento, o que aumenta a chance da correta execução dentro dos requisitos de qualidade exigidos.

2.1.2.1.1 Fôrmas

São estruturas provisórias que têm como objetivo moldar o concreto ainda fresco. É de extrema importância que sejam resistentes a pressões iniciais de lançamento até o ponto de solidificação. Para que isso aconteça, as fôrmas usadas precisam ser estanques e poder fornecer rigorosamente a dimensão e geometria das paredes que estão sendo realizadas (MISSURELI e MASSUDA, 2009).

Conforme Silva (2010) as fôrmas necessitam de cuidado no manuseio, devem ser limpas periodicamente, e transporte e armazenamento devem ser feitos da maneira correta. Desta forma, podem ser reutilizadas até, aproximadamente, mil vezes ao longo de seu uso. A Figura 09 representa o uso de fôrmas de paredes de concreto.

Figura 09 – Fôrmas de paredes de concreto.



Fonte: AecWeb (2010).

Segundo a ABCP (2008) há três tipos de fôrmas para a execução das paredes de concreto: fôrmas plásticas, metálicas e mistas, estas que seriam a junção de compensados com metálicas.

- Fôrma metálica: é feita com a utilização de quadros e chapas metálicas. Possui como material mais utilizado o alumínio e o aço (ABCP, 2007);
- Fôrma plástica: é feita com a utilização de quadros e chapas de plástico reciclável. São fôrmas de menor custo, porém, em contrapartida, possuem menor número de reutilização (ABCP, 2007);
- Fôrma mista: é feita com a utilização de quadros em chapas metálicas e chapas compensadas.

2.1.2.1.2 Concreto

Conforme Missureli e Massuda (2009) o concreto é o principal elemento nesse na construção de paredes de concreto, devendo haver maior atenção quando realizada a concretagem. Quando esse material for utilizado, deve acontecer um planejamento detalhado. Ainda, os autores recomendam quatro tipos de concreto para se usar nesse tipo de sistema construtivo:

- Concreto celular;
- Concreto com alto teor de ar incorporado, sendo de até 9%;
- Concreto com apenas agregados leves ou com uma baixa massa específica (conforme figura 8);
- Concreto convencional ou concreto autoadensável.

A Tabela 03 mostra a massa específica em kg/m^3 e a resistência à compressão mínima de cada concreto citado.

Tabela 03 – Tabela de dados dos tipos de concreto usados

TIPO	DESCRIÇÃO	MASSA ESPECÍFICA (kg/m^3)	RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO MÍNIMA (MPa)
L1	Concreto celular	1.500 a 1.600	4
L2	Concreto com agregado leve	1.500 a 1.800	20
M	Concreto com ar incorporado	1.900 a 2.000	6
N	Concreto normal	2.000 a 2.800	20

Fonte: ABCP (2008).

2.1.2.2 Patologias no sistema de paredes de concreto

Para Corrêa (2009), as paredes de concreto estão sujeitas a patologias tanto quanto qualquer outro sistema de construção, fazendo com que reduzam a resistência da edificação e seu desempenho.

Conforme pesquisa de Benedicto (2012) foi observada que 83% das patologias que ocorreram nesse sistema de construção foram ocasionadas devido à falha na execução. Das 288 paredes de concreto estudadas, 41% apresentaram patologias e 59% não apresentaram. A seguir, nos próximos subtítulos, são apresentadas algumas patologias corriqueiras nesse sistema construtivo.

2.1.2.2.1 Fissuras

As fissuras são muito ocorrentes em edificações de concreto armado devido a sua grande ocorrência de retração. De acordo com Côrrea (2012), as fissuras podem ser classificadas de acordo com sua causa, como:

- a) Deformação;
- b) Retração hidráulica;
- c) Retração térmica;
- d) Expansão hidráulica.

Côrrea (2012) cita que as fissuras ocorridas por deformação têm sua origem por esforços superiores em que o sistema construtivo pode aguentar, sendo esses esforços devido a cisalhamento, compressão ou flexão. Esses esforços por agentes mecânicos, indevido de depósito de cargas ou também sobrecargas na estrutura.

A Figura 10 procura representar exemplos de fissuras que ocorrem em paredes de concreto.

Figura 10 – Fissuras em paredes de concreto.



Fonte: Kromo (2012).

2.1.2.2.2 Influência solar

A influência solar também entra como causador para patologias devido a seu poder de ocasionar movimentações térmicas nos materiais e consequentemente na estrutura. Para Thomaz (1989) outro grande fator importante para o surgimento de fissuras seria as movimentações térmicas de um material, ou seja, com a intensidade de temperatura que cada material vai receber para o acontecimento da movimentação e como esse material irá se movimentar.

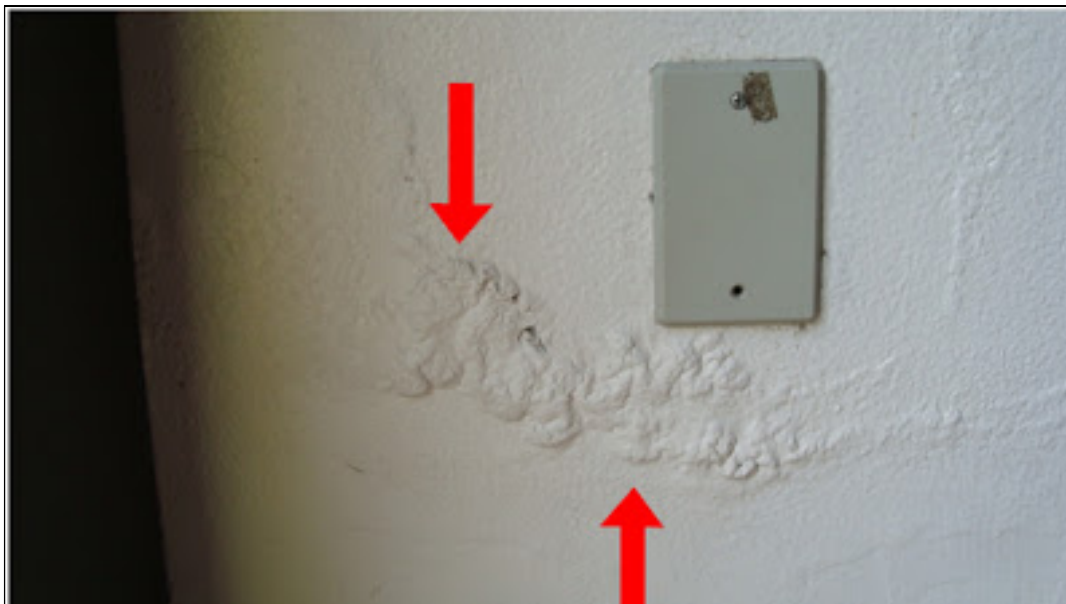
A magnitude com que se desenvolve a tensão é devida à função da intensidade da movimentação, ou seja, se deve à capacidade de restrição das propriedades elásticas do material. Deste modo deve-se levar em consideração também a influência solar que age sobre a estrutura de paredes de concreto.

2.1.2.2.3 Bolhas superficiais

Segundo Corrêa (2012), bolhas superficiais no concreto é uma das patologias que mais acontecem nesse sistema de paredes. Esse problema ocorre na superfície do concreto devido à mistura do concreto e no momento do seu lançamento. Um pouco de ar fica retido no

concreto durante a sua cura, e assim a água e o ar tendem a ficar perto das paredes, fazendo com que ocorram esses problemas superficiais. É apresentado na Figura 11 um exemplo dessas patologias.

Figura 11 – Bolhas superficiais nas paredes de concreto.



Fonte: Aldo Werle (2016).

CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

O estudo foi baseado em um edifício de quatro pavimentos possuindo 2 blocos com 16 apartamentos cada, localizado na cidade de Cascavel (PR), e possui como base de pesquisa dois sistemas de construção de cada bloco, sendo esses: paredes de concreto e alvenaria convencional de blocos cerâmicos.

A pesquisa do trabalho foi feita pelo sistema comparativo entre esses dois sistemas construtivos, e procurou mostrar as patologias ocorridas, desde a conclusão da obra no interior dos apartamentos. Por fim, depois de verificadas as patologias, são apresentadas suas prováveis causas.

As informações e acesso para a pesquisa deste trabalho foram fornecidos e liberados pela construtora responsável pela obra do edifício e tem como base a consulta dos dados estabelecidos pela NBR 15270-1 (2005), que dispõe sobre alvenaria convencional, e pela NBR 16055 (2012), que trata das paredes de concreto.

3.1.2 Caracterização da amostra

O estudo desta pesquisa foi feito sobre um edifício de quatro pavimentos, que possui salas comerciais e apartamentos de residência. No térreo há 6 salas comerciais localizadas na entrada do edifício, com um total de 125,43m².

O restante dos pavimentos é de uso residencial havendo dois blocos para isso, sendo um de paredes de concreto e outro de alvenaria convencional. São quatro apartamentos por pavimento, construídos de forma espelhada, com área privativa cada de 54,03m² totalizando a metragem total privativa dos apartamentos em 1038,44m².

Além dos itens descritos anteriormente, o edifício possui uma vaga de garagem para cada apartamento e um salão de festa localizado sobre as vagas de garagem.

Esse edifício foi concluído há dois anos (dezembro de 2014) e agora estão sendo feitas manutenções de pós-obra pela construtora que realizou o empreendimento, na medida em que são solicitadas pelos moradores.

Será colocada em anexo a planta baixa da edificação em estudo para melhor entendimento do caso.

3.1.3 Coleta de dados

Os dados foram coletados no edifício realizando o acompanhamento pós-obra para ver as patologias ocorridas e encontradas. Foram usados como base dados contidos em livros, artigos e principalmente o da NBR 16055 (2012) que trata das normas para paredes de concreto, e a NBR 15270-1 (2005) que trata das generalidades da alvenaria convencional para fechamento.

A coleta de dados na obra é a principal forma de coletar dados para a realização da pesquisa e para haver melhor conhecimento das patologias, o que permite propor tratamentos e prevenções.

A coleta de dados foi realizada *in loco* com a tabela de manifestações patológicas fazendo uso também de registros fotográficos com relação a cada apartamento. Com o uso da tabela foi possível identificar mais eficientemente as patologias que vieram a ocorrer em ambos os sistemas construtivos, e, deste modo, ter melhor clareza para o estudo. São mostradas as divisões de patologias identificadas conforme Tabela 04.

Tabela 04 – Patologias nos apartamentos.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS							
Apartamento X: Sistema Construtivo:							
	Área de Serviço	Cozinha	Sala	Sacada	Quarto 01	Quarto 02	Banheiro
Bolor							
Bolha							
Fissura							
Infiltração							
Mofo							
Outra (identificar)							

Fonte: Autor (2016).

E ainda, a coleta de dados também foi realizada pelo registro fotográfico para as patologias identificadas no local.

3.1.4 Análise dos dados

Depois de encontradas as patologias no edifício, as mesmas foram analisadas e estudadas para se entender o motivo de sua aparição em cada um dos sistemas construtivos.

A NBR 16055 (2012) e a NBR 15270-1 (2005) foram analisadas para saber se foram rigorosamente seguidas em suas especificações e generalidades, e também com acesso a pesquisas de outros autores.

Após essa análise foram indicadas as prováveis causas das patologias e possíveis melhorias nos sistemas construtivos para que não ocorram novamente e, consequentemente, para que aumente a qualidade das obras da construtora.

Também, em seguida, foi apresentado um orçamento para a patologia que for mais incidente em cada sistema dos dois sistemas construtivos, para, deste modo, poder haver um melhor entendimento de valores iniciais gastos para manutenção.

CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisados 32 (trinta e dois) apartamentos com paredes de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos, sendo que cada bloco do edifício possui 16 (dezesseis) apartamentos. Neste capítulo são estudados os resultados e as discussões dos problemas encontrados em cada bloco que possui um sistema construtivo diferente.

4.2 PATOLOGIAS ENCONTRADAS NO SISTEMA CONVENCIONAL

A seguir são apresentadas as patologias encontradas no sistema construtivo de alvenaria convencional, mostrando os locais e a frequência em que ocorreram em todos os cômodos de cada apartamento. Esses resultados são apresentados por meio de gráficos, tabelas, registros fotográficos e relatos.

4.2.1 Fissuras encontradas

Com a coleta de dados foi possível analisar que as patologias mais frequentes foram as fissuras, que apresentaram um total de 171 (cento e setenta e uma) ocorrências, sendo esse total da análise dos 16 (dezesseis) apartamentos do bloco de alvenaria convencional.

As fissuras são muito frequentes no meio da construção civil devido à grande trabalhabilidade que as edificações possuem. Segundo Thomaz (1989), os elementos da construção civil estão sujeitos a diferenças de temperaturas constantes, deste modo os movimentos de dilatação e contração provocam o aparecimento de fissuras.

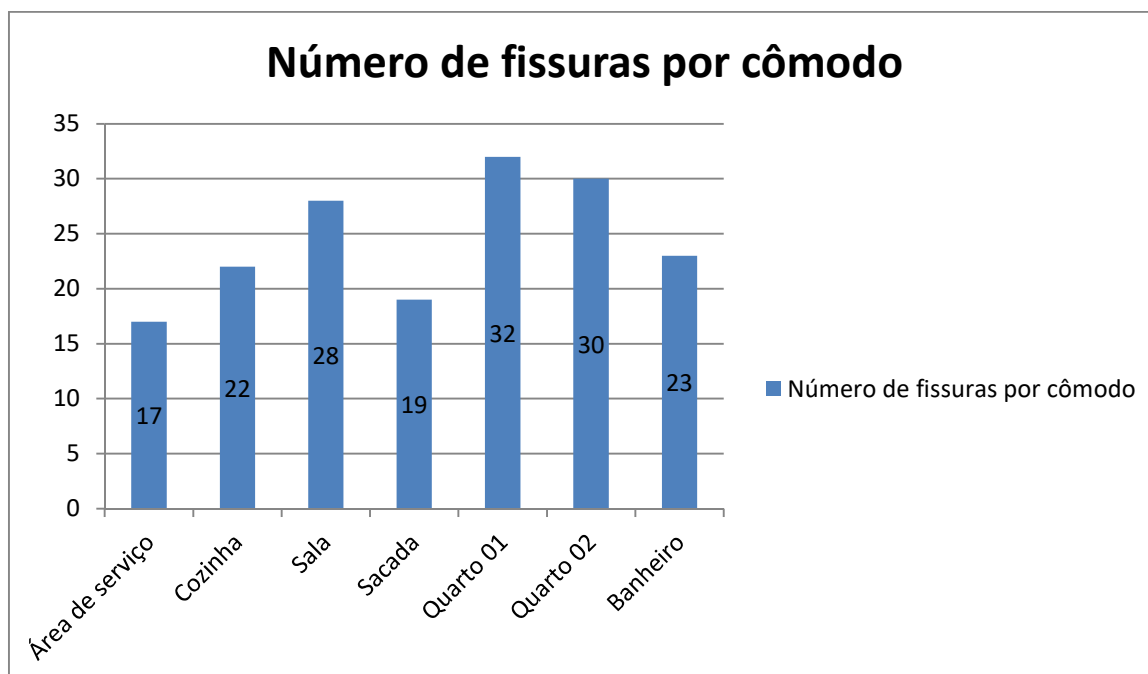
Enquanto era realizada a coleta de dados foi verificada a quantidade de fissuras nos apartamentos de alvenaria convencional. A Tabela 05 e o Gráfico 01 mostram as frequências nos cômodos em cada apartamento e o total dessas fissuras.

Tabela 05 – Quantidade de fissuras encontradas.

MANIFESTAÇÕES DE FISSURAS EM GERAL NO BLOCO DE ALVENARIA CONVENCIONAL							
	Área de serviço	Cozinha	Sala	Sacada	Quarto 01	Quarto 02	Banheiro
Ap. 11	1	1	2	1	2	1	2
Ap. 12	2	0	2	0	1	2	0
Ap. 13	0	1	1	1	3	3	1
Ap. 14	0	2	1	1	2	1	3
Ap. 21	1	2	2	1	1	3	2
Ap. 22	1	1	1	1	2	1	1
Ap. 23	2	1	3	1	3	2	2
Ap. 24	1	2	0	2	2	1	2
Ap. 31	0	3	2	1	1	2	1
Ap. 32	1	0	2	0	3	2	1
Ap. 33	2	2	1	2	1	2	1
Ap. 34	1	1	4	1	2	2	1
Ap. 41	1	2	2	2	3	1	2
Ap. 42	2	1	1	2	2	2	1
Ap. 43	1	0	2	1	2	2	2
Ap. 44	1	3	2	2	2	3	1
TOTAL	17	22	28	19	32	30	23

Fonte: Autor (2016).

Gráfico 01 – Total de patologias encontradas.



Fonte: Autor (2016).

Com base no gráfico apresentado é possível perceber que existe uma maior incidência de patologias ocorridas na sacada e nos quartos em comparação aos demais

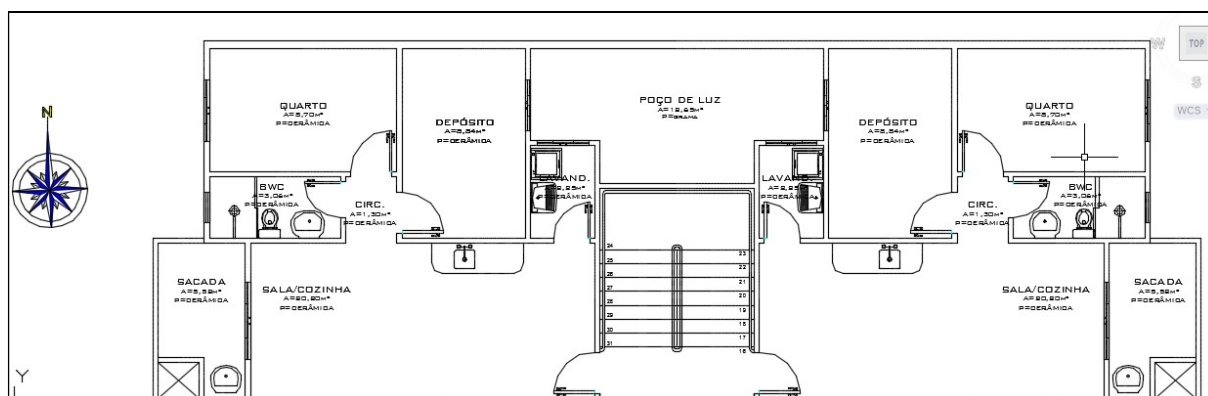
cômodos. Deste modo, constata-se que os cômodos que estão posicionados contra a maior incidência solar possuem maior frequência de patologias.

Segundo Thomaz (1989), a retração diferenciada entre materiais de argamassa de assentamento e alvenaria convencional aumenta a chance de apresentar fissuras, pois essas aparecem em virtude das contrações de materiais com diferenças de temperaturas e umidade. Dessa forma pode-se perceber que a variação da influência solar no momento da execução irá interferir na qualidade final da estrutura, podendo aumentar a chance de manifestações por fissuras. Pode-se observar no Gráfico 1 que há altos índices dessa influência nos cômodos com face mais ensolarada.

Ainda segundo Thomaz (1989), todos os materiais que são usados na construção civil sofrem com o problema de influência solar pelo fato de apresentarem dilatações com o aumento de temperatura.

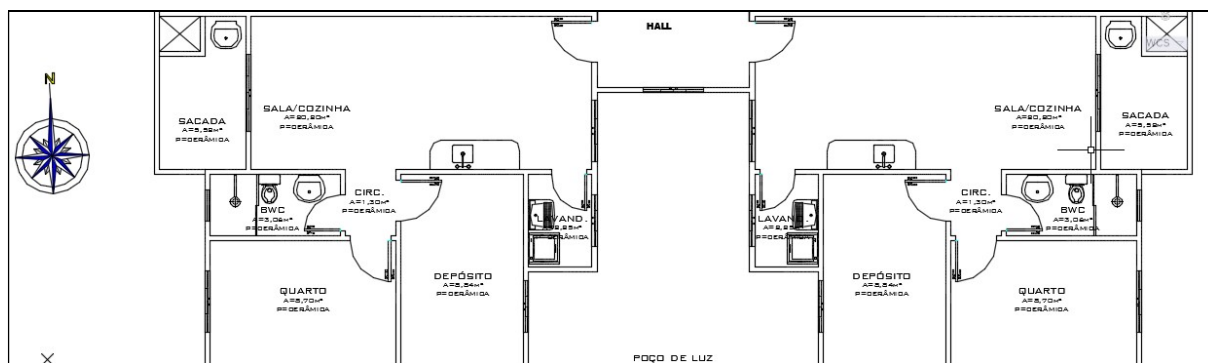
As figuras 12 e 13 mostram em planta baixa como é a posição dos apartamentos, lembrando que a maior incidência solar afeta a sacada, quarto e banheiro.

Figura 12 – Planta baixa com análise de incidência solar.



Fonte: Autor (2016).

Figura 13 – Planta baixa com análise de incidência solar.

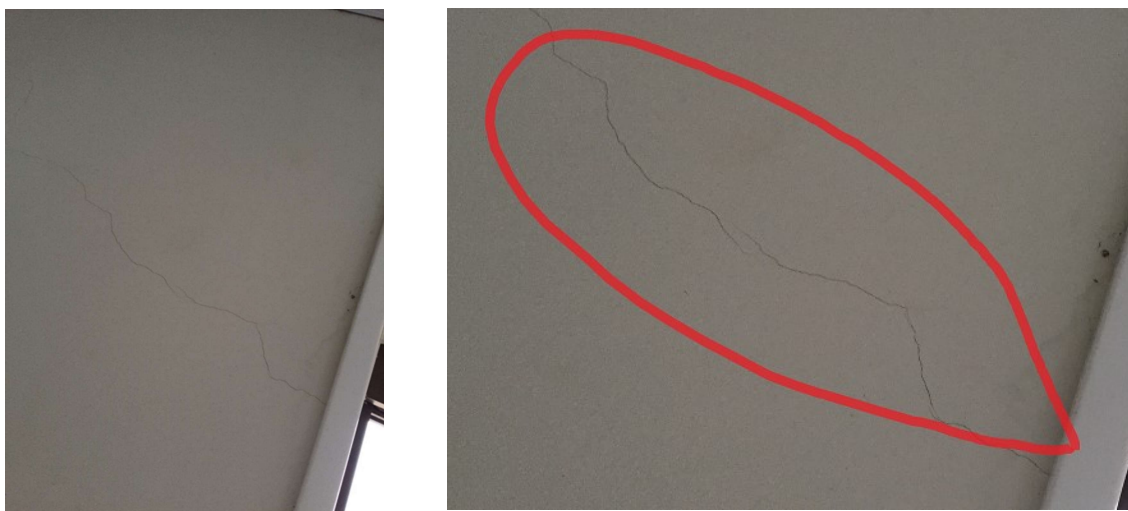


Fonte: Autor (2016).

4.2.2 Fissuras próximas a janelas

Foram constatadas várias fissuras em proximidade às janelas de todos os cômodos, sendo essa a patologia frequentemente mais visualizada. A Figura 14 mostra a fissura ocorrida.

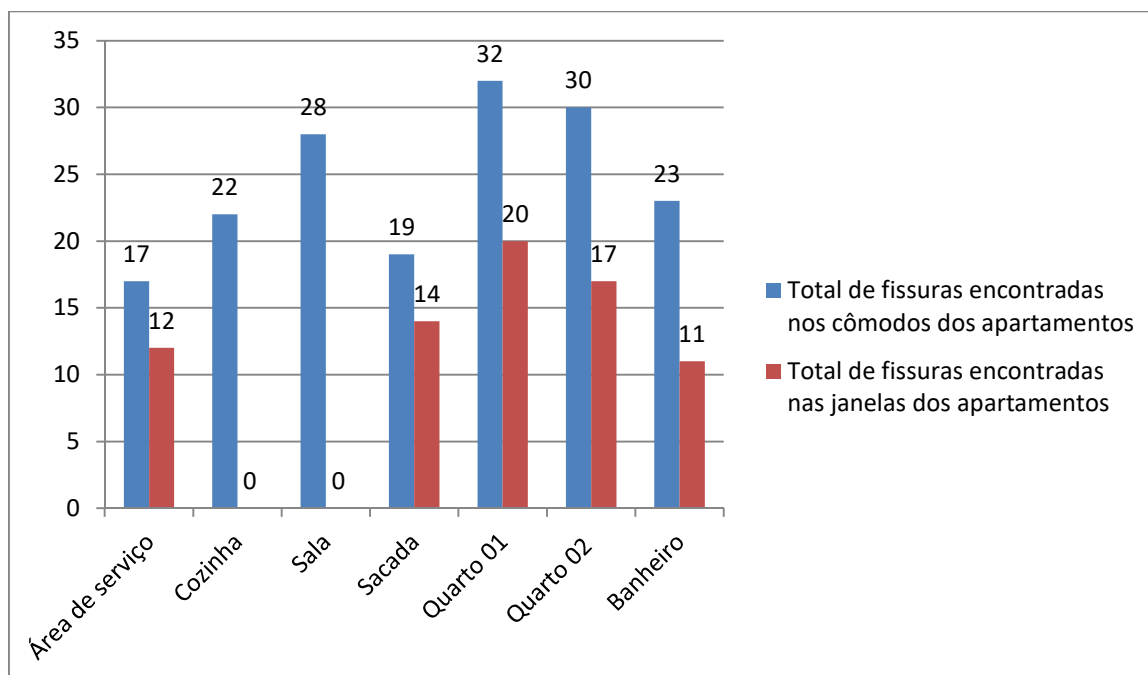
Figura 14 – Fissura em proximidade de janela.



Fonte: Autor (2016).

A frequência dessas fissuras em proximidades de janelas foi grande, se destacando mais que as outras, tendo sido observado um total de 81 (oitenta e uma) fissuras em torno de janelas. O Gráfico 02 representa a quantidade dessas fissuras em comparativo com o total de fissuras encontradas nos apartamentos.

Gráfico 02 – Total de fissuras ao redor de janelas dos apartamentos.



Fonte: Autor (2016).

O Gráfico 02 mostra que a fissura foi muito recorrente em relação às outras patologias, e isso se deve possivelmente à abertura que ocasiona uma maior tensão no local e causa sobrecarga, o que leva a várias manifestações de fissuras. Observou-se que foram realizadas vergas e contravergas em todas as janelas e também vergas em todas as portas com o objetivo de redução dessas fissuras, mas mesmo assim não foi possível evitar o aparecimento do problema.

O Gráfico 02 apresentou um alto número dessa patologia em aberturas. Segundo Thomaz (1989), nos lugares que existem aberturas nas paredes de alvenaria as trincas têm início a partir dos vértices e peitoris dessas aberturas, onde se encontram em meio à passagem de cargas isostáticas de compressão, o que pode ser usado como causa para esse alto número. Thomaz (1989) ainda ressalta que essas trincas têm suas causas atribuídas a variadas formas como tamanhos de painéis, tamanho de aberturas e até tamanho e rigidez de vergas e contravergas. Deste modo, a observação em relação ao tamanho e rigidez dessas vergas e contravergas deve ser sempre lembrada na tentativa de reduzir as manifestações dessas fissuras.

A Figura 15 apresenta um exemplo dessa fissura em um ângulo de 45°, corriqueira em aberturas.

Figura 15 – Fissura em ângulo de 45°.



Fonte: Autor (2016).

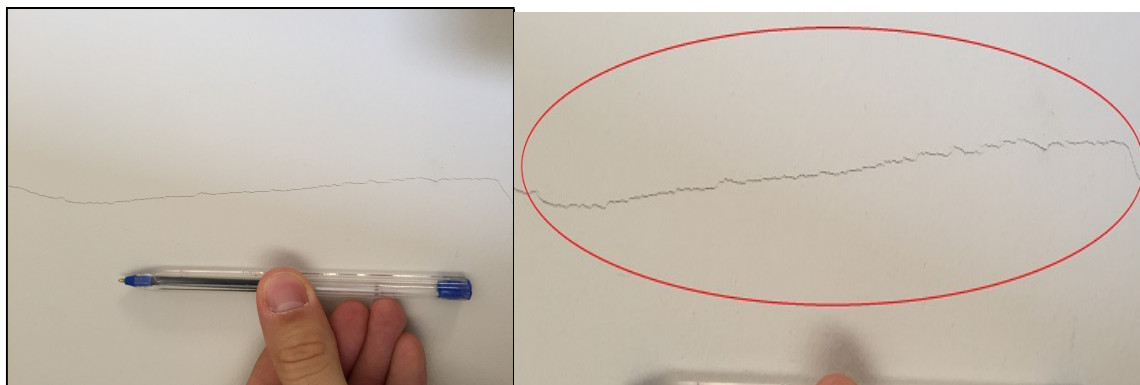
Para janelas que possuem vãos entre 1,00m a 1,80m e paredes com dimensões menores que 8,00m, a NBR 15270 (2005) recomenda uso de vergas com tamanhos de 0,2m. Para janelas que possuem vãos entre 0,5m a 1,80m e paredes com dimensões menores que 8,0m, a NBR 15270 (2005) recomenda uso de contra vergas com tamanhos de 0,3m.

Embora tenham sido realizadas vergas e contra vergas com tamanhos de 30cm após o vão da janela, ocorreram manifestações patológicas em vários registros. Um item de melhoria poderia ser aumentar o comprimento das vergas e contra vergas até na região do pilar, para que assim houvesse maior estabilidade da estrutura.

4.2.3 Fissuras verticais e horizontais

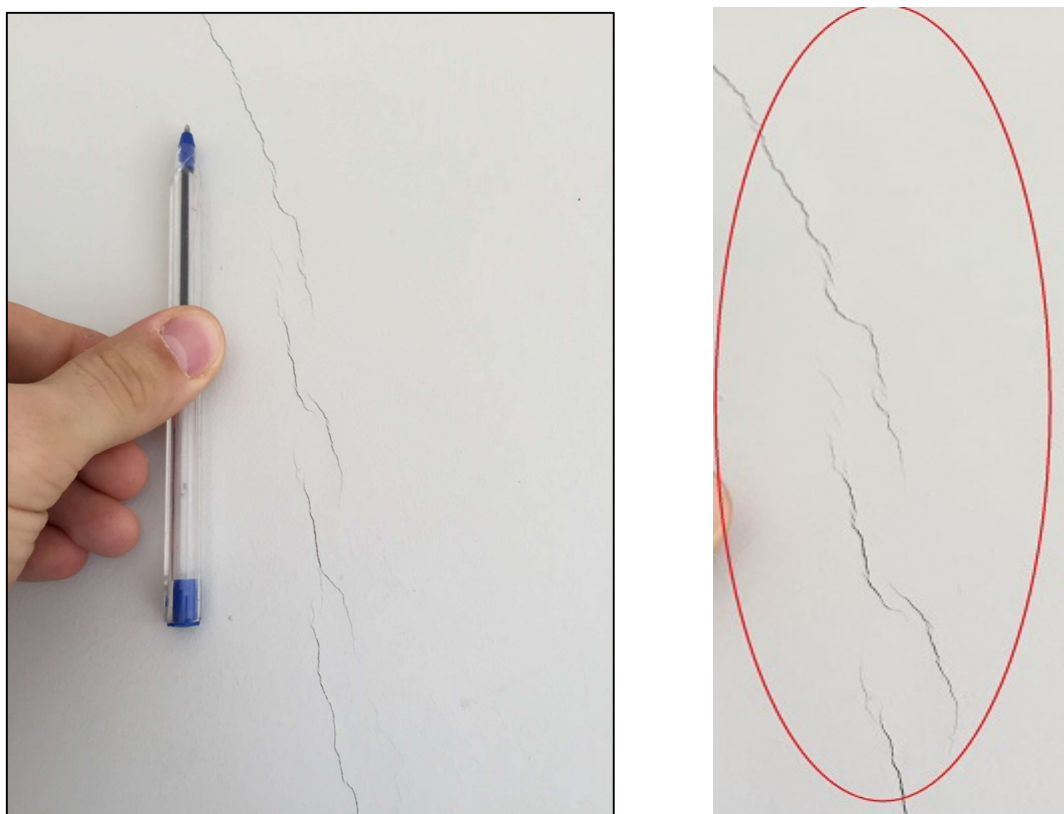
As fissuras verticais e horizontais também foram muito frequentes nas paredes em todos os cômodos, mas principalmente nos dormitórios. As fissuras na posição vertical foram observadas com mais frequência que as posicionadas na horizontal. As Figuras 16 e 17 são mostradas como um exemplo dessas fissuras em ambas as posições.

Figura 16 – Fissura em posição horizontal.



Fonte: Autor (2016).

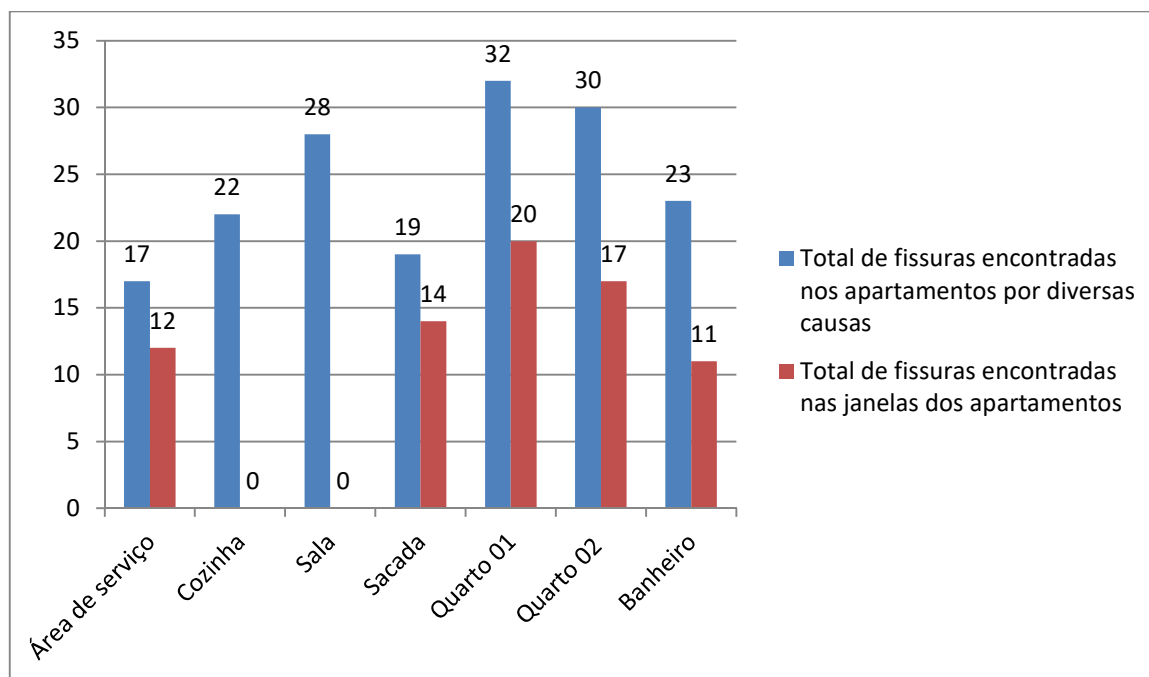
Figura 17 – Fissura em posição vertical.



Fonte: Autor (2016).

O Gráfico 03 representam a quantidade de fissuras ocorridas verticalmente e horizontalmente nos apartamentos.

Gráfico 03 – Quantidade de fissuras horizontais e verticais.



Fonte: Autor (2016).

Estas fissuras mostradas no Gráfico 03 podem ter várias causas, pois é grande a dificuldade para eliminar todas as tensões existentes, de modo que a estrutura esteja inerte sem movimentação.

Para Thomaz (1989) são várias as possibilidades de manifestações de fissuras nas paredes de alvenaria convencional, sendo essas causas principais definidas como: fissuras por movimentações térmicas, fissuras por movimentações higroscópicas, fissuras devido a atuação de sobrecargas, fissuras por recalques de fundação, fissuras por retração, fissuras devido a alterações químicas.

Mas as principais possíveis causas para as manifestações de fissuras neste caso em estudo seriam a movimentação térmica pela insolação solar e as alterações químicas (fator água/cimento) que foram bastante notadas, indicando isso como maior causador para os elevados números de patologias apresentadas no Gráfico 03.

Thomaz (1989) ainda aborda as possíveis causas de manifestação dessas fissuras sendo uma delas devido às movimentações térmicas que englobam a parte de dilatação e contração dos materiais. Um fator também citado como motivo desencadeador de fissuras seria a retração dos materiais utilizados na execução, pois todos os componentes que são empregados no meio construtivo sofrem variadas retrações devido à diferença de radiação solar presente, como já citado anteriormente. Outro fator também com grande destaque para

ser observado seriam os pontos de esforços acumulados próximos da troca de direções de paredes, ocasionando nesses locais o surgimento de tensão, gerando a fissura.

4.2.4 Infiltrações no sistema convencional

Notou-se uma grande manifestação de infiltrações presentes na edificação nas áreas de aberturas de janelas causando manchas de umidade na parede. Essa patologia se torna muito aparente em dias de chuva, pois a água da chuva se acumula nas pingadeiras e assim consecutivamente atravessam entre as frestas das pingadeiras instaladas nas janelas.

Segundo Pozzobon (2007), grande parte das infiltrações é decorrente da instalação de peitoris (pingadeiras), fazendo com que ocorra o escoamento de água pela ação da gravidade. Foi reparado o acúmulo de água em dias de grande intensidade de chuva mesmo havendo uma declividade nas pingadeiras para não favorecer o acúmulo dessa água, porém não foi o suficiente para a evitar completamente. É mostrada na Figura 18 a patologia de infiltração.

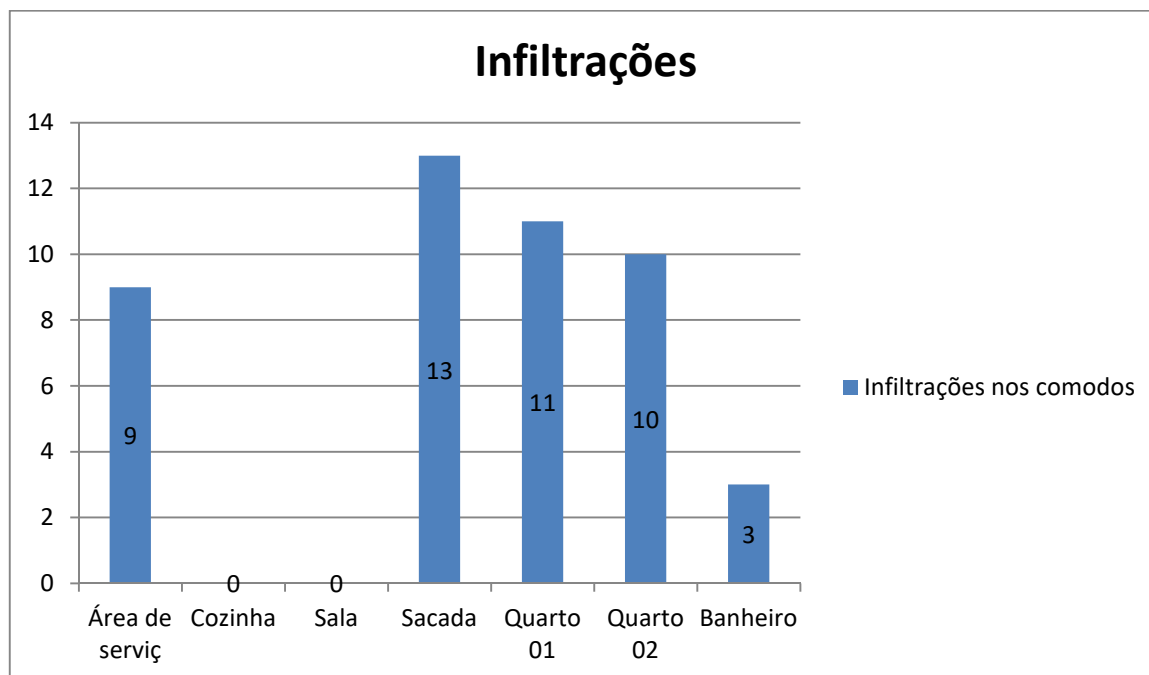
Figura 18 – Patologia ocorrida por infiltração.



Fonte: Autor (2016).

Foi verificada uma quantidade de 46 (quarenta e seis) infiltrações em um total de 16 (dezesseis) apartamentos que possui o bloco de alvenaria convencional, ocorridas em cômodos que possuem aberturas (janelas) para o possível acontecimento. O Gráfico 04 mostra a quantidade total de infiltrações nos cômodos dos apartamentos. É observado que os cômodos da cozinha e a sala não possuem faces com janelas, não ocorrendo infiltrações.

Gráfico 04 – Gráfico de infiltrações ocorridas



Fonte: Autor (2016).

No Gráfico 04 é mostrado o número de infiltrações que ocorreram nos cômodos. A sacada foi o cômodo com maior frequência de infiltrações manifestadas, possivelmente devido ao grande vão de abertura que possui, fazendo com que tenha uma grande tensão acumulada no local. Outros cômodos que tiveram grande número da ocorrência de infiltração foram os quartos e a área de serviço.

Com o Gráfico 04 é possível observar que a sacada obteve o maior número de infiltrações. Esse alto número se deve pela grande abertura da janela. Deste modo, a grande frequência de chuva nesse grande vão de abertura acabou gerando um número elevado de manifestações patológicas por infiltração no local. Essas infiltrações se manifestam pela umidade, principalmente nas frestas dessas aberturas.

4.3 PATOLOGIAS NO SISTEMA CONSTRUTIVO DE PAREDES DE CONCRETO

A seguir são apresentadas as patologias encontradas no sistema construtivo de paredes de concreto de forma semelhante à anterior, ou seja, mostrando os locais e a frequência com que ocorreram em todos os cômodos de cada apartamento, assim como foi realizado com a alvenaria convencional. Esses resultados são apresentados por meio de gráficos, tabelas, registros fotográficos e relatos.

4.3.1 Fissuras encontradas

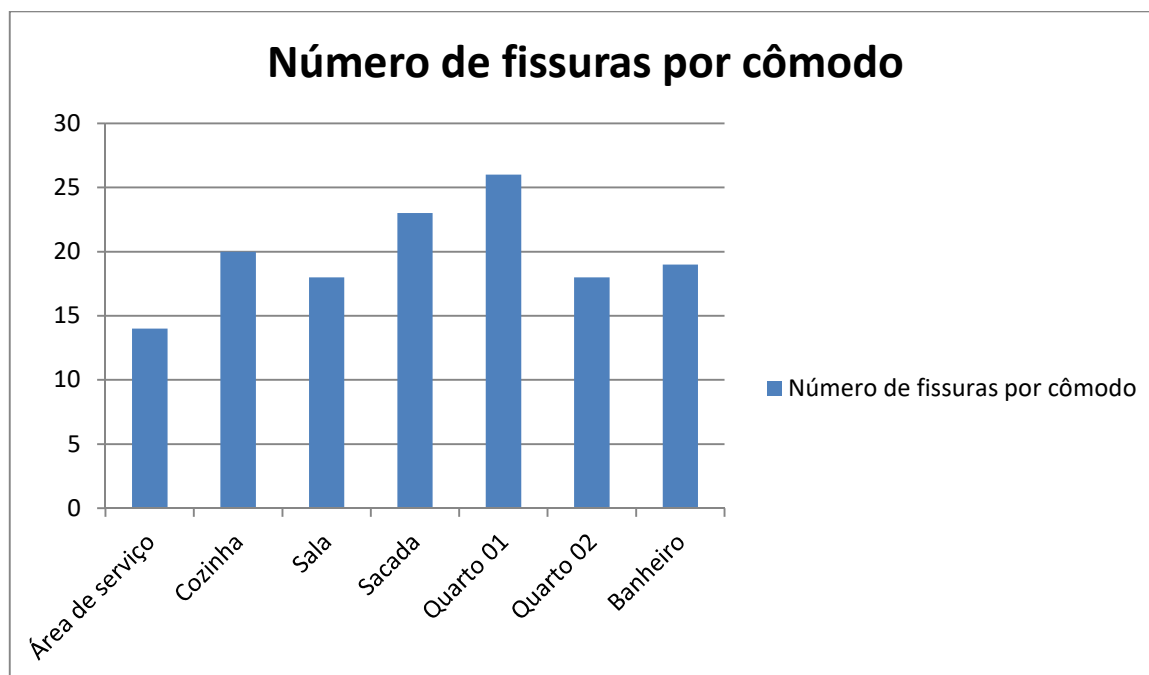
As fissuras foram as patologias mais encontradas na coleta de dados *in loco*, assim como foi observado no bloco de alvenaria convencional. Apesar de não ser um sistema convencional, o sistema construtivo de paredes de concreto apresentou melhoria no que se refere ao surgimento de manifestação, pois foi verificado menor número de ocorrências patológicas, totalizando em 138 (cento e trinta e oito) fissuras. São apresentadas a seguir na Tabela 06 e no Gráfico 05 as patologias que se manifestaram nesse sistema construtivo.

Tabela 06 – Quadro de fissuras ocorridas.

MANIFESTAÇÕES DE FISSURAS EM GERAL NO BLOCO DE PAREDES DE CONCRETO							
	Área de serviço	Cozinha	Sala	Sacada	Quarto 01	Quarto 02	Banheiro
Ap. 15	0	2	1	1	1	0	1
Ap. 16	0	1	2	2	2	1	0
Ap. 17	1	0	1	1	1	2	1
Ap. 18	2	1	0	2	2	1	1
Ap. 25	1	1	0	2	3	2	1
Ap. 26	1	0	1	2	1	1	2
Ap. 27	0	2	2	1	2	0	1
Ap. 28	1	1	1	2	2	1	2
Ap. 35	0	2	2	1	3	0	0
Ap. 36	1	1	1	0	1	3	1
Ap. 37	0	1	1	1	2	2	1
Ap. 38	2	1	0	1	1	0	2
Ap. 45	1	2	1	2	2	1	2
Ap. 46	0	1	2	1	2	2	0
Ap. 47	2	2	1	2	1	1	3
Ap. 48	2	2	2	2	0	1	1
TOTAL	14	20	18	23	26	18	19

Fonte: Autor (2016).

Gráfico 05 – Número total de fissuras encontradas nos apartamentos



Fonte: Autor (2016).

Pode-se ver pelo gráfico a grande frequência de fissuras encontradas nos interiores dos apartamentos. As fissuras são frequentes nesse sistema construtivo devido principalmente à grande retração atuante, ou seja, pela sua constituição ser basicamente de concreto monolítico há vários tipos de retração que podem ocorrer.

Para Thomaz (1989), devido à grande trabalhabilidade necessária para o concreto e as argamassas, normalmente é acrescentado água mais que o necessário, causando assim maior probabilidade de aparecer fissuras por retração. Ainda ele afirma que a retração pode ser dividida em:

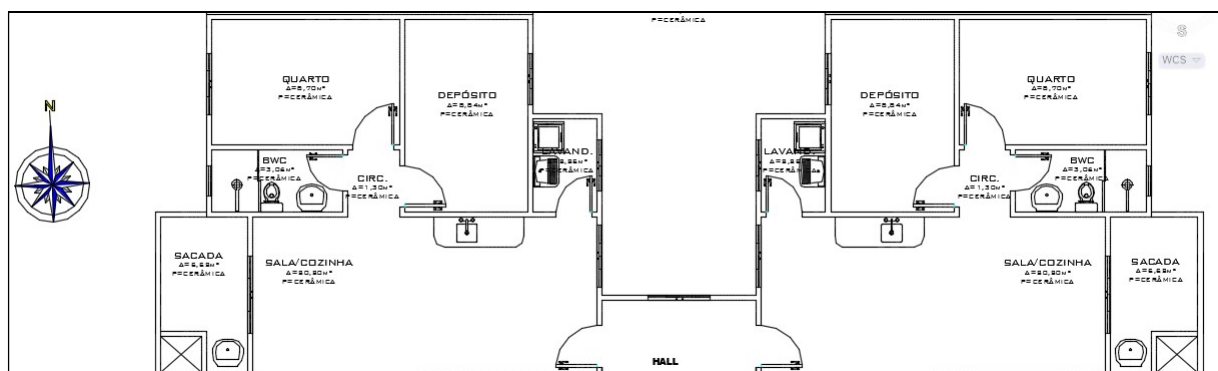
- a) Retração química;
- b) Retração de secagem;
- c) Retração por carbonatação.

Para Thomaz (1989), um problema muito incidente em componentes estruturais se dá pela corrosão de armaduras constituintes, como no caso das armaduras de tela *pop* que foram usadas entre as paredes de divisórias na edificação.

Deste modo, um aumento ainda maior da chance de patologia por retração seria em função da incidência solar, da mesma forma que é afetado no sistema construtivo, pois os blocos são divididos ao meio havendo a mesma posição para o nascer do sol e pôr do sol.

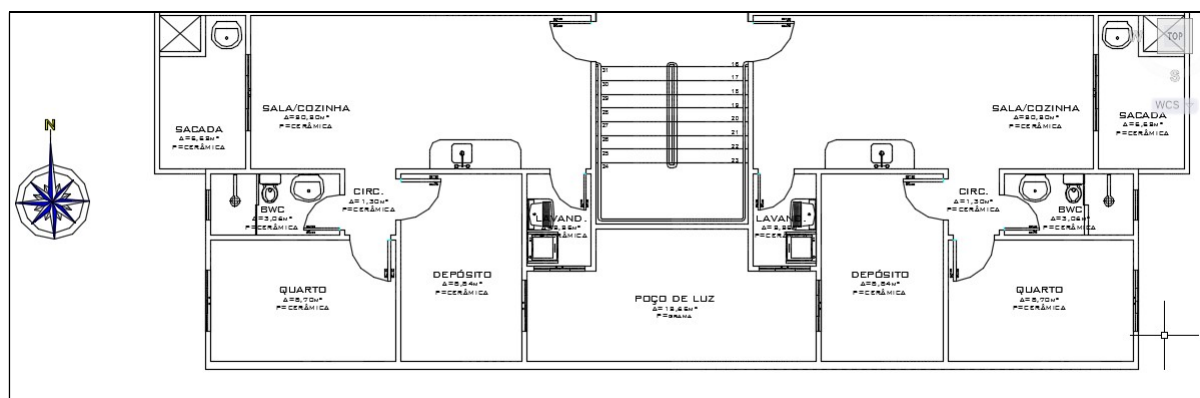
A seguir é representada pelas Figuras 19 e 20 a planta da posição em que se encontram os apartamentos do bloco de paredes de concreto.

Figura 19 – Posição de cômodos para influência solar.



Fonte: Autor (2016).

Figura 20 – Posição de cômodos para influencia solar.



Fonte: Autor (2016).

4.3.2 Fissuras em janelas

Foram identificadas várias fissuras ao redor de janelas sendo essas frequentes se sobressaindo quando comparadas aos outros locais como as fissuras verticais e horizontais que também serão abordadas a seguir no próximo subtítulo.

É apresentada na Figura 21 uma dessas fissuras que foram encontradas ao redor de janelas.

Figura 21 – Fissura abaixo de janela.



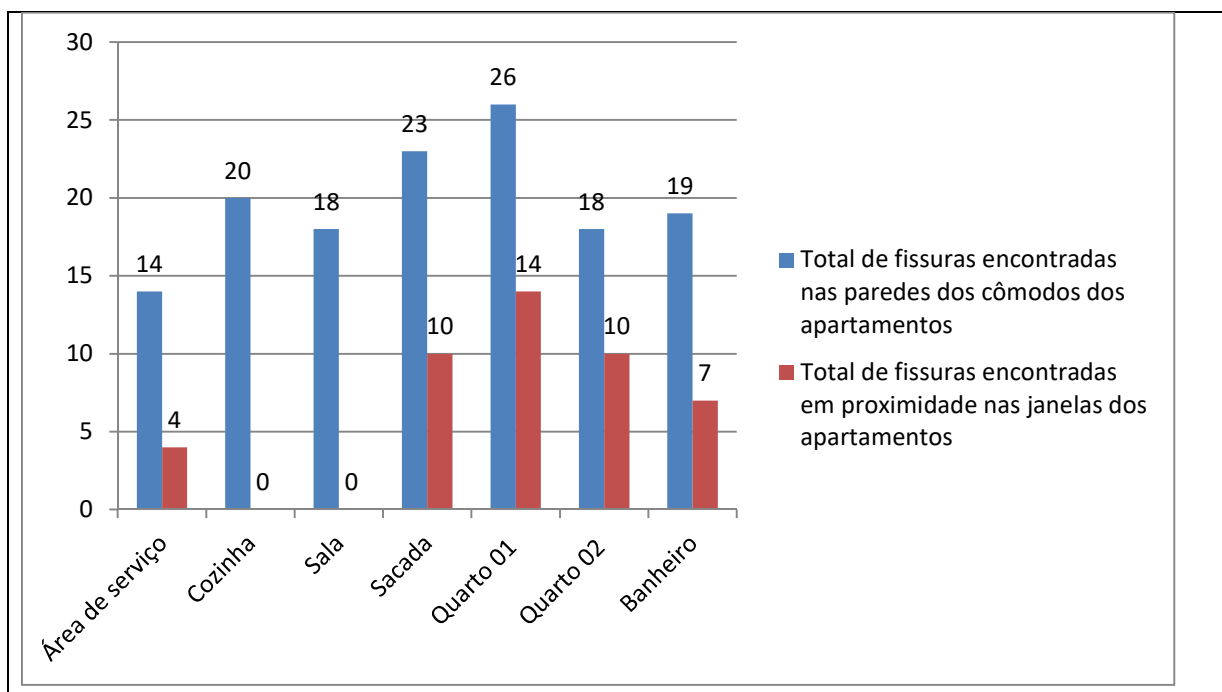
Fonte: Autor (2016).

Na coleta de dados foram registradas 45 (quarenta e cinco) patologias encontradas em proximidade a janelas. Uma das possíveis causas para a manifestação dessas fissuras em torno de janelas seria o grande carregamento que essas aberturas estão sujeitas a suportar, fazendo com que assim sofra uma deformação em torno dessas regiões.

Outro importante fator para a ocorrência de fissuras em torno de aberturas seria a grande concentração de armaduras para reforço da estrutura. De acordo com a NBR 16055 (2012) recomenda dupla malha *pop* entre as paredes da estrutura e ferros na diagonal das janelas para reforço dos vãos. Desta maneira, com a grande concentração de componentes nesses locais acaba por comprometer o cobrimento do concreto e aumentando a probabilidade de nichos de concretagens. Esses nichos de concretagem não seriam nada mais que espaços vazios observados após a desforma do concreto, devido à falta de adensamento na concretagem.

É apresentado no Gráfico 06 as fissuras encontradas em proximidade das janelas quando comparadas ao número total de fissuras encontradas nas paredes dos cômodos dos apartamentos.

Gráfico 06 – Gráfico de fissuras em janelas.



Fonte: Autor (2016).

O Gráfico 06 mostra as diferenças em números de patologias por fissuração encontradas em torno da região de janelas e no restante das paredes. Pode-se observar um elevado número de fissuras na região das janelas, principalmente nos cômodos da sacada e quartos. Foi observado que os cômodos cozinha/sala não possuem janelas, notando-se assim apenas fissuramentos horizontais e verticais devido a outras causas.

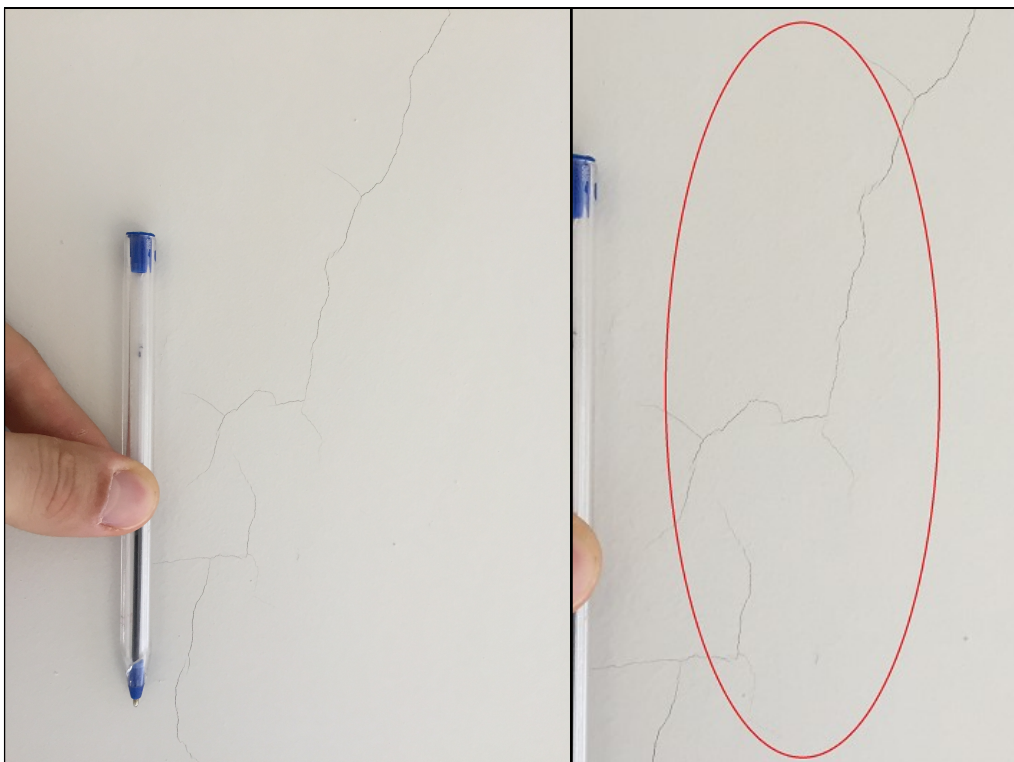
Ainda é possível observar pelo Gráfico 06 que, possivelmente, a manifestação dessas fissuras se deu pelo elevado número de concentração de materiais como a ferragem ao redor das aberturas de janelas. Outro grande motivo desses números para o Gráfico 06 também seria a ausência de malha *pop* dupla como a NBR 16055 (2012) recomenda, deixando assim a parede mais vulnerável para a aparição de fissuramentos.

4.3.3 Fissuras horizontais e verticais

As fissuras horizontais e verticais no restante dos cômodos são corriqueiras nos locais onde há influência solar como já citado.

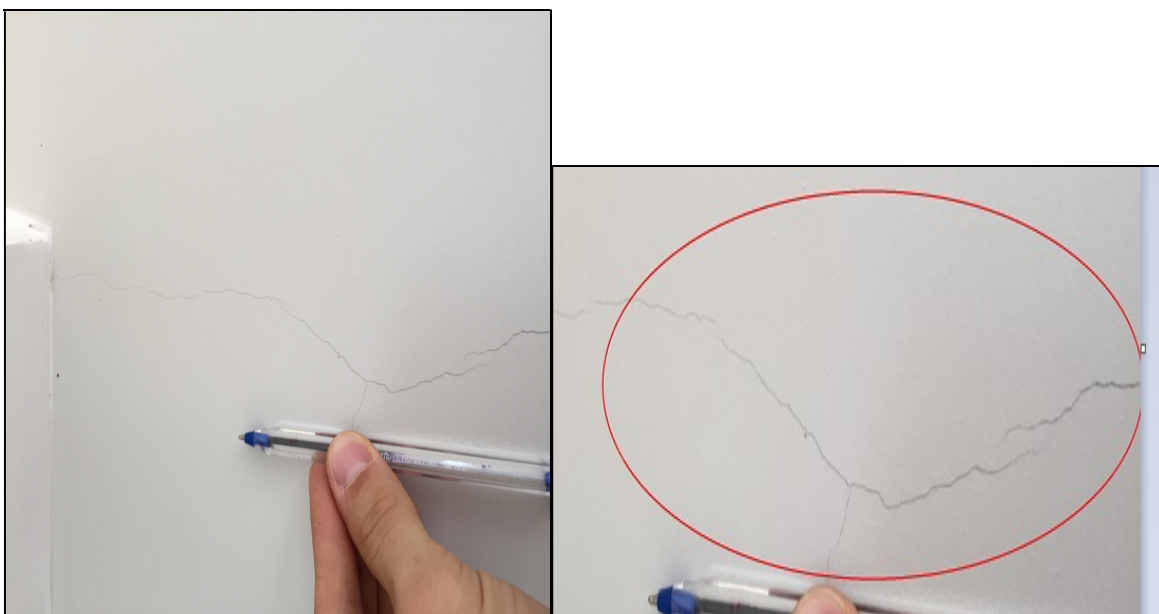
As Figuras 22 e 23 mostram essas fissuras que foram encontradas nos apartamentos de paredes de concreto.

Figura 22 – Fissura vertical.



Fonte: Autor (2016).

Figura 23 – Fissura horizontal.



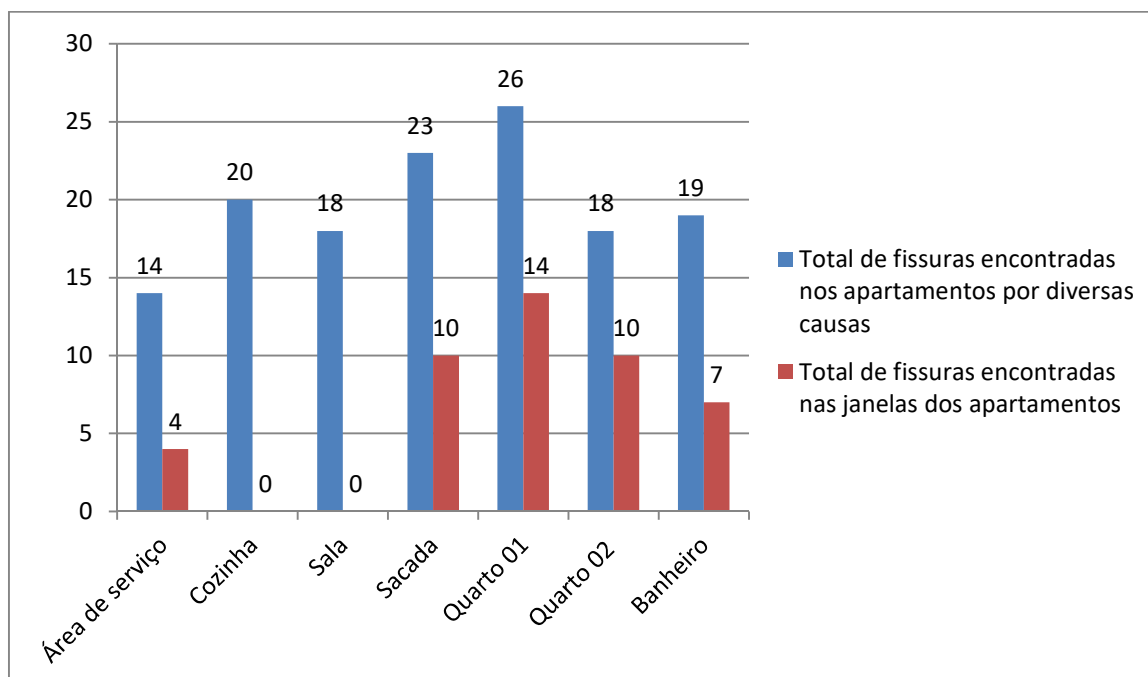
Fonte: Autor (2016).

A causa para ocorrência dessas fissuras verticais e horizontais seria pela concentração de esforços perto de mudanças na direção de paredes fazendo com que assim sofram maiores tensões e conseqüentemente aumente a chance de futuras fissuras. Segundo Thomaz (1989), para as comuns situações de estruturas de concreto armado, os componentes

fletidos são normalmente direcionados tentando prever uma fissuração do concreto no ponto tracionado da peça. Ainda ele argumenta que a ocorrência de fissuras em um determinado tipo de componente estrutural consegue reproduzir tensões ao longo desse componente já fissurado, acabando por generalizar essa fissura para o restante da estrutura.

É apresentada no Gráfico 07 a quantidade dessas fissuras horizontais e verticais encontradas.

Gráfico 07 – Fissuras horizontais e verticais encontradas.



Fonte: Autor (2016).

São detalhadas no Gráfico 07 as fissuras verticais e horizontais encontradas, mostrando a diferença quando comparadas as fissuras em torno de janelas que foram analisadas anteriormente.

Pode-se notar que há um grande número de fissuras em torno de janelas, porém as maiores quantidades de fissurações são as verticais e horizontais, sendo observada a maior incidência no cômodo quarto.

Esses números de fissuras apresentados no Gráfico 07 têm como principal e possível causa as grandes concentrações de esforços localizados perto das mudanças das paredes, deste modo causando uma tensão e provocando os fissuramentos.

4.3.4 Patologia por infiltrações

Foi realizada a coleta de dados para o sistema de paredes de concreto de maneira semelhante ao bloco de alvenaria convencional, e constatado que houve várias patologias por infiltrações nas aberturas de janelas.

Esta patologia acabou se tornando muito corriqueira nos dois sistemas construtivos, ou seja, em períodos de chuva as infiltrações surgem e acabam danificando as paredes em volta das janelas devido a umidade.

Segundo Pozzobon (2007), grande parte das infiltrações em aberturas de janelas é devida uma má instalação de pingadeiras, fazendo assim que possibilite o acúmulo de água nesses locais. A Figura 24 representa a patologia de infiltração evidente nas janelas de paredes de concreto.

Figura 24 – Patologia por infiltração.



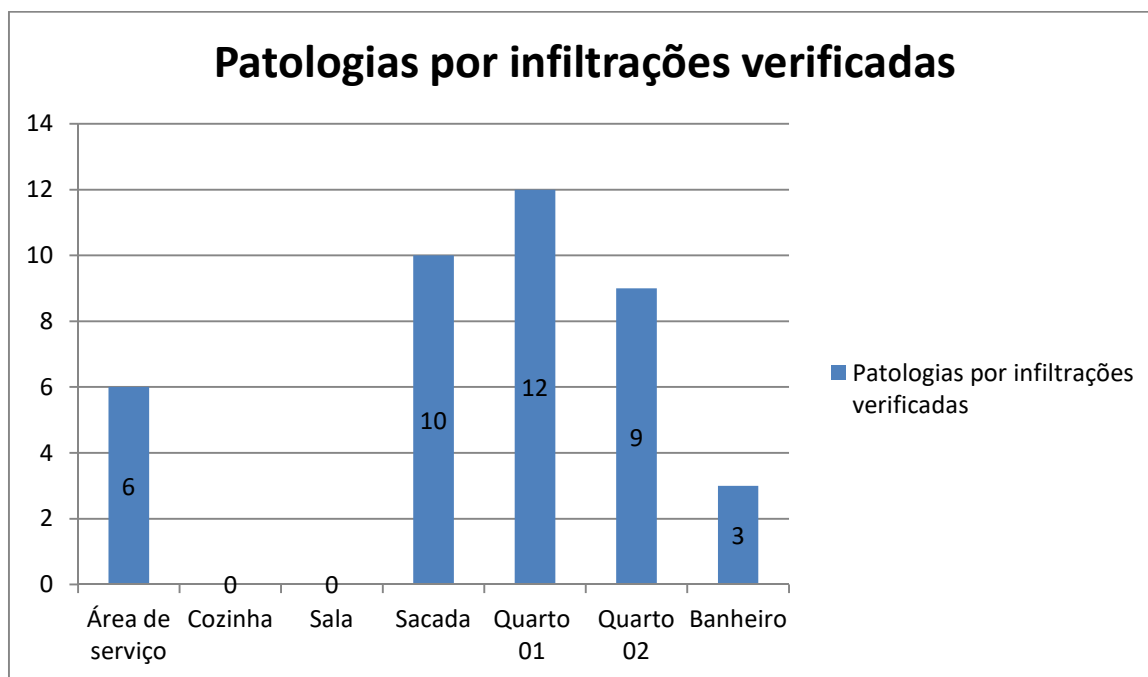
Fonte: Autor (2016).

As prováveis causas se devem a má vedação presentes entre as pingadeiras e esquadrias das janelas fazendo com que a água escoe pelas frestas nos cantos da janela. Do

mesmo modo, a inclinação das pingadeiras não foi o suficiente para suprir o acúmulo de água e assim a umidade atravessa e acaba gerando essa patologia.

Foi verificado um grande número de infiltrações presentes nas aberturas de janelas, totalizando 41 (quarenta e um) casos dessa patologia para 16 (dezesseis) apartamentos constatados do bloco de paredes de concreto. O Gráfico 08 procura mostrar os dados dessas infiltrações em cada cômodo.

Gráfico 08 – Patologias por infiltração.



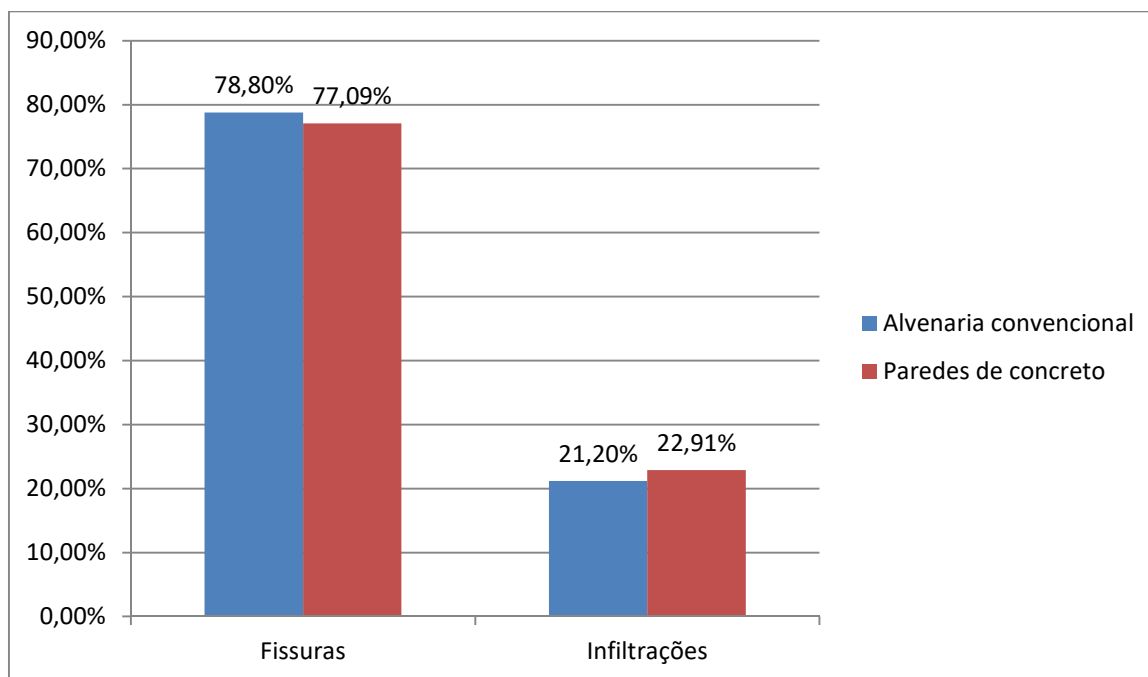
Fonte: Autor (2016).

Com base nos gráficos pode-se analisar que as infiltrações foram atuantes em todos os cômodos, com exceção das cozinhas e salas por não possuírem diretamente janelas.

4.4 ANÁLISES COMPARATIVAS ENTRE OS DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Após a apresentação das patologias manifestadas nos dois sistemas construtivos, foi analisada a incidência patológica em cada um. O Gráfico 09 procura mostrar detalhadamente a ocorrência das patologias.

Gráfico 09 – Patologias nos dois sistemas construtivos.



Fonte: Autor (2016).

Através do Gráfico 09 pôde-se analisar e comparar a ocorrência patológica nos dois sistemas construtivos. Foram verificadas duas patologias que foram muito presentes nos dois sistemas construtivos que foram fissuras e infiltrações.

No sistema de alvenaria convencional de blocos cerâmicos foi constada uma porcentagem de 78,8% de fissuras e 21,2% de infiltrações, deste modo, observa-se que as patologias por fissurações foram as mais incidentes neste sistema construtivo, causando desconforto aos seus respectivos usuários.

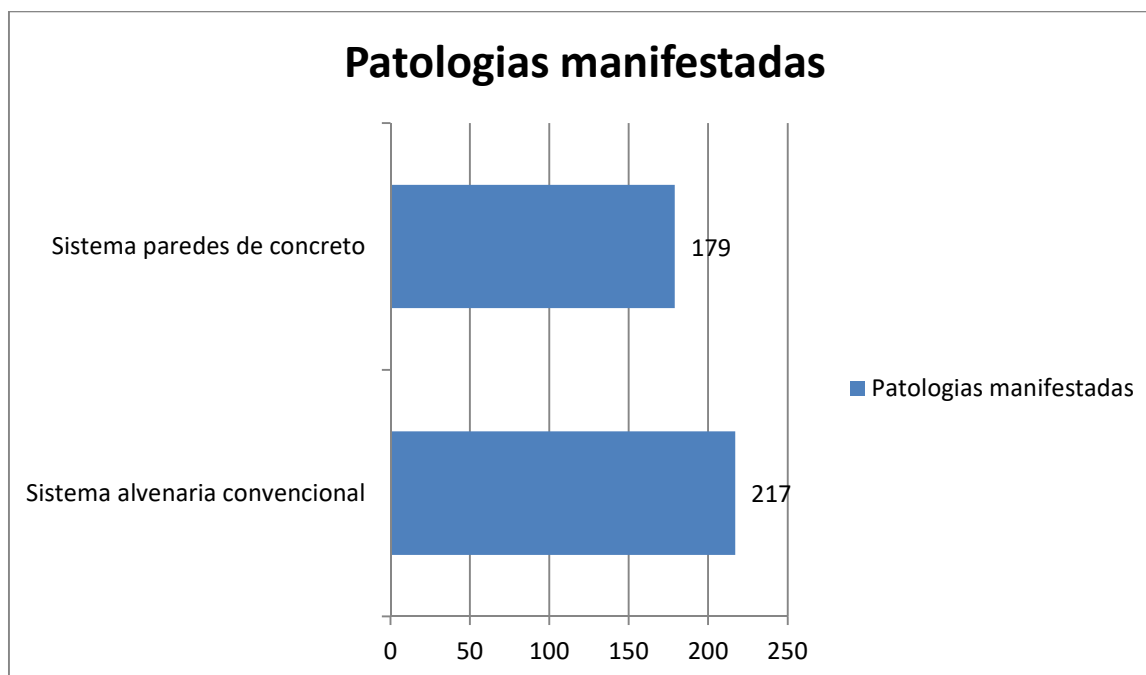
Já no sistema de paredes de concreto foi constatada uma porcentagem de 77,09% de fissurações e 22,91% de infiltrações. Deste modo, observa-se que também nesse sistema construtivo as fissuras foram as mais incidentes.

Verifica-se que não foram encontrados outros tipos de patologias em ambos os sistemas construtivos, havendo assim predominância de patologias por fissurações e infiltrações.

Foi observado que nos cômodos dos dois sistemas construtivos que possuem suas faces posicionadas para a maior radiação solar obteve maiores registros de manifestações patológicas, sendo esses cômodos os dormitórios, sacadas e banheiros.

Para melhor compreensão, o Gráfico 10 mostra a quantidade de patologias ocorridas em cada sistema construtivo.

Gráfico 10 – Patologias manifestadas.



Fonte: Autor (2016).

O Gráfico 10 mostra o número total de patologias manifestadas em cada sistema construtivo. O sistema de alvenaria convencional apresentou um total de 217 (duzentas e dezessete) patologias e o sistema de paredes de concreto apresentou um total de 179 (cento e setenta e nove) patologias. Deste modo, verifica-se, pelos valores no gráfico, que o sistema construtivo de paredes de concreto foi mais eficiente para o não surgimento de patologias.

Uma possível justificativa para essa diferença de patologias em cada bloco de sistema construtivo pode ser pelo fato das concretagens ocorrerem em diferentes horários, ou seja, o período da execução do sistema de alvenaria convencional foi no verão havendo um elevado grau de temperatura, fato que prejudicou o momento da execução alterando as proporções de água e cimento, enquanto o sistema de paredes de concreto foi executado na estação de inverno. Também houve possivelmente melhor controle tecnológico no sistema de paredes de concreto, ajudando a diminuir as chances de futuras manifestações patológicas.

Foi observado que não houve constatação nos registros fotográficos de outras patologias em relação a outros problemas como bolor ou instalações inadequadas.

4.5 ORÇAMENTO DA PATOLOGIA MAIS OCORRENTE

A patologia mais ocorrente em ambos os sistemas construtivos foram as fissuras. Deste modo é mostrado o sistema de recuperação junto com o orçamento para uma fissura de 1 m² para alvenaria convencional e paredes de concreto. O orçamento é realizado com base na tabela Sinapi e não inclui valores de BDI.

4.5.1 Orçamento de paredes de concreto

Para Thomaz (1998) as fissuras em estruturas de concreto com abertura até 1cm devem ser injetadas, ou seja, entende-se a injeção com resina apropriada para o preenchimento entre as bordas da fenda. Essa injeção deve ser feita por um material mais rígido como epóxi ou *grouts*, ou até injeção de resinas acrílicas ou poliuretânicas.

Neste caso, as fissuras encontradas foram até 1cm, deste modo foi feito o orçamento da reparação com base nesse tamanho seguindo essas recomendações de Thomaz (1998).

Deste modo, foi montada a tabela com valores de SINAPI para reparação da patologia. A tabela teve como referência a tabela SINAPI do mês de julho de 2016. O orçamento foi determinado para a reparação da estrutura e aplicação de acabamento apresentado na Tabela 07.

Tabela 07 – Tabela SINAPI de custos.

Número	Código	Descrição	Unidade	Preço
4070	6094	Selante a base de resinas acrílicas para trincas	kg	20,53
3192	4048	Massa corrida PVA para paredes internas	gl	17,90
4554	7355	Tinta acrílica <i>premium</i> , cor branco fosco	gl	65,92
5666	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	18,51

Fonte: SINAPI (2016).

O componente fundamental utilizado para a reparação da fissura de parede de concreto foi o selante à base de resinas acrílicas para trincas. Assim, pela tabela foi adotado o preço por kg de R\$ 20,53 (vinte reais e cinquenta e três centavos). Após a aplicação do produto para a reparação da fissura é usado como material de acabamento para retornar ao visual inicial da parede antes da reparação para satisfação do cliente a massa corrida PVA

calculado e tinta acrílica *premium*. Foi calculado para a massa corrida PVA em galão um preço de R\$ 4,97 (quatro reais e noventa e sete centavos), e para a tinta acrílica *premium* em galão um preço de R\$ 65,92 (sessenta e cinco reais e noventa e dois centavos). Para esse serviço não foi previsto ajudante de pedreiro pela facilidade da aplicação da resina, deste modo é calculado em horas R\$ 18,51 (dezoito reais e cinquenta e um centavos) apenas para o serviço do pedreiro.

Para a realização desse serviço de reparação foi considerado 1m² de fissura. Deste modo foram apresentados os valores totais de tempo e material considerados com base em 1m² de fissura apresentado na tabela 08 abaixo.

Tabela 08 – Valores totais para reparo de 1m².

	Unid	Quant	Tempo	Valor Un	Valor Total
Selante a base de resinas acrílicas para trincas	kg	1	30 min	20,53	20,53
Massa corrida PVA para paredes internas	gl	1	20 min	17,90	17,90
Tinta acrílica premium, cor branco fosco	gl	1	20 min	65,92	65,92
				TOTAL	124,71

Fonte: SINAPI (2016).

A Tabela 08 mostra um levantamento aproximado de custos que seriam gastos para reparação de fissuras para 1m².

Primeiramente, o selante foi orçado na compra por kg obtendo um valor de R\$ 20,53 (vinte reais e cinquenta e três centavos). Para a massa corrida PVA foi estimulado o uso de um galão de 3,6 litros, pois conforme pesquisa em lojas de vendas o rendimento da massa corrida por galão seria de 8 a 12,4 m²/demão obtendo assim um preço de R\$ 17,90 (dezessete e noventa). Para a tinta acrílica *premium* também foi estimulado o uso de um galão de 3,6 litros, pois conforme pesquisa em lojas de vendas o rendimento da tinta por galão seria de até 66 m²/demão obtendo assim um valor de R\$ 65,92 (sessenta e cinco reais e noventa e dois centavos). Após esses cálculos de materiais foi estipulado um tempo de 1 hora e 10 minutos para a realização do serviço pelo pedreiro, sendo o preço de R\$ 18,51 (dezoito reais e cinquenta e um centavos) por hora.

Para o cálculo final foi levado em conta o tempo gasto para aplicação do serviço pelo pedreiro em R\$ 20,36 (vinte reais e trinta e seis centavos) e o gasto com materiais em R\$ 104,35 (cento e quatro reais e trinta e cinco centavos). No total obteve-se um custo de R\$

124,71 (cento e vinte e quatro reais e setenta e um centavos) para a realização do reparo de 1m² de fissura.

4.6 ORÇAMENTO PARA ALVENARIA CONVENCIONAL

Para as fissuras do sistema construtivo de alvenaria convencional foi adotado o uso de telas metálicas, levando em conta que no caso de fissuras acontecidas por movimentações iniciais elevadas, cuja variação na abertura passa a ser convencionalizada a causas de movimentações higrotérmicas da parede em questão (THOMAZ, 1989).

Ainda de acordo com Thomaz (1989) a recuperação das fissuras com uso de tela metálica seriam as seguintes:

- a) Remoção do revestimento da parede, em um tamanho de aproximadamente 10 a 15cm de espessura;
- b) Aplicação da tela em questão, com distribuição média nos lados da fissura;
- c) Aplicação de chapisco em cima da tela metálica;
- d) Recomposição do revestimento.

De acordo com as recomendações foi montada a Tabela 09 para melhor entendimento da reparação.

Tabela 09 – Tabela SINAPI de custos.

Número	Código	Descrição	Unidade	Custo
4385	37411	Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio D=1,24mm, malha 25x25mm	m ²	8,64
493	37553	Argamassa industrializada para chapisco colante	kg	1,49
3192	4048	Massa corrida PVA para paredes internas	gl	17,90
4554	7355	Tinta acrílica <i>premium</i> , cor branco fosco	gl	65,92
5666	88309	Pedreiro com encargos complementares	h	18,51
559	6127	Auxiliar de pedreiro	h	9,94

Fonte: SINAPI (2016).

As informações da Tabela 09 foram retiradas do SINAPI com base no mês de julho de 2016.

O componente principal para a reparação da parede de alvenaria convencional foi a tela de aço soldada galvanizada/zincada onde o preço por m² era de R\$ 8,64 (oito reais e sessenta e quatro centavos).

Após a tela de aço foi usado o chapisco para melhor aderência da tela na estrutura, sendo calculado por um valor por kg de R\$ 1,49 (um real e quarenta e nove centavos). Após o uso dos agentes de reparação foram usados dois materiais de acabamento da parede que foi a massa corrida PVA, calculada por litro em um valor de R\$ 4,97 (quatro reais e noventa e sete centavos), e tinta acrílica *premium* por galão em um valor de R\$ 65,92 (sessenta e cinco reais e noventa e dois centavos).

Para esse serviço de reparação, diferente do sistema de paredes de concreto, é necessário fazer a remoção da parede. Com isso foi necessário o serviço de um auxiliar de pedreiro que cobra por hora R\$ 9,94 (nove reais e noventa e quatro centavos) e para o serviço do pedreiro calculado também em horas em um valor de R\$ 18,51 (dezoito reais e cinquenta e um centavos) cada hora.

Para a realização desse serviço de reparação foi considerado 1m² de fissura, deste modo são apresentados os valores totais de tempo e material considerados com base em 1m² de fissura, apresentado na tabela 10.

Tabela 10 – Tabela de valores totais para reparo de 1m²

	Unid	Quant	Tempo	Valor Un	Valor Total
Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio D=1,24mm, malha 25x25mm	m ²	1	40 min	8,64	8,64
Argamassa industrializada para chapisco colante	kg	1	30 min	1,49	29,80
Massa corrida PVA para paredes internas	gl	1	20 min	17,90	17,90
Tinta acrílica premium, cor branco fosco	gl	1	20 min	65,92	65,92
				TOTAL	149,05

Fonte: SINAPI (2016).

A tabela acima mostra um levantamento aproximado de custos que seriam gastos para a reparação da fissura de 1m².

Primeiramente foi orçada a tela de aço para 1m² havendo um custo de R\$ 8,64 (oito reais e sessenta e quatro centavos). A argamassa industrializada de chapisco foi orçada em Kg havendo um custo unitário de R\$ 1,49 (um real e quarenta e nove centavos), deste modo foi estipulado o uso de um saco de 20Kg dessa argamassa havendo um custo de R\$ 29,80 (vinte e

nove reais e oitenta centavos). Para a massa corrida PVA foi estimulado o uso por galão de 3,6 litros, pois conforme pesquisa em lojas de vendas o rendimento seria de 8 a 12,4 m²/demão, havendo assim um custo de R\$ 17,90 (dezessete reais e noventa centavos). Para a tinta acrílica *premium* foi estipulado o uso de 1 galão de 3,6 litros, pois conforme pesquisas em lojas de vendas o rendimento por galão de 3,6 litros seria de até 66m²/demão, havendo assim um valor de R\$ 65,92 (sessenta e cinco reais e noventa e dois centavos).

Após o cálculo dos materiais foi estipulado um tempo de 50 minutos de serviço para o auxiliar de pedreiro, gerando um custo de R\$ 8,28 (oito reais e vinte e oito centavos). Já para o pedreiro foi estimulado um tempo de 1 hora de serviço havendo assim o valor gasto de R\$ 18,51 (dezoito reais e cinquenta e um centavos).

Para o cálculo final foi levado em conta o tempo gasto para a aplicação do serviço pelo pedreiro e auxiliar em R\$ 26,79 (vinte e seis reais e setenta e nove centavos) e gasto com materiais em R\$ 122,26 (cento e vinte e dois reais e vinte e seis centavos). No total obteve-se um custo de R\$ 149,05 (cento e quarenta e nove reais e cinco centavos) para a realização do reparo de 1m² de fissura.

CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho de conclusão de curso apresentou um comparativo de incidências patológicas em uma edificação que possui dois sistemas construtivos: paredes de concreto e alvenaria de blocos cerâmicos.

Foi constatado que os dois sistemas construtivos apresentaram várias manifestações patológicas, porém o sistema construtivo de alvenaria convencional foi o que mais se destacou em número de patologias, apresentando um total de 217 (duzentas e dezessete) manifestações para 16 (dezesseis) apartamentos verificados; enquanto o sistema construtivo de paredes de concreto apresentou um número total de 179 (cento e setenta e nove) manifestações patológicas para também 16 (dezesseis) apartamentos verificados.

Entre as patologias identificadas, as mais incidentes foram as fissuras nos dois sistemas construtivos, sendo um total de 171 (cento e setenta e uma) fissuras encontradas para alvenaria convencional e 138 (cento e trinta e oito) fissuras encontradas para paredes de concreto.

As possíveis causas para essas diferenças de números seriam explicadas por alguns fatores. Houve possivelmente a mudança no traço no sistema construtivo de alvenaria de blocos cerâmicos devido à alta temperatura no momento da execução, afetando a proporção água/cimento e causando maior aparecimento de fissuras na estrutura.

Para o sistema de paredes de concreto ocorreu um melhor controle tecnológico, porém houve possivelmente problemas com o adensamento no momento da concretagem enfraqueceram a estrutura e favoreceu o surgimento de fissuras.

As infiltrações obtiveram segundo maior número de manifestações patológicas em ambos os sistemas construtivos, havendo um total de 46 (quarenta e seis) infiltrações encontradas em 16 (dezesseis) apartamentos no sistema de alvenaria convencional e um total de 41 (quarenta e uma) infiltrações encontradas em 16 (dezesseis) apartamentos no sistema de paredes de concreto. As principais possibilidades dessa manifestação patológica nos dois sistemas se devem à má vedação existente nas áreas de abertura de janelas e também à baixa declividade da pingadeira, ocasionando um excesso de acúmulo de água.

Além de patologias relacionadas a fissuras e infiltrações, não foram encontradas pelos registros *in loco* outras manifestações patologias. Isso se deve possivelmente pelos reparos e acompanhamentos que foram/estão sendo realizados após o término da construção.

Por fim, foi realizado um orçamento para reparação da patologia mais incidente em ambos os sistemas construtivos, que neste caso foram as fissuras. Deste modo, foi possível analisar que o sistema construtivo de paredes de concreto apresentou menor custo para reparação com base em 1m² de fissura havendo um custo total orçado de R\$ 124,71 (cento e vinte e quatro reais e setenta e um centavos). O sistema de alvenaria de blocos cerâmicos apresentou um valor um pouco elevado quando comparado ao outro sistema, obtendo um valor total orçado de R\$ 149,05 (cento e quarenta e nove reais e cinco centavos).

Com os resultados que foram obtidos através deste estudo espera-se possibilitar maiores avanços nos dois sistemas construtivos, a fim de diminuir manifestações patológicas e aprimorar conhecimentos nestas áreas. Deste modo é possível aumentar a qualidade no setor de construção civil e consequentemente obter maior satisfação por parte de clientes neste ramo.

CAPÍTULO 6

6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões de continuação para trabalhos futuros envolvendo este tema são indicados os seguintes temas:

- Realizar ensaios para redução de fissuras em paredes de concreto e alvenaria convencional;
- Realizar ensaios para redução de infiltrações em paredes de concreto e alvenaria convencional.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM; INSTITUTO BRASILEIRO DE TELA SOLDADAS. **Parede de Concreto**: coletânea de ativos 2007/2008. São Paulo, 2008.

Disponível em:

<<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/upload/ativos/9/anexo/colpc0708.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

AECWEB. **Sistema construtivo de paredes de alta produtividade e custos competitivos**.

Disponível em: <http://www.aecweb.com.br/prod/d/fh-perfilline_11990_34602>. Acesso em: 13 maio 2016.

ALMEIDA, L.C. Concreto. **Notas de aula da disciplina Estruturas IV– Concreto armado**.

Faculdade Estadual De Campinas. 2002. Disponível em:

<<http://www.fec.unicamp.br/almeida/au405/Concreto.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

ARAÚJO, L.O.C. **Metodologia para o estudo da produtividade da mão-de-obra nos serviços de fôrmas, armação, concretagem e alvenaria**. São Paulo, 1999. 207p.

Qualificação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em:

<http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_420.pdf>. Acesso em: 23 maio 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 8545: Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos**. Rio de Janeiro, 1984. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfK0cAJ/nbr-8545-execucao-alvenaria-sem-funcao-estrutural-tijolos-blocos-ceramicos>>. Acesso em: 04 maio 2016.

_____. **NBR 13281: Argamassa para assentamento revestimento de paredes e tetos – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:

<<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAEjsAJ/nbr-13281-2001-argamassa-assentamento-revestimen>>. Acesso em: 19 maio 2016.

_____. **NBR 15270-01: Componentes cerâmicos**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível

em: <<http://pt.slideshare.net/sheyqueiroz/nbr-15270105-componentes-cermicos-parte-1-blocos-cermicos-para-alvenaria-de-vedacao-terminologia-e-requisitos>>. Acesso em: 15 maio 2016.

_____. **NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações – Requisitos e procedimentos**. Rio de Janeiro, 2012.

BARROS, M.M.S.B. **O processo de produção das alvenarias racionalizadas**. In: Seminário Vedações Verticais, 1. Anais. São Paulo: GEPE TGP, 1998. p. 21-48.

BENEDICTO, A. C. **Avaliação das paredes de concreto de um conjunto habitacional localizado na cidade de Cascavel- PR.** 2013,89 f.. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Civil) – Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel-PR. 2012. Acesso em: 02 mai. 2016.

BERNARDES, M. *et al.* **Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em Habitação de Interesse Social.** Faculdade Meridional – IMED, Passo Fundo, 2012. Disponível em: < <http://snscs.imed.edu.br/anais/artigos/Inovação e Materiais em HIS/Comparativo econômico da aplicação do LSF em HIS.pdf>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

CARRARO, F. **Produtividade da mão-de-obra no serviço de alvenaria.** São Paulo, 1998. 226p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_420.pdf>. Acesso em: 16 maio 2016.

CIB W80/RILEM 71-PSL. (CONSEIL INTERNACIONAL DU BÂTIMENT POUR LA RECHERCHE L'ÉTUDE ET LA DOCUMENTATION & RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS). **Prediction of service life of building materials and components**, Rotterdam, 98p. 1983. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/274.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2016.

CICHINELLI, G. **Sistema construtivo para casas e sobrados usa painéis de PVC preenchidos com concreto.** Revista TÉCNICA, n. 199, out. 2013. Disponível em:< <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/199/artigo299968-1.aspx>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

CORRÊA, J. M. Considerações Sobre Projeto e Execução de Edifícios em Paredes de Concreto Moldados In Loco. 2012. 75. TCC – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Acesso em: 19 de setembro de 2016.

CORREA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil. Trabalho de conclusão de curso da UFMG.** Belo Horizonte, MG. 70 p. 2009. Disponível em: <<http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2016.

DUARTE, R. B. Recomendações para o projeto e execução de edifícios de alvenaria estrutural. Porto Alegre: CFP Senai, 1999. p. 79.

FIESS, J. R. F. **Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do estado de São Paulo.** São Paulo 2004. Disponível em: <ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0845d.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2016.

KELLY, A. **Indústria da construção civil mantém pessimismo para os primeiros meses de 2016.** São Paulo: PINI, 2015. Disponível em:

<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-.construcao/negocios/industria-da-construcao-civil-mantem-pessimismo-para-os-primeiros-meses-366950-1.aspx>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

MILITO, Alvenaria. São Paulo 2001. Disponível em: <<http://demilito.com.br/4-alvenaria-rev.pdf>>. Acesso em: 24 maio 2016.

MISURELLI H.; MASSUDA C. **Como construir parede de concreto**. Revista Técnica. São Paulo, 2009. Acesso em: 22 maio 2016.

POZZOBON, Cristina Eliza. Notas de aulas de disciplina da aula de construção civil. São Paulo, 2013. Acesso em 19 de setembro de 2016.

RAMALHO, Marcio A. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003. Acesso em: 03 jun. 2016.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. 2007^a. 180 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28550/000769494.pdf>>. Acesso em: 03 maio 2016.

RIPPER, V. C. M.; SOUZA, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. Disponível em: <ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0845d.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2016.

SILVA B. F. **Fôrmas de alumínio para paredes estruturais de concreto armado moldadas in loco**. 2010. Disponível em: <<http://arci53.blogspot.com.br/2010/02/formas-de-aluminio-para-paredes.html>>. Acesso em: 17 maio 2016.

SILVA e SALES. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acesso em 14 set. 16.

SOUZA, L. G. **Análise comparativa do custo de uma casa unifamiliar nos sistemas construtivos de alvenaria, madeira de lei e Wood Frame**. Revista Especialize, 4. ed., Florianópolis: Instituto de Pós-Graduação IPOG, 2012. Disponível em: <http://www.ipog.edu.br/nao-aluno/revista-ipog/artigos/edicao-n-4-2012>. Acesso em: 05 maio 2016.

SOUZA, R. *et al.* Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras. São Paulo: PINI, 1995. p. 247.

TAUIL e RACCA, 1988. **Modulação da alvenaria – Encontros amarração com tela paredes estruturais com paredes de vedação.** Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/7/70/TC025_Alvenaria_estrutural_A_x.pdf>. Acesso em: 05 maio 2016.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M.; **Alvenaria Estrutural: Metodologia do projeto, detalhes, mão de obra, norma e ensaios.** São Paulo, PINI, 2010. Disponível em: <<http://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-civil-ii-1/alvenariaestrutural-livro>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

THOMAZ, E. **Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: Pini, EPUSP, IPT, 1989. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAgjRsAK/trincas-edificios-causas-prevencao-recuperacao-eng-ercio-thomaz>> Acesso em: 23 set. 2016.

VERÇOZA et al. **Comparativo econômico entre a aplicação do Sistema Light Steel Framing e o Sistema convencional na construção de habitação de interesse social.** Paraná 2012. Disponível em: <[http://snscs.imed.edu.br/anais/artigos/Inovação e Materiais em HIS/Comparativo econômico da aplicação do LSF em HIS.pdf](http://snscs.imed.edu.br/anais/artigos/Inovação_e_Materiais_em_HIS/Comparativo_econômico_da_aplicação_do_LSF_em_HIS.pdf)>. Acesso em 14 set. 2016.

ANEXOS