

ENGENHARIAS E TECNOLOGIAS

<p>1. BALANCEAMENTO DA LINHA DE PINTURA E MONTAGEM DE ACABAMENTO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS. <i>Dimas Ailton Rocha; Josué Alberton; Lucas Crotti Zanini; Luiz Ricardo Dalazen; Solange Vandresen</i></p> <p>..... 299</p>	<p>2. PREFERÊNCIA DE CONSUMO: UM ESTUDO SOBRE O MERCADO IMOBOLIÁRIO NA CIDADE DE ORLEANS/SC. <i>Leonardo Scremin Júnior; Júlio Preve Machado; Márcia Raquel Ronconi de Souza; Dimas Ailton Rocha; João Paulo Mendes</i></p> <p>..... 318</p>
<p>3. ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS CERÂMICOS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE URUSSANGA-SC. <i>Thaise Aparecida Guizoni de Oliveira; Júlio Preve Machado; Dimas Ailton Rocha; João Paulo Mendes; Leonardo Bristot Inácio</i></p> <p>..... 337</p>	<p>4. PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO OBJETIVANDO VERIFICAR AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR LOCALIZADA EM BRAÇO DO NORTE – SC. <i>Ivan Miguel Ouriques; Júlio Preve Machado; Cláudio da Silva; João Paulo Mendes; Aline Mendes Baggio</i></p> <p>..... 357</p>
<p>5. ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA DA CHUVA EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM ÁREA DE CAPTAÇÃO DE 155,00 m² NA CIDADE DE ORLEANS/SC. <i>Everaldo Ricardo Campos; Júlio Preve Machado; João Paulo Mendes</i></p> <p>..... 377</p>	<p>6. ANÁLISE DAS PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS APÓS A REPAVIMENTAÇÃO EM VIRTUDE DA EXECUÇÃO DE SISTEMA DE ESGOTO: ESTUDO DE CASO EM LAURO MULLER/SC. <i>Manuela Mateus De Bona Cargnin; Luan Berté Zatta; Odir Coan; Camila Lopes Eckert</i></p> <p>..... 397</p>
<p>7. ANÁLISE DE ERROS DE EXECUÇÃO E POSSÍVEIS PATOLOGIAS EM OBRAS DE CONTAINER NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA. <i>Jéssica Klima Emerenciano; João Paulo Mendes; Camila Lopes Eckert; Glauce Warmeling Duarte</i></p> <p>..... 417</p>	

BALANCEAMENTO DA LINHA DE PINTURA E MONTAGEM DE ACABAMENTO EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS

Engenharia e Tecnologia

Artigo original

**Dimas Ailton Rocha¹; Josué Alberton¹; Lucas Crotti Zanini¹;
Luiz Ricardo Dalazen¹; Solange Vandresen¹**

1. Centro Universitário Barriga Verde. Rua Pe. João Leonir Dall'Alba, s/n,
Murialdo, 88870000, Orleans, SC - Brasil;

Resumo: Diante de um mercado instável e economia desacelerada, as empresas precisam encontrar diferenciais que as tornem mais competitivas frente aos seus concorrentes. Algumas alternativas encontradas para acompanhar as oscilações do mercado poderiam ser a melhoria na eficiência da produtividade e a maximização da utilização dos recursos disponíveis no parque fabril. O objetivo do trabalho foi balancear a linha de pintura e montagem de acabamento, produzir de acordo com a demanda comercial no período de agosto de 2015 e atingir o tempo com eficiência operacional definido pela diretoria da empresa. O balanceamento na linha de pintura e montagem de acabamento foi realizado por meio da demanda da produção no período de agosto de 2015, cálculo do *takt time*, definição do *mix* de produtos, comparação de *takt time* com necessidade de horas de produção, nivelamento de operações entre postos de trabalho (balanceamento) e cálculo de mão de obra necessária. Os resultados obtidos mostraram que com a realização do balanceamento foi possível produzir conforme a demanda comercial de cinco produtos por dia e 54% de eficiência no tempo operacional definido pela diretoria da empresa. Além disso, pôde-se observar que com a redistribuição das atividades nos postos foi possível reduzir a mão de obra em 36%, resultando em expressiva diminuição de custos.

Palavras-chave: Balanceamento de linha. Eficiência. Redução de custos.

PAINT AND ASSEMBLY LINE BALANCING IN A SEMI TRAILER MANUFACTURER

Abstract: Faced with an unstable market and slow economy, companies need to find differences that make them more competitive front of your competitors. Some alternatives found to follow market fluctuations could be the improvement in productivity efficiency and maximizing the use of available resources in the company. The purpose was to balance the paint and assembly line, produce according to commercial demand in the august 2015 and achieve operational efficiency with the time set by the company. The balance in the paint and assembly line was carried out through the demand of production from august 2015, calculating the *takt time*, defining product mix, compared to *takt time* requiring hours of production, leveling operations between jobs (balancing) and necessary jobs calculation. The results showed that with

the completion of balancing was possible to produce according to commercial demand of five products/day and 54% efficiency in the operating time set by the company. In addition, it was observed that with the redistribution of activities in the stations was possible to reduce the workforce by 36%, resulting in significant cost savings.

Keywords: Line balancing. Efficiency. Cost reduction.

Introdução

Diante de um mercado instável e economia desacelerada, as empresas precisam encontrar diferenciais que as tornem mais competitivas frente aos seus concorrentes. Algumas alternativas encontradas para acompanhar as oscilações do mercado poderiam ser a melhoria na eficiência da produtividade e a maximização da utilização dos recursos disponíveis no parque fabril.

Dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários - Anfir (2015), apresentaram que a indústria de implementos rodoviários registrou uma retração de 40,36% no período de janeiro a junho/2015, onde foram emplacadas 45.894 unidades, abaixo dos 76.947 emplacements registrados no mesmo período de 2014.

As empresas precisam estar sintonizadas com as exigências do mercado, como por exemplo, altas demandas por variedade e também, velocidade na entrega dos produtos e/ou serviços. Dessa maneira, definir a melhor forma de alocar os recursos disponíveis, sejam eles, máquinas ou pessoas é um dos fatores essenciais e de grande importância para a redução de custos na empresa. Essas decisões, aliadas ao estudo dos gargalos e ao balanceamento de linha podem contribuir para a elevação da eficiência na unidade industrial.

Segundo Gori (2012), o balanceamento de linha de produção tem como objetivo criar um fluxo contínuo de produção através da eliminação dos desperdícios que atrapalham o fluxo e impedem que a produção alcance bons níveis de produtividade. De acordo com Farnes e Pereira (2006), dimensionar de maneira correta a capacidade de produção é vital para que a empresa consiga alcançar um bom lugar no *ranking* do mercado globalizado. Nos casos das empresas que possuem produção em linha de montagem, o dimensionamento da capacidade produtiva pode ser obtido por meio do balanceamento das operações e da atribuição de tarefas aos postos de trabalho, otimizando assim o tempo das operações.

O trabalho foi realizado em uma indústria fabricante de implementos rodoviários e têm como objetivos balancear a linha de pintura e montagem de acabamento, produzir de acordo com a demanda comercial no período de agosto de 2015 e atingir o tempo com eficiência operacional definido pela diretoria da empresa.

Gestão da produção

Diante do mercado altamente competitivo em que nos encontramos, é fato que para manterem-se competitivas, as empresas precisam possuir diferenciais que são conseguidos através da melhoria contínua de seus processos e gestão além da redução dos custos operacionais. Dembogurski, Oliveira e Neumann (2008) comentam que a gestão da produção possui envolvimento direto com os níveis operacionais e desta forma representa o meio pelo qual as empresas possam atingir suas metas a curto, médio e longo prazo sendo que empresas que obtêm maior destaque frente à concorrência são aquelas que possuem uma gestão integrada e objetiva além de processos bem definidos e muito bem planejados.

Muniz Junior (2012) destacam que o principal objetivo da administração de produção é organizar a forma com que as empresas geram bens e serviços, sendo um campo de estudo que trata de problemas reais, como, por exemplo a melhor utilização dos recursos disponíveis nos processos de fabricação. Vale citar que os autores conceituam processos como qualquer atividade que através de agregação de valor transforma matérias primas (insumos) em produtos acabados.

Aumentar a eficiência dos recursos produtivos e reduzir os custos de produção são preocupações constantes nas empresas além de serem tarefas essenciais para que uma organização possa competir em condições de igualdade com seus concorrentes. Uma das formas de atingir esses objetivos é o balanceamento de linha de montagem que nivela os diferentes postos de trabalho existentes em uma linha de produção encontrando assim uma configuração que proporcione um fluxo contínuo e que diminua as ociosidades tanto de pessoas como de equipamentos (GORI, 2012).

Balanceamento de linha

Segundo Carnahan (2001) linha de montagem pode ser definida como um conjunto de estações de trabalho que realizam operação manuais ou automatizadas e montam produtos de forma sequencial onde o transporte entre um box e outro pode ser feito com o auxílio de esteiras.

Özcan e Toklu (2009) complementam citando que enquanto os componentes atravessam as estações de trabalho estes são transformados e/ou montados em determinado tempo que é conhecido como tempo da operação que representa o somatório de todas as tarefas realizadas para transformar a unidade produzida sendo limitado pelo tempo de ciclo. Assim, a cada estação de trabalho, tarefas são executadas até o limite do tempo de ciclo e estas tarefas são atribuídas e organizadas para as estações de acordo com as relações de precedência.

Para um melhor entendimento do assunto apresenta-se na Tabela 1 alguns termos relacionados ao assunto com seus respectivos conceitos.

Em relação ao balanceamento de linha, Rocha e Oliveira (2007, p.2) o definem como uma “ferramenta da programação da produção, cuja função é definir um conjunto de atividades executadas por operários e máquinas, garantindo tempos padrões entre os postos de trabalho”. Fernandes e Morábito (1993) comentam que uma linha de montagem é balanceada quando o tempo de operação em cada estação de trabalho é igual ao tempo de ciclo da linha de montagem.

Em outras palavras Silva, Almeida e Conceição (2008) definem o balanceamento de linha de montagem como a distribuição de todas as tarefas necessárias para a produção ao longo dos diversos postos de trabalho existentes. Esta atividade possui o propósito de que cada posto utilize tempos aproximados na conclusão das tarefas a eles atribuídas.

Segundo Moreira (2011), uma linha de montagem engloba diversas operações que são realizadas por postos ou estações de trabalho sendo que os postos de trabalho são ocupados por uma ou mais pessoas que podem realizar uma ou mais tarefas. É importante salientar que mesmo que a linha de montagem apresente uma sequência fixa de operações, a designação das operações aos postos de trabalhos pode resultar em uma configuração mais eficiente ou menos eficiente, no sentido de aproveitar melhor ou pior, respectivamente, o tempo disponível em cada posto.

Gori (2012) comenta que a tarefa de balancear uma linha de montagem faz com que a carga de trabalho seja dividida entre os operadores em uma linha de produção de modo a atender o tempo *takt time*. O quadro 1 apresenta os termos utilizados em linhas de montagem.

Quadro 1 - Termos utilizados em linhas de montagem

Termo	Conceito
Tarefa	Representa uma parte de um todo, ou melhor, uma ação necessária para transformação da unidade em produção.
Unidade em produção	É a unidade que passa estação a estação e está sendo transformada, até se tornar um produto final.
Estação	Local onde são executadas as operações. Quando só existe uma operação na estação, a estação e operação (estação de trabalho) são a mesma coisa numa linha de montagem. Porém quando há paralelismo de operações e lugares variados de operações numa estação os conceitos entre estação e estação de trabalho são distintos.
Estação de trabalho ou operação	Conjunto de tarefas que são executadas até o limite de tempo de ciclo de uma estação. Uma estação pode ter mais de uma operação. A operação é realizada pelo operador.
Tempo da operação	É o somatório das tarefas de uma operação.
Tempo de ciclo (TC)	É o tempo de atravessamento da unidade em produção em uma estação. Representa a taxa de produção de uma linha.
Operador	Pessoa que executa uma operação.
Precedência	É a relação de dependência entre tarefas, onde tarefa a é precedente da tarefa b, então tarefa b só pode ser executada se tarefa a tiver sido realizada.

Fonte: Oliveira, 2011.

Takt Time, segundo Ohno (1997) é o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças que se deseja produzir em um dia e está relacionado com a demanda do mercado e com o tempo disponível para produção podendo ser resumido como o ritmo que se deve manter para que se consiga atender a demanda exigida pelo mercado (ALVAREZ E ANTUNES, 2001). O *takt time* é calculado de acordo com a equação 1.

$$Takt\ time = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível no período}}{\text{Demanda do mercado no período}} \quad \text{Equação (1)}$$

Para Aguiar, Peinado e Graeml (2007, p. 6 e 7):

O balanceamento da linha de produção consiste na atribuição de tarefas às estações de trabalho que formam a linha, de forma que todas as estações demandem aproximadamente o mesmo tempo para a execução das tarefas a elas destinadas. Isso minimiza o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos. O tempo de execução da tarefa destinada a cada um dos operadores em seus centros de trabalho deve ser o mesmo, ou o mais próximo possível, para que não exista atraso das demais atividades. As linhas com bom nível de balanceamento apresentam um fluxo suave e contínuo de trabalho, porque todos os operadores trabalham no mesmo ritmo, obtendo-se o maior grau de aproveitamento possível da mão-de-obra e dos equipamentos.

O conceito básico de balanceamento de linha segundo Magatão *et al.* (2011) está relacionada a “atribuição de tarefas às estações em uma linha de modo a obter o índice de produção (ou tempo de ciclo) desejado com o menor número de estações de trabalho” ou, alternativamente, o balanceamento pode visar a “minimização do tempo de ciclo para um dado número de funcionários”.

Quando uma linha de produção está desbalanceada, significa dizer conforme Aguiar, Peinado e Graeml (2007) que uma tarefa possui seu tempo de execução significativamente maior ou menor que o tempo médio de execução das demais tarefas da linha de montagem sendo que as principais consequências para esta situação são as seguintes:

- O operador mais carregado trabalha em ritmo acelerado a fim de compensar sua desvantagem sendo que este problema pode gerar fadiga e doenças do trabalho;
- Colaboradores mais ágeis e velozes em postos de trabalho com operações mais complexas. Este procedimento geralmente pode trazer consequências indesejadas, como o afastamento do funcionário devido a problemas de saúde relacionados à intensidade exagerada de trabalho;
- A soma do tempo ocioso dos operadores envolvidos com tarefas de menor duração eleva os custos produtivos, já que não há aproveitamento completo da mão-de-obra disponível;
- A velocidade da linha de produção se limita à velocidade da operação mais lenta, que possui maior tempo de duração. Em outras palavras, a linha de produção fica subordinada à operação do “gargalo” produtivo.

Em relação às vantagens do balanceamento de linha, Rocha e Oliveira (2007) *apud* Camargo e Pacheco, 2013) comentam que apesar de não ser uma tarefa fácil,

diversos benefícios podem ser alcançados. Entre eles, pode-se citar redução de ociosidade e redução de mão de obra (FESTUGATTO *et al.* 2006 *apud* CAMARGO E PACHECO, 2013), ritmo de produção uniforme entre as várias operações realizadas ao longo da linha de produção, eliminação de esperas e gargalos, rodízios de funções que ajudam a evitar lesões no trabalho devido a esforços repetitivos, que por sua vez trazem como consequência o alto índice de absenteísmo (BOIKO, TOIGO E VAROLO, 2011 *apud* CAMARGO E PACHECO, 2013).

Abdullah (2003) *apud* Gori (2012) complementa citando que o balanceamento de linha é considerado uma grande ferramenta de redução de desperdício, pelo fato de estar relacionada com a redução do tempo ocioso dos operadores. Para Farnes e Pereira (2006, p. 1):

O balanceamento de linha de montagem como método de dimensionamento de capacidade de produção permite obter melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. O balanceamento também mostra-se necessário devido à ocorrência de mudanças no processo de montagem, como a inclusão ou exclusão de novas operações, mudanças no tempo de processamento, alterações de componentes e alterações na taxa de produção. Operações com tempo ocioso ou sobrecarregado representam problemas de eficiência da linha, o que gera alterações na capacidade e aumento no custo unitário de produção.

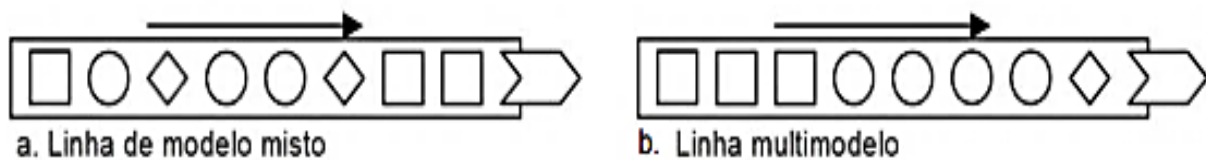
A principal dificuldade encontrada quando se faz o balanceamento de uma linha de produção está relacionada com a formação de tarefas, ou conjuntos de tarefas, que tenham o mesmo tempo de duração. Muitas vezes algumas tarefas longas não podem ser divididas e algumas tarefas curtas não podem ser agrupadas, o que dificulta o balanceamento (AGUIAR, PEINADO E GRAEML, 2007).

No balanceamento de operações, o tempo total para a montagem de determinado produto é distribuído de forma semelhante entre as estações de trabalho, permitindo que a linha fique com os tempos nivelados entre si. Entre os objetivos principais do balanceamento de operações, pode-se citar: redução de desperdícios de tempo na produção, eliminação de gargalos, melhoria da planta, redução da ociosidade de mão-de-obra e equipamentos, bem como aumento da produção (BLATI, KELENCY e CORDEIRO, 2010, P.7).

De acordo com Boysen *et al.* (2008) *apud* Donnini, Magatão e Rodrigues, (2010) as linhas de produção podem ser categorizadas em 3 tipos, em função do número de modelos que nela se produz. Se numa linha de produção se produzir um único modelo, poderemos classificar a linha como linha de produção de modelo único

(SALB - *Single Model Assembly Line*). Se numa linha de produção se produzem vários modelos simultaneamente, a linha será classificada como linha de produção mista (MMAL - *Mixed Model Assembly Line*). Por último, se a linha de produção estiver preparada para produzir vários modelos, mas a inserção dos produtos na linha for feita de forma a que, na mesma, circule exclusivamente um modelo, estamos na presença de uma linha de produção múltipla (MUAL - *Multi-model Assembly Line*). Uma comparação entre essas formas de produção pode ser identificada na Figura 1, onde formas geométricas representam diferentes produtos sendo que estes podem variar com relação ao tamanho, cor, material ou equipamentos utilizados, porém, como os processos de produção são similares, uma boa parte das operações é comum a todos os modelos.

Figura 1 - Tipos de linhas de montagem: a) modelo misto e b) multimodelo

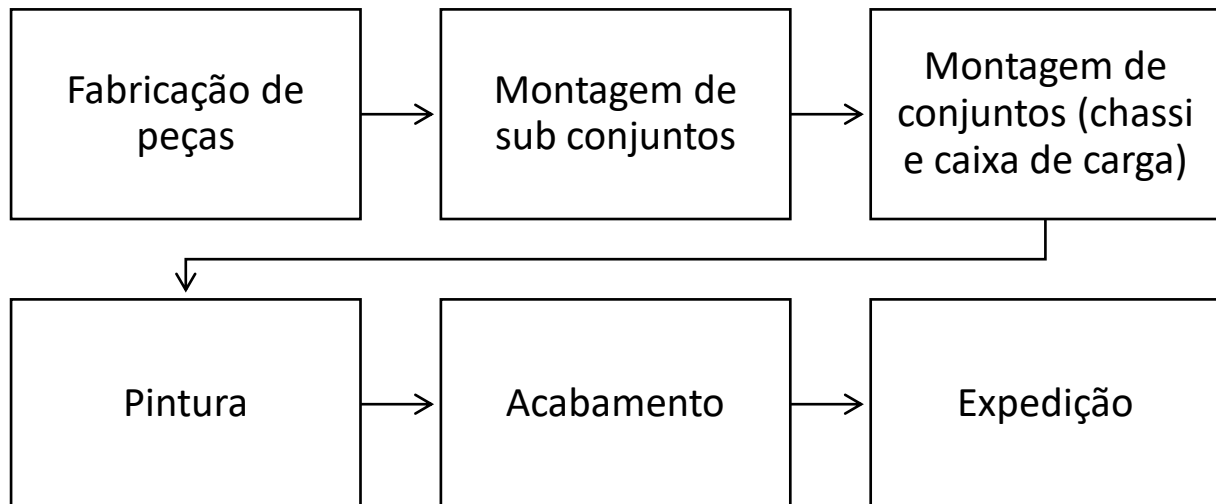


Fonte: Donnini, Magatão e Rodrigues (2010).

Procedimentos metodológicos

Este estudo foi realizado em uma empresa de implementos rodoviários que fabrica produtos complexos e de alto valor agregado, conforme processo produtivo apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo de fabricação de implementos rodoviários.



Fonte: Autor (2019).

No setor de fabricação de peças inicia-se a produção dos produtos da empresa por meio das mais avançadas máquinas de corte e dobra disponíveis no *layout* da empresa. Este setor produz aproximadamente 90% das peças que serão utilizadas nas estruturas dos produtos e, o restante, 10% são comprados de fornecedores externos quando a fabricação ou adaptação do processo produtivo for economicamente inviável.

Logo após a fabricação de peças, existe o setor de montagem de subconjuntos que desenvolve componentes a fim de favorecer a montagem na linha de produção. Este setor apresenta operações manuais de montagem e solda de componentes, além de um robô de solda.

As peças, depois de pré-montadas no setor de montagem de subconjuntos, estão prontas para formarem o chassi do implemento ou mesmo a caixa de carga no setor de linha de montagem. Neste setor, os postos de trabalho estão dispostos na linha a fim de favorecerem o fluxo de produção. Também existem, gabaritos que auxiliam o processo de montagem sendo que todos os postos são compostos de operações manuais.

Quando o chassi ou caixa de carga do produto está finalizado, o mesmo é encaminhado para a linha de pintura. A linha de pintura é composta por quatro postos de trabalho denominados e dispostos na seguinte sequência: jato de granalha, cabine de preparação de pintura, cabine de pintura e estufa.

Posteriormente, o produto é conduzido por meio de trilhos até a linha de montagem de acabamento onde realiza-se a montagem de componentes elétricos,

pneumáticos, eixos, assoalho e acessórios finais, além de ser neste local que os retoques finais do produto são realizados para corrigir possíveis imperfeições.

A pesquisa apresentada no que se refere à natureza pode ser considerada aplicada, visto que a mesma busca aplicar a teoria apresentada, à prática na empresa.

Quanto à abordagem do problema a pesquisa foi definida como quantitativa, sendo esta trabalhada com dados que são transformados em resultados.

Conforme Costa (2008, p. 94), “A pesquisa quantitativa centra-se na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considerada que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos específicos”.

Em relação aos objetivos, classificou-se como pesquisa exploratória, pois segundo Gil (2008), este tipo de pesquisa proporciona maior familiaridade com o problema podendo assumir a forma de pesquisa bibliográfica e estudo de caso.

Quanto aos procedimentos técnicos, caracterizou-se a pesquisa como estudo de caso, visto que a mesma se encaixa no exposto por Gil (2008) à respeito deste procedimento: estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

As informações necessárias para a realização do trabalho foram coletadas junto ao departamento de engenharia de processos da empresa. Este departamento é responsável pela análise de fabricação, roteiro de produtos, melhorias no processo produtivo, cronoanálises, levantamento diário de informações para ser utilizado em cadastro de roteiro de produtos, que por sua vez, são utilizados nos cálculos de custos de produto, eficiência mensal das unidades fabris, mão de obra necessária para fabricação de um determinado *mix* de produção, além de serem as bases para análises relativas à necessidade de investimentos e previsões de produções futuras.

Para a tomada de tempo foi utilizado um cronômetro ou muitas vezes, uma câmera filmadora, visto que o procedimento de filmagem também foi bastante utilizado quando necessário para análises mais detalhadas de determinadas operações, como montagens, que podem demorar horas ou até dias para serem concluídas.

Na empresa sempre foi adotado como procedimento prévio da operação em estudo, uma breve explicação para o operador, a fim de esclarecer sobre a importância da simulação real da rotina de trabalho, para então, registrar o tempo de ciclo real da operação.

Após o levantamento dos dados do processo, como, número de operadores, alocação da mão de obra na produção, tempo disponível, demanda de produtos, fluxo de produção e tempos-padrão de cada atividade foi realizado o balanceamento na linha de pintura e montagem de acabamento, conforme os seguintes procedimentos:

- Demanda da produção no período de agosto de 2015;
- Cálculo do *takt time*;
- Definição do *mix* de produtos;
- Comparação de *takt time* com necessidade de horas de produção;
- Nivelamento de operações entre postos de trabalho (balanceamento);
- Cálculo de mão de obra necessária.

Resultados e discussão

Neste trabalho foi realizado o balanceamento na linha de pintura e montagem de acabamento em uma empresa fabricante de implementos rodoviários, considerando-se nos cálculos a produção referente ao período de agosto de 2015. A demanda da produção foi de 5 (cinco) produtos por dia, sendo que a empresa trabalha das 07:00 às 17:00 horas com intervalo de 1,2 horas para refeição, totalizando 8,8 horas de trabalho (528 minutos). A partir dessa informação, calculou-se o *takt time* da linha, que é a relação entre o tempo disponível para fabricação de um determinado item e a sua demanda (equação 2).

$$Takt\ time = \frac{8,8\ \text{horas/dia}}{5\ \text{produtos/dia}} = 1,76\ \text{horas}$$

Equação (2)

O tempo *takt time* da linha de produção foi de 1,76 horas (105,6 minutos). Dessa maneira, o tempo máximo que os produtos poderão permanecer no posto de trabalho, deverá ser igual ou inferior ao tempo *takt* de 1,76 horas.

Neste estudo, o *mix* de produtos a ser entregue por dia nos setores corresponde ao apresentado na Tabela 1, que significa que durante o tempo de produção diária deve-se produzir 2 unidades do produto Sr. Chassi Container e 3 unidades do produto Sr. Graneleiro - Assoalho de Madeira.

Tabela 1 - *Mix* de produção diário.

Quantidade	Produto
2	Sr. Chassi Container - 3EMJ
3	Sr. Graneleiro - Assoalho de Madeira – 3EMJ

Fonte: Autor (2019).

Em relação às características dos implementos do *mix* de produção, ambos possuem 3 eixos mecânicos juntos. O implemento Sr. Chassi Container é um produto destinado ao transporte de containers possuindo apenas o chassi (Figura 3).

Figura 3 - Semirreboque Chassi Container.



Fonte: Autor (2019).

Já o Sr. Graneleiro é destinado principalmente para o transporte de grãos, possuindo assoalho de madeira e caixa de carga (Figura 4). Vale salientar que a pintura da caixa de carga do implemento é realizada em outra filial da empresa, não fazendo parte deste estudo.

Figura 4 - Semirreboque Graneleiro

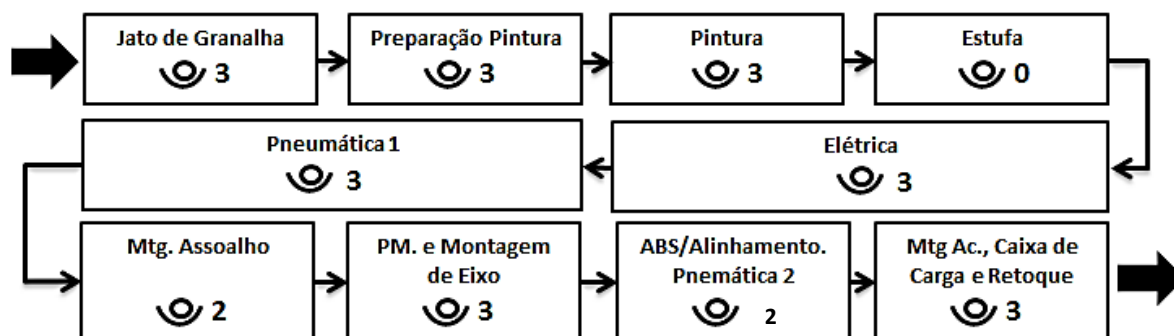


Fonte: Autor (2019).

Situação antes do balanceamento da linha

O fluxo de produção da linha de pintura e montagem de acabamento por postos de trabalho e mão de obra antes do balanceamento está apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Disposição de postos de trabalho com mão de obra disponível.



Fonte: Autor (2019).

Conforme pôde-se observar na Figura 5, a linha de produção apresentou dez postos de trabalho e um total de 25 colaboradores. Uma característica importante das linhas de montagem da empresa é que as mesmas são categorizadas como linhas de produção mista, ou seja, produzem vários modelos de produtos ao mesmo tempo. Para Scholl (1999) *apud* Donnini, Magatão e Rodrigues (2010), os sistemas de produção de modelo misto são utilizados por proporcionarem um fluxo contínuo de materiais, reduzirem os níveis de estoque de produto acabado e por serem bastante flexíveis em relação às mudanças de modelos (de produtos).

Na Tabela 3 estão apresentados os tempos de ciclo (TC) e o hora homem (HH) antes do balanceamento da linha de produção. O posto estufa (P.4) opera sem a necessidade de mão de obra, sendo assim, apresentado como parte do processo. É importante ressaltar, que na Tabela 2 o HH do posto de trabalho é o somatório das operações realizadas individualmente, sendo que, nem sempre foi utilizado o número

total de pessoas disponíveis no posto para a execução das operações. Desta forma, não foi possível calcular o valor do HH do posto apenas multiplicando o TC total pela quantidade de homens disponíveis.

Tabela 2 - Tempo de ciclo (TC) e hora homem (HH) dos produtos com 54% de eficiência.

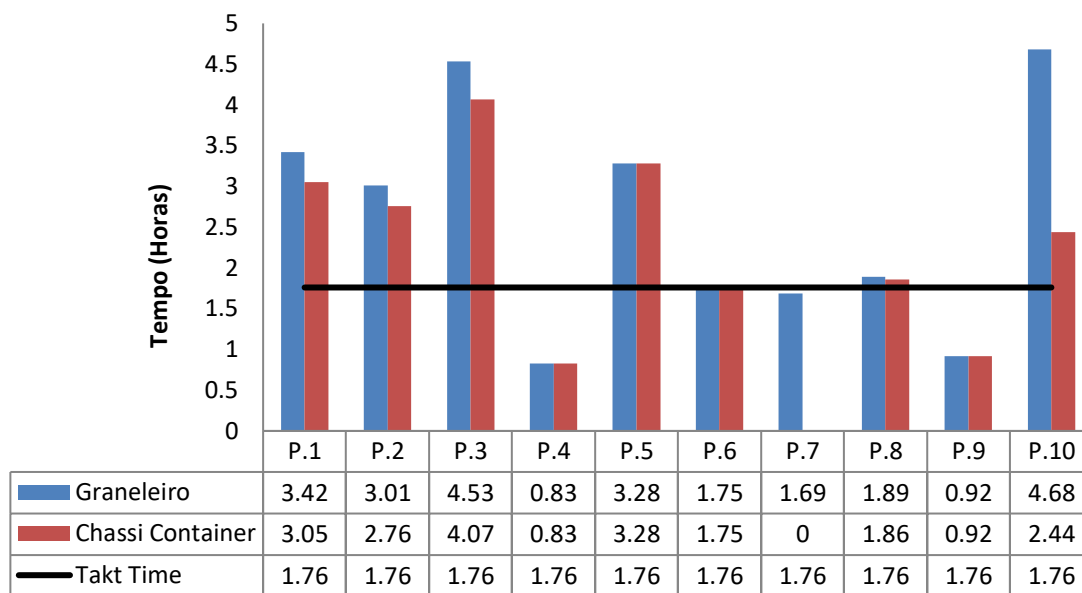
Posto	Descrição do Posto	Mão de Obra disponível no PO	Graneleiro		Chassi Container	
			TC (Un.)	HH (Un.)	TC (Un.)	HH (Un.)
P.1	Jato	03	1,71	3,42	1,52	3,05
P.2	Preparação	03	1,11	3,01	1,02	2,76
P.3	Pintura	03	1,51	4,53	1,35	4,07
P.4	Estufa	00	0,83	0,83	0,83	0,83
P.5	Elétrica	03	3,25	3,28	3,25	3,28
P.6	Pneumática 1	03	1,11	1,75	1,11	1,75
P.7	Assoalho	02	1,28	1,69	0	0
P.8	Eixos	03	1,89	1,89	1,86	1,86
P.9	ABS/alinhamento/ pneumática 2	02	0,92	0,92	0,92	0,92
P.10	Montagem de protetor ciclista, caixa, acessórios e retoque	03	4,08	4,68	1,86	1,86
Total		25	17,69	26,00	13,72	20,38

Fonte: Autor (2019).

As informações de HH de cada produto apresentadas na Tabela 3 foram comparadas ao *takt time* da linha conforme mostra o gráfico 1. Dessa maneira, pôde-se observar claramente os postos que excedem o *takt time*, impedindo que a necessidade diária de produção seja atendida.

Analisando a Gráfico 1, observou-se que os postos de trabalho jato (P.1), preparação (P.2), pintura (P.3), elétrica (P.5), eixos (P.8), ABS/alinhamento/pneumática 2 (P.9) e montagem de protetor ciclista, caixa, acessórios e retoque (P.10) estão excedendo o *takt time* da linha (1,76 horas), apresentando, gargalos na linha de produção.

Gráfico 1 - HH necessário X *takt time*



Fonte: Autor (2019).

Dessa maneira, sugere-se que uma das medidas que pode ser implantada na empresa para adequar a produção à demanda poderia ser a implantação do balanceamento de produção, que redistribui as operações do produto entre os postos de trabalho. De acordo com Gori (2012), inicia-se o balanceamento da linha com a divisão da carga de trabalho entre os operadores de modo a atender o tempo *takt time*.

Balanceamento de linha

Iniciando-se o estudo pelos postos P.1, P.2 e P.3, não foi possível dividir as operações entre os postos, pois as mesmas não podem ser fragmentadas. Desta maneira, a única saída para atender a produção foi calcular a necessidade de mão de obra.

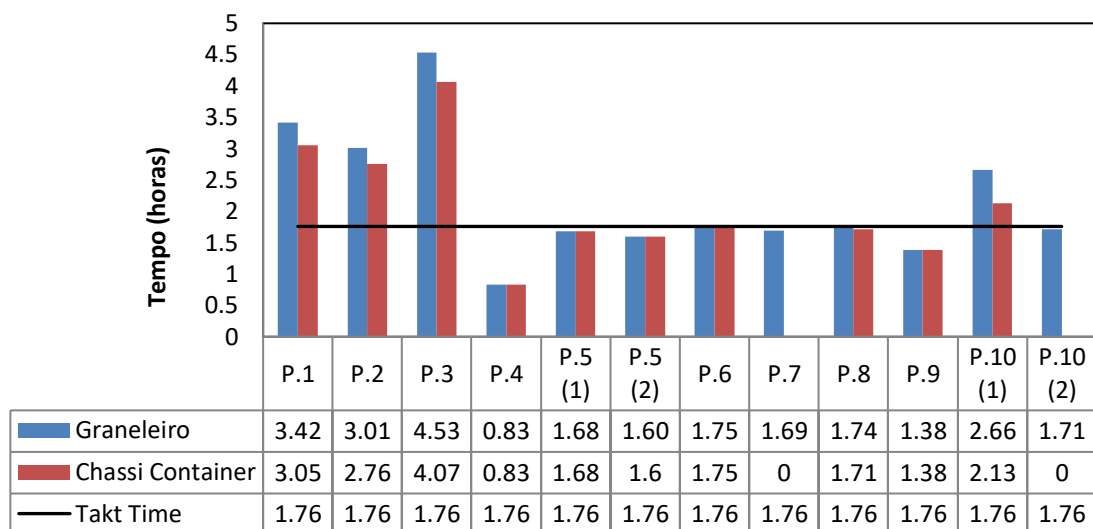
Para o posto P.5, foi necessário a divisão das operações do posto em P.5(1) e P.5(2), já que alocar mais pessoas neste posto tornaria o trabalho inviável por questões ergonômicas e de *layout*, sendo que este posto já possui 3 pessoas disponíveis.

Algumas operações do posto P.8 foram alocadas ao posto P.9, que possuía aproximadamente 50% de ociosidade. O posto P.9 também recebeu algumas operações do posto P.10, que possuía ocupação maior que o *takt* da linha.

Em relação ao posto P.10 foi possível observar que o mesmo possui elevada utilização para o produto Graneleiro devido às operações de montagem de caixa de carga, acessório deste produto. No entanto, o Chassi Container não possui caixa de carga. Para resolver este problema, foi criado um posto de trabalho apenas para montagem de caixa de carga, denominado P.10(2) ficando as outras operações no posto existente, P.10(1).

Os resultados da distribuição de operações entre os postos estão apresentados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Nivelamento das tarefas entre os postos de trabalho.



Fonte: Autor (2019).

Após o nivelamento das operações, observou-se que apenas com essa atividade já é possível atingir o *takt time* da linha em alguns postos de trabalho. No entanto, a mão de obra pode ser melhor dimensionada. Assim, para verificar a necessidade de mão de obra direta (MOD) por posto foi realizado o cálculo em função do *mix* diário e do tempo disponível, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 - Mão de obra atual x necessidade de MOD com 54% de eficiência.

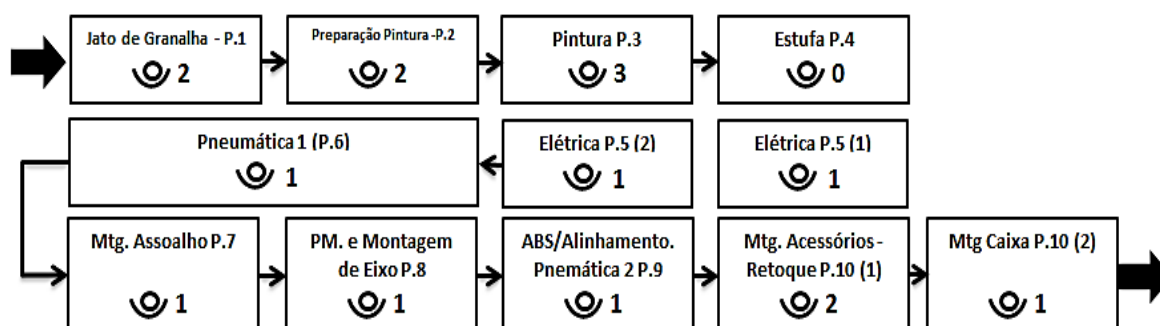
Posto	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5 (1)	P.5 (2)	P.6	P.7	P.8	P.9	P.10 (1)	P.10 (2)
Mix (HH)	16,36	14,55	21,73	4,15	8,4	8	8,75	5,07	8,64	6,9	12,24	1,13
Tempo Disponível	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8

MOD Disponível	3	3	3	0	3	3	2	3	2	3	
MOD Necessária	2	2	3	0	1	1	1	1	1	2	1

Fonte: Autor (2019).

O cálculo da necessidade de MOD foi realizado dividindo-se o HH do *mix* diário pelo tempo disponível no posto de trabalho. Os resultados mostraram que a linha operava com 25 pessoas, porém para atender a produção no prazo são necessários apenas 16 colaboradores, com redução de 36% no número de colaboradores. Na Figura 6 está apresentado o novo fluxo de produção da linha de pintura e montagem de acabamento com a distribuição de mão de obra após o balanceamento.

Figura 6 - Postos de trabalho e mão de obra após o balanceamento de linha.



Fonte: Autor (2019).

Com o nivelamento das atividades entre os postos de trabalho, transferindo atividades de postos sobrecarregados para postos ociosos, foi possível observar que todos os postos trabalharam com tempo inferior ao *takt time*, garantindo assim a entrega da demanda necessária no prazo. Os resultados obtidos estão de acordo com Aguiar, Peinado e Graeml (2007), onde o nivelamento das operações entre os postos reduz o tempo ocioso de mão-de-obra e de equipamentos diminuindo, conseqüentemente, custos de produção já que soma do tempo ocioso dos operadores envolvidos com tarefas de menor duração eleva os custos produtivos, onde não há aproveitamento completo da mão-de-obra disponível.

Considerações finais

Diante da queda no mercado de implementos rodoviários, retração de 40,36% no período de janeiro a junho/2015, dados da Anfir (2015), as empresas precisam tornar seus preços competitivos para se manterem no mercado. Uma alternativa sugerida para atingir esse objetivo foi a redução dos desperdícios por meio da realização do balanceamento da linha de pintura e montagem de acabamento.

Os resultados obtidos mostraram que com a realização do balanceamento foi possível produzir conforme a demanda comercial de cinco produtos por dia no período de agosto de 2015 e 54% de eficiência no tempo operacional definido pela diretoria da empresa. Além disso, também pôde-se observar que com o balanceamento da linha de pintura e montagem de acabamento foi melhorado a utilização dos recursos produtivos, fator que contribuiu na elevação da capacidade de produção.

Neste trabalho, com a redistribuição das atividades nos postos e estudo aprofundado dos tempos por meio do balanceamento da linha foi possível observar que a empresa estava operando com mão de obra superior ao necessário para atender o *mix* de produtos. Dessa maneira, além de atender a demanda comercial foi possível reduzir a mão de obra em 36%, resultando em expressiva diminuição de custos.

Referências

AGUIAR, G. F.; PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção: O estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia. **Anais...** COBENGE. 2007.

ANFIR. **Anfir: Setor de implementos rodoviários tem queda de 40,36% no 1º semestre.** 2015. Disponível em: <http://anfir.org.br/downloads/ANFIR_Portal%20R7_14.7.2015.pdf>. Acesso em: 10 de set. 2018.

BLATI, A. C.; KELENCY, L. G.; CORDEIRO, R. W. L. **Balanceamento de Operações: aplicação da ferramenta de balanceamento de operações em uma linha de produção de bombas de combustíveis.** Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção com ênfase em Planejamento de Operações Logísticas. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

CAMARGO, E. A.; PACHECO, D. A. de J. Aplicando o balanceamento de operações para melhorar o desempenho da indústria. **Revista Espacios.** v. 34, n. 10, 2013.

CARNAHAN, B. J. Incorporating physical demand criteria into assembly line balancing. **Lie Transactions,** v. 33, n. 10, p. 875-887, 2001.

DEMBOGURSKI, R. A.; OLIVEIRA, M. de; NEUMANN, C. Balanceamento de linha de produção. **Anais...** XXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2008.

DONNINI, N.; MAGATÃO, L.; RODRIGUES, L. C. de A. **Balanceamento de uma linha de montagem de bancos de automóveis com *buffer* intermediário usando programação linear inteira mista.** 2010. Disponível em: <<http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2010/pdf/72390.pdf>>. Acesso em 15 de set. 2018.

FARNES, V. C. F.; PEREIRA, N. A. Balanceamento de linha de montagem com o uso de heurística e simulação: estudo de caso na linha branca. **Anais...** SIMPEP. n. XIII, Bauru SP, novembro, 2006.

FERNANDES, F. C. F.; MORÁBITO, R. Linguagens de Modelagem GAMS e LING. Aplicação a um problema de balanceamento de linha de montagem. **Cadernos de Engenharia de Produção**, n. 20, p. 8-31, 1993.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GORI, R. M. O Balanceamento de uma linha de montagem seguindo a abordagem *lean manufacturing*. **Anais...** XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de out., 2012.

MAGATÃO, L., RODRIGUES, L. C. A., MARCILIO, I., SKRABA, M. Otimização do balanceamento de uma linha de montagem de cabines de caminhões por meio de programação linear inteira mista. **Proc. of XLIII SBPO**, 1-12, 2011.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** 5 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2011.

MUNIZ JUNIOR, J. **Administração de produção.** Curitiba: IESDE Brasil, 2012.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, F. da S. **Programação Inteira Binária por Branch and Bound para rebalanceamento de linhas de montagem em ambiente de *mix* de modelos de produtos: Um estudo de caso em uma empresa da indústria automobilística.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial. Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2011.

ÖZCAN, U., TOKLU, B. Balancing of *mixed-model* two-sided assembly lines. **Computers & Industrial Engineering**, 2009.

SILVA, M. C. A.; ALMEIDA, J. F. F.; CONCEIÇÃO, S. V. Modelos de balanceamento em uma linha multi-produto de uma empresa do segmento E.M.S. **Anais...** XV Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru/SP, 2008.

PREFERÊNCIA DE CONSUMO: UM ESTUDO SOBRE O MERCADO IMOBILIÁRIO NA CIDADE DE ORLEANS/SC

Engenharia e Tecnologia

Artigo original

Leonardo Scremin Júnior¹; Júlio Preve Machado¹; Márcia Raquel Ronconi de Souza¹; Dimas Ailton Rocha¹; João Paulo Mendes¹

1. Centro Universitário Barriga Verde.

Resumo: Em meio a um cenário econômico retraído o setor de construção de imóveis residenciais necessita de precisão na escolha do tipo de produto (imóvel) a ser comercializado para que ocorra sucesso em vendas. Neste sentido, a pesquisa de mercado oferece informações necessárias para as empresas traçarem metas e estratégias de vendas. Este trabalho teve como objetivo fazer um estudo de mercado para identificar as preferências de consumo de imóveis residenciais dos egressos do Centro Universitário Barriga Verde. Para a obtenção dos dados da pesquisa foi elaborado um questionário, por meio do *Google docs*, onde as questões foram enviadas via e-mail para cada egresso. Os resultados mostraram que a maior parte dos egressos preferem imóveis residenciais unifamiliares com até 150 m² de área construída. Quanto ao preço, a maioria optou por valores entre R\$ 100.000,00 e R\$ 150.000,00.

Palavras-chave: Pesquisa de Mercado. Mercado imobiliário. Construção civil. Imóveis.

PREFERENCE OF CONSUMPTION: A STUDY ON THE IMOBOLIARY MARKET IN THE CITY OF ORLEANS/SC

Abstract: In the midst of a shrinking economic scenario, the residential real estate construction sector needs precision in choosing the type of product (property) to be marketed for sales success. In this sense, market research provides information needed for companies to set sales goals and strategies. This study aimed to make a market study to identify the residential real estate consumption preferences of the graduates of the Barriga Verde University Center. In order to obtain the research data, a questionnaire was elaborated through *Google docs*, where the questions were sent via email to each egress. The results showed that most graduates prefer single-family residential properties with up to 150 m² of built area. As for the price, the majority opted for values between U\$ 25,000.00 and U\$ 37,500.00.

Keywords: Market research. Real estate market. Construction. Properties.

Introdução

A construção civil é um dos maiores setores econômicos do Brasil, com contribuição recorde em 2010 no PIB nacional, com uma taxa de 8,1%. Funciona como um propulsor econômico, com grande capacidade de movimentar a economia, gerar riquezas e empregos para quase 9% da população do Brasil. Apenas 2% do total dos insumos utilizados na construção civil são importados, ou seja, é um setor totalmente nacionalizado (CBIC, 2018).

O mercado imobiliário e o setor da construção civil apresentam dependências entre si, tendo em vista seus crescimentos. A alta do mercado imobiliário é de principal importância para manter o ritmo de crescimento do segmento de edificações, favorecendo para o crescimento econômico do país e para a redução do déficit habitacional (BARZI, 2015).

A crise econômica no país vem afetando quase todos os setores, gerando um forte aumento dos juros afetando preço dos imóveis. Aliado com o número de lançamentos excessivos de empreendimentos, o mercado imobiliário entrou em uma crise de vendas nesses últimos anos. Cidades como Florianópolis e Porto Alegre apresentaram quedas nas vendas de até 14,7% no segundo trimestre de 2018 em relação ao segundo trimestre de 2017. Tal cenário, aumenta a competitividade nas relações comerciais, demandando precisão pelos produtos ofertados (LUZ, 2016; CBIC, 2018).

Desse modo, o estudo de mercado aparece como um instrumento que visa proporcionar informações necessárias para que empresas possam tomar a decisão correta sobre o tipo de produto que deverá ser lançado no mercado imobiliário, obtendo os sucessos de vendas (SANTANA, 2006).

A cidade possui um centro universitário que atrai grande números de alunos da região da Encosta da Serra Geral, que ao concluir seus cursos residem e trabalham na região. Desse modo, conhecer as preferências por imóveis residenciais dos egressos do Centro Universitário Barriga Verde, de Orleans (SC) é o que motiva a realização desta pesquisa. Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo de mercado a fim de identificar as preferências por imóveis residenciais por parte dos egressos do Centro Universitário Barriga Verde. Para a obtenção deste objetivo, pretende-se, elaborar um questionário a ser aplicado ao público alvo visando obter suas preferências por consumo de imóveis, aplicar o questionário aos mesmos,

além de analisar tais resultados obtidos gerando informações comerciais para construtoras e corretores de imóveis que desejarem investir no município de Orleans (SC).

A importância da construção civil para o desenvolvimento econômico do país

O setor da construção gera crescimento econômico por meio de instalação de portos, ferrovias, rodovias, sistemas de irrigação, energia e comunicação, edifícios e moradias. O desempenho do setor abre portas para o desenvolvimento de outras atividades econômicas (JUNIOR; DAGOSTINI, 2012).

O Brasil precisa da construção civil para crescer, pois o setor tem impacto direto na geração de empregos diretos e indiretos, além da melhoria das áreas de infraestrutura e habitação. É um setor chave para o desenvolvimento de outros setores, gerando um efeito de encadeamento para trás e para frente na estrutura produtiva nacional (TEIXEIRA; CARVALHO, 2005).

Vários programas governamentais foram criados no Brasil para atender parte da demanda por moradias da população, priorizando as famílias com menores faixas de renda. Em 2009 foi lançado o programa Minha Casa Minha Vida, o que contribuiu para o crescimento no setor de construção residencial no país (ROCHA, 2017).

Déficit habitacional

Segundo os dados estatísticos da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) (2015), precisariam construir mais de 6 milhões de moradias para que déficit habitacional brasileiro fosse suprido com a população momentânea. A região Sudeste mostra a maior carência por habitação, com necessidade de construção de mais de 2,4 milhões de moradias. Em segundo vem a região Nordeste, com a necessidade de construção de aproximadamente 1,9 milhão de moradias, em seguida a região Sul (697.636), região Norte (627.376), e região Centro-Oeste (506.822).

Contribuição para o PIB

Em 2010 a construção civil contribuiu em cerca de 8,1% para o PIB brasileiro. O setor contribui para o desenvolvimento de praticamente todos os setores da economia do país, Funciona como um motor econômico, com grande capacidade de movimentar a economia, gerar riquezas e empregos para quase 9% da população do

Brasil. Apenas 2% do total dos insumos utilizados na construção civil são importados. Conseqüentemente 98% dos insumos consumidos pelo setor são de indústrias nacionais (CBIC, 2018; SINDUSCON (SP), 2012).

Geração de empregos

A alta do setor também gera emprego e renda para a população, aumentando sua capacidade de consumo, aumentando também a demanda da indústria. Dos quase 102 milhões de pessoas ocupadas no Brasil, 8,6 milhões trabalham no setor da construção civil, representando 8,48 % da população total. Em Santa Catarina, em fevereiro de 2014, o setor chegou a um saldo de 29.252 empregos celetistas diretos (CBIC, 2018; CAGED, 2017).

Marketing e vendas na comercialização de imóveis

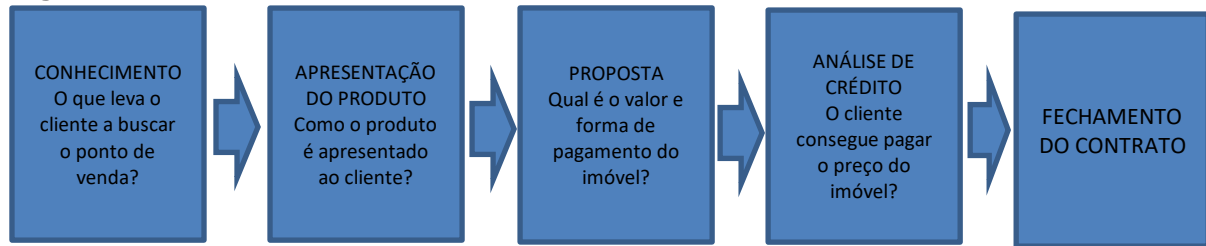
Entende-se por marketing a ciência que estuda o mercado de fora, trazendo uma visão real do mercado para empresa, tornando um instrumento importante para saber que produto lançar para seus consumidores. Questões como o que, como, onde, quando, quanto e por qual motivo os consumidores compram, são dúvidas que o profissional que atua na área deve achar respostas para conseguir conhecer e entender as necessidades dos seus clientes, criando estratégias que cheguem ao seu produto alvo (BORTOLO, 2011).

As construtoras buscam realçar as vantagens locais de seus empreendimentos, destacando a valorização e a localização. Outros planos também como o baixo preço do condomínio, a segurança que o empreendimento proporciona, a proximidade do comércio, indústria, universidade, além da garantia de entrega do imóvel na data programada logo após a sua compra são estratégias para o sucesso em vendas (GARBI, 2011).

A localização então, é um fator de extrema importância e diferencial dos empreendimentos das construtoras e imobiliárias, pois mostram as áreas de construção baseadas em conceitos de valorização, fluxo de investimentos, taxa de crescimento da região. Assim fazendo em que os clientes tenham uma boa garantia de investimento, mesmo sendo de médio a longo prazo.

Garbi (2011) apresentou um modelo de fluxo de vendas mostrando algumas etapas para ter uma estratégia de vendas, conforme pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo de vendas.



Fonte: Adaptado de Garbi (2011).

Saber o motivo que levou o cliente a procurar o ponto de venda é fundamental para entender o que ele realmente deseja. É importante que o consumidor tenha consciência de sua existência e que o produto está sendo ofertado conforme as necessidades de preferência dele. Neste sentido, as construtoras utilizam meios de comunicação avançados para fazer a propaganda como, mídias impressas, televisão e panfletagens (folders) no trânsito. Fazer uma boa demonstração do produto é fundamental para o cliente entender a características do imóvel. Após a decisão do consumidor em adquirir o imóvel, é feita uma análise de crédito. Se o crédito do cliente for aprovado, o contrato pode ser fechado e assinado (GARBI, 2011).

Problemas atuais encontrados pelas construtoras no lançamento de imóveis

Com a concorrência cada vez maior e o início da globalização, o risco de incerteza de vendas aumenta. É preciso conhecer bem a empresa, seu ambiente interno e externo para que se estabeleça uma vantagem competitiva, e se tenha condições de aumentar o valor ao serviço prestado e ao produto oferecido. Para as empresas que estão iniciando no mercado, alguns desafios como manter a empresa forte no mercado são essenciais, demandando estratégias mercadológicas que possibilitem sua vitalidade (SOLIMANN, 2007).

As empresas precisam tomar cuidado em suas decisões, pois muitas vezes é lançado um produto sem saber se vai ter saída. Então antes de qualquer coisa é necessário ter informações de seus consumidores para aumentar as ideias do que irá ser lançado. Profissionais atuantes na área mercadológica devem sempre buscar meios que facilitem o seu dia a dia e obtenha precisão nos resultados para se manter competitivo no mercado. Uma ferramenta para suprir essa falta de informação é a pesquisa de mercado, uma estratégia de forma decisiva para qualquer situação de investimento que demande informação, sendo uma ótima forma de adquirir bons resultados (SOLIMANN, 2007).

Conceitos e aplicações de estudo de mercado na comercialização de imóveis

O estudo de mercado fornece dados necessários para o planejamento do produto, respondendo questões importantes para adaptar o produto aos usos e preferências do consumidor, tornando-o mais fáceis de vender (GOUVÊA; FRANÇA, 2008).

Estudar e entender o perfil do consumidor é a chave do sucesso nos negócios, pois é possível compreender as características de demanda que o cliente realmente deseja. Componentes como preço, localização, público-alvo, tipo de produto, são itens essenciais para montar uma boa estratégia de pesquisa (GOUVÊA; FRANÇA, 2008).

Para que uma pesquisa seja eficaz ela precisa estabelecer qual produto que se pretende lançar, definindo características básicas (tamanho, forma, qualidade, etc). O segundo passo é identificar seus consumidores (público-alvo) e suas características como dados pessoais e socioeconômicos. Na sequência, deve-se elaborar as perguntas para aplicar ao público-alvo. Essas deverão ser simples e diretas, pois não devem criar dificuldades de entendimento. Essas perguntas devem conter todos os aspectos que a empresa deseja detectar como a aceitação do produto, como a necessidade do consumidor, quantidade consumida, além de opiniões gerais sobre o produto (SANTANA, 2006).

Um estudo bem executado possibilita o melhor conhecimento e a análise dos cenários estudados, permitindo a definição de direcionamentos estratégicos e táticos consistentes com os interesses e metas da empresa. Da mesma maneira, o planejamento deve ser uma tarefa contínua no dia-a-dia de qualquer empresa, devido principalmente ao atual crescimento e as transformações do mercado (SANTANA, 2006).

A Pesquisa Mercadológica proporciona as informações necessárias para que a empresa descubra onde e quando mudar, para que ela possa orientar-se de forma consciente no mercado e assim traçar suas estratégias de marketing. Os estudos de demanda deverão ser realizados antes do lançamento um produto, pois desta forma pode-se garantir a assertividade no negócio (SANTANA, 2006).

Estudos e resultados obtidos com casos práticos de aplicação de estudos de mercado

Ilha e Heineck (1998) fizeram um estudo aplicado na região de Florianópolis, com o intuito de analisar a oferta imobiliária e índices de velocidade de vendas. O indicador de sucesso do empreendimento e o índice de velocidade de vendas foi correlacionado com diversas variáveis como localização, preço, área, número de quartos e tempo de lançamento. Os números mostraram que apartamentos com 4 dormitórios tinham maior índice de velocidade de venda com 6,9%, diferença de 4,4% a mais do que os apartamentos de 2 dormitórios. A pesquisa comparativa entre a oferta e demanda, mostraram uma demanda retraída por apartamentos de 4 dormitórios na região metropolitana de Florianópolis. Com base nesses dados pode se dizer que está e a razão pela qual esse tipo de imóvel apresente uma maior velocidade de vendas. Também foram encontrados compradores gostariam de comprar imóveis de 1 dormitório, mas estavam sem muitas opções de ofertas no mercado.

Fernandez e Hochheim (2002) fizeram um estudo aplicado no centro de Florianópolis e pesquisaram sobre a variável localização e suas aplicações mercadológicas. A forma de coleta de dados foi por meio de entrevistas, com 60 moradores de apartamentos novos com habite-se concedido nos últimos cinco anos. O objetivo da pesquisa foi identificar se existia uma equivalência de importância de fatores e valores em relação a localização do imóvel e sua relação como o ciclo de vida familiar do entrevistado. Também procuraram identificar uma categoria de preferências em relação aos fatores de localização. Foram selecionados quinze atributos de localização de um hipotético futuro apartamento, tendo como os mais significativos: a proximidade do trabalho, supermercado, conveniências (lavanderia, banca de revista, academia, vídeo locadora, farmácia.), escola dos filhos, templo religioso, padaria / mini mercado, onde na sequência foram listados os locais muito bem policiados, vizinhança de bom status, proximidades de hospitais, áreas públicas de lazer (praça, pista de Cooper, ciclovia.), ponto de ônibus e shopping center. Com base nos resultados, constatou-se que cada estágio do ciclo de vida familiar possui expectativas diferentes na escolha da localização. Considerando a visível importância da localização na decisão da compra de um apartamento, o estudo dos fatores de localização preferido por cada estágio de vida familiar proporciona as bases para a elaboração de uma boa estratégia de segmentação (FERNANDEZ; HOCHHEIM, 2002).

Oliveira, Freitas e Heineck (2002) fizeram um estudo aplicado nas cidades de Belém, Recife, Natal, Vitória, Blumenau, Florianópolis, Porto Alegre, Santa Maria, Pelotas Caxias e Passo Fundo. O objetivo do estudo foi identificar a formação de preferência de localização de moradia dos habitantes, utilizando a ideia de ciclo de vida.

O questionário foi estruturado de forma similar entre as cidades, sendo composto por quatro partes. A primeira parte do questionário tinha perguntas objetivas para coletar dados socioeconômicos, na segunda parte o entrevistado respondia questões se tratando das características internas (número de quartos, suítes, garagens, preço, condições de pagamento e localização do imóvel). A terceira parte tinha questões objetivas para identificar a disponibilidade dos clientes em pagar por cerca de 100 fatores da habitação correspondente à área privativa, área de lazer, da edificação e equipamentos juntos ao imóvel. Na última parte, os atributos foram agrupados, onde o entrevistado escolhe tem a possibilidade de escolher um determinado tipo de projeto (por exemplo: sala maior sem sacada ou sala menor com sacada ampla).

Em suas pesquisas concluíram que a área de mobilidade e escolha residencial está consolidada em termos do número de trabalhos referentes na área, e também a importância na definição das características econômicas para a fixação do preço possível de ser pago no imóvel, dentro de cada segmento específico de renda formulação de políticas habitacionais (OLIVEIRA; FREITAS; HEINECK, 2002).

Procedimentos Metodológicos

Com um objetivo de levantar informações de demanda, o presente artigo caracteriza-se como pesquisa exploratória. Gil (2007) fala que pesquisas exploratórias tem um objetivo de ter um contato mais de perto com o relacionado problema, assim construindo ideias para resolver o mesmo. Pesquisas como esta, requer levantamento bibliográfico ou entrevistas com pessoas que já passaram por tal experiência prática com o assunto a ser pesquisado, analisando fatos para estimular a compreensão.

Para a abordagem do problema, foi utilizado o método qualitativo para determinar as preferências do público alvo. Richardson (1999, p. 80), diz que a abordagem qualitativa significa:

Os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

Em segundo momento foi realizada uma abordagem do problema utilizado o método quantitativo, pois na coleta e no tratamento dos dados são utilizados métodos estatísticos, para que não ocorram alterações nas análises e interpretações, assim proporcionando a precisão dos resultados (BEUREN; *et al.* 2014).

O objetivo desse levantamento de dados é obter informações de demanda sobre localização e características de produto no mercado imobiliário da cidade de Orleans (SC). Segundo GIL (2008, p. 55),

As pesquisas deste tipo se caracterizam pela interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer. Basicamente, procede-se a solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para em seguida, mediante análise quantitativa, obter as conclusões correspondentes dos dados coletados.

De acordo com Minayo (1994, p. 53), a pesquisa de campo é “o recorte que o pesquisador faz em termos de espaço, representando uma realidade empírica a ser estudada a partir das concepções teóricas que fundamentam o objeto da investigação”. Neste sentido, esta pesquisa também pode ser classificada como pesquisa de campo.

Com base nas concepções dos autores, entende-se que a pesquisa de campo é baseada de acordo com o problema ou tema em que se esteja interessado a se aprofundar melhor, buscando respostas através de questionários e entrevistas. Logo depois de obter os dados, é feita uma análise das respostas obtidas, trazendo uma melhor conclusão sobre o tema estudado.

A forma de coleta de dados foi realizada através de questionário feito pelo programa Google Docs. Segundo Gil (2008), o questionário é uma técnica de investigação formada por questões que são aplicadas às pessoas com o objetivo de buscar dados, ele proporciona informações com maior exatidão do que se deseja. O informante é quem responde as questões, tendo livre liberdade de escolher suas respostas ligadas ao problema central da pesquisa. Marconi (1999, p. 100) também

diz que “O questionário é um instrumento desenvolvido cientificamente, composto de um conjunto de perguntas ordenadas de acordo com um critério predeterminado, que deve ser respondido sem a presença do entrevistador”.

A população alvo da pesquisa foram os egressos do Centro Universitário Barriga Verde que residem em Orleans/SC, abrangendo 750 envolvidos. Através de questionário elaborado pelo programa Google Docs e enviada via e-mail, contendo 24 questões fechadas, obteve-se 137 retornos, o que resultou em 18,27% do total enviado. O questionário foi aberto à participação em 10/08/18 e encerrado em 10/09/18. Os contatos (e-mails) dos egressos foram fornecidos pela secretaria acadêmica da instituição de ensino. Juntamente com o questionário, foi enviado o objetivo da pesquisa ressaltando a não necessidade de identificação.

O motivo de buscar informações sobre as preferências de consumo de imóveis dos egressos do UNIBAVE que residem e/ou residirão em Orleans (SC), se deve pelo fato de que tais egressos representam um público específico a se tornar um consumidor de novos imóveis, com possibilidades de perfis similares.

A cidade de Orleans (SC) está localizada na região sul do estado de Santa Catarina, onde segundo IBGE (2010) é constituída por 22.393 habitantes.

Para a coleta de dados foi desenvolvido um questionário para que fosse possível identificar as preferências de consumo do público alvo. O questionário desenvolvido (Tabela 1) foi elaborado com base teórica e casos práticos, como foi mencionado anteriormente no trabalho.

Tabela 1- Estrutura do questionário.

Nº da questão	Questão	Objetivo
1	Cidade que reside	Obtenção de dados pessoais
2	Estado civil	
3	Gênero	
4	Idade	
5	Grau de escolaridade	
6	Profissão	
7	Condição atual de moradia	Obtenção de dados sócio econômicos
8	Nº de pessoas que reside	
9	Renda familiar	
10	Valor de imóvel pretendido	Valor de demanda
11	Condições de pagamento	Caracterização da localização
12	Localização de preferência	
13	Fator que influencia	
14	Tipo de imóvel	

15	Área de imóvel desejado	Caracterização do produto (imóvel)
16	Inserção de outros cômodos	
17	Número de aptos por andar de preferência	
18	Inserção de outros itens (Cozinha)	
19	Inserção de outros itens (A. Serviço)	
20	Nº de dormitórios desejado	
21	Churrasqueira/Sacada (Com ou sem)	
22	Nº de vagas de garagem	
23	Salas (Conjugada ou separada)	
24	Banheiro (Quantidade)	
25	Inserção de outros itens (Banheiro)	

Fonte: Autores (2018).

Resultados e Discussão

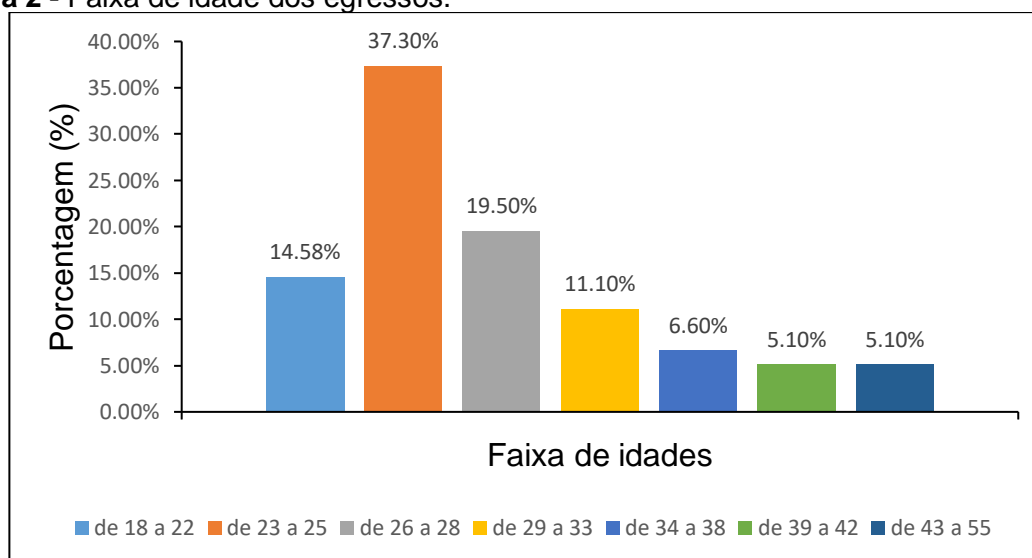
Os resultados obtidos desta pesquisa mostraram, inicialmente, que do público total participante do questionário, 86,7% já são residentes de Orleans (SC). Na sequência, o maior público participante é do município de Lauro Muller, com 3,7%.

Quanto ao estado civil dos entrevistados, 64% são solteiros, 25% casados e 11% responderam como outros.

Quanto ao gênero, 63% do público participante são mulheres e 37% são homens.

A Figura 2 mostra a faixa de idade do público alvo.

Figura 2 - Faixa de idade dos egressos.

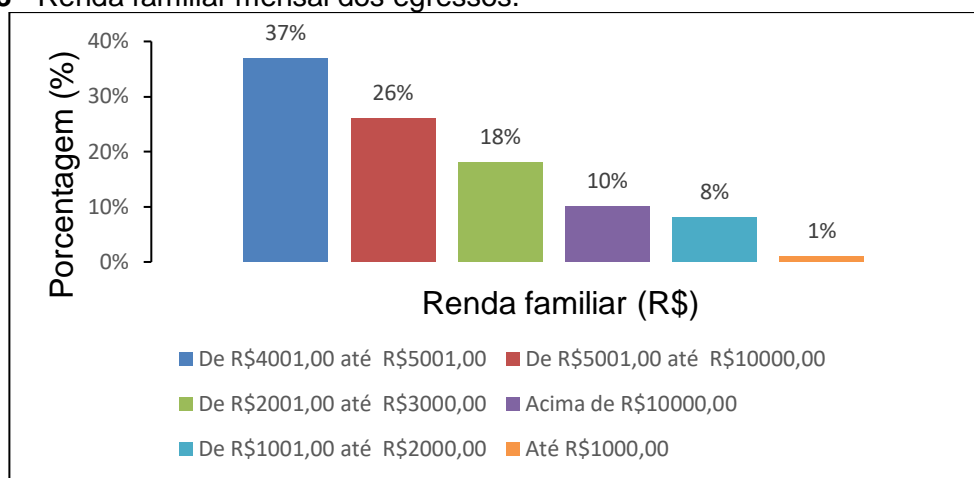


Fonte: Autores (2018).

De acordo com a Figura 1 pode-se perceber que grande parte do público que responderam o questionário (37,3%), apresentam idade entre 23 a 25 anos. Quanto aos demais, 14,58% estão na faixa etária de 18 a 22 anos, 19,50% estão na faixa etária de 26 a 28 anos, 11,10% estão na faixa etária de 29 a 22 anos, 6,60% estão na faixa etária de 34 a 38 anos, 5,10% estão na faixa etária de 39 a 42 anos, e, por fim, 5,10% estão na faixa etária de 43 a 55 anos.

A Figura 3 apresenta a renda familiar mensal dos egressos participantes.

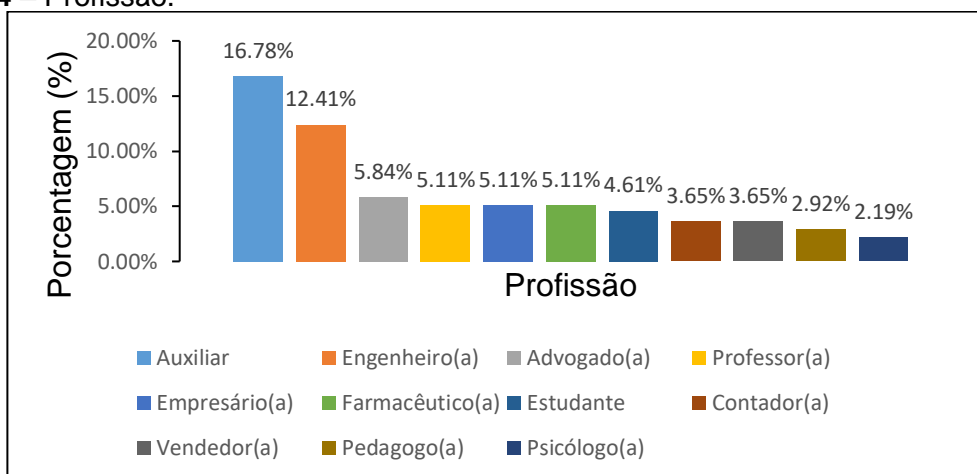
Figura 3 - Renda familiar mensal dos egressos.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 3 percebe-se que 73% dos participantes responderam ter uma renda familiar mensal superior R\$ 4.000,00, sendo que destes, 10% apresentam renda familiar superior a R\$ 10.000,00. A Figura 4 mostra a profissão do público alvo.

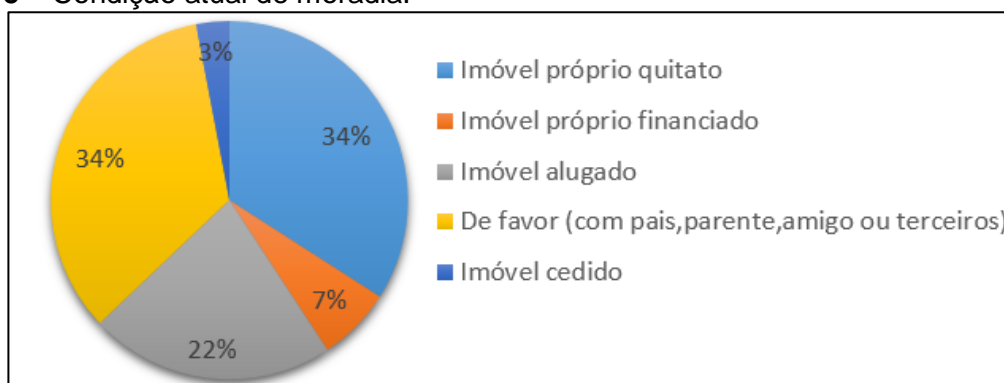
Figura 4 – Profissão.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 4 percebe-se que a maior parte dos participantes responderam atuar em profissões inexistentes no questionário (outros) (32,62%). Na sequência, a segunda opção mais respondida foi dos auxiliares (16,78%). A opção de engenharia foi a terceira mais respondida (12,41%). A profissão que apresentou um menor público participante foi a de psicólogo (2,19%). A Figura 5 apresenta a condição atual de moradia dos egressos.

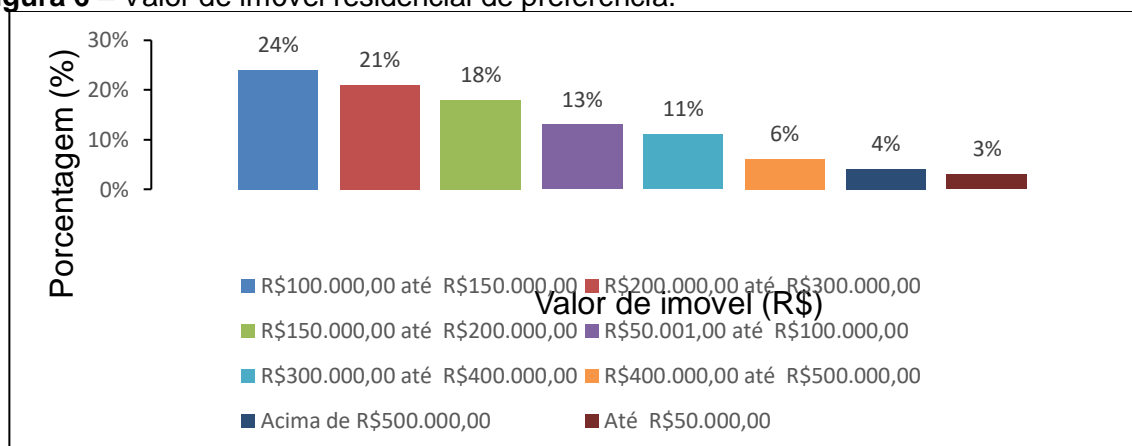
Figura 5 – Condição atual de moradia.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 5 percebe-se que a maioria dos participantes (68%) responderam ter imóveis próprios quitados (34%) e moradias de favor (34%). Outros 22% dos participantes, responderam morar em imóveis alugados. Esses resultados mostram que 56% dos entrevistados moram de favor e em imóveis alugados, ou seja, ainda não possuem imóveis próprios. O gráfico 4 apresenta a renda familiar mensal do público alvo. A Figura 6 mostra o valor de imóvel de preferência do público alvo.

Figura 6 – Valor de imóvel residencial de preferência.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 6 pode-se perceber que 79% dos egressos participantes responderam a preferência por imóveis de até R\$ 300.000,00. Tal resultado mostra que imóveis acima deste valor financeiro, teria como alvo somente 21% dos egressos participantes.

Quanto as condições de pagamento, esta pesquisa revelou também que 40,5% dos egressos preferem dar uma entrada financeira e parcelar o restante do saldo devedor. Outros 20,6% dos participantes, responderam pela preferência em financiar o valor do imóvel com alguma agência financeira, pagando à vista para a construtora. Somente 16,8% dos participantes responderam pela preferência do pagamento a vista.

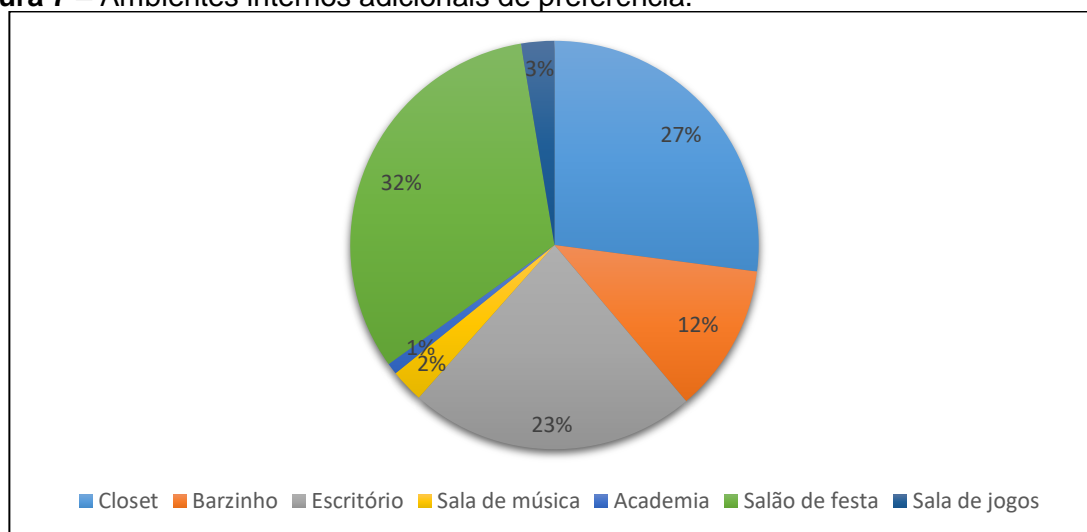
Quanto à localização de preferência, 60% dos participantes responderam pela preferência em regiões próximas do Centro. Apenas 23% dos participantes responderam desejar mora no Centro da cidade e 17% dos participantes responderam desejar morar no interior.

Quanto ao tipo de imóvel residencial de preferência, a pesquisa mostrou que 63% dos participantes preferem casas. Os outros 37% responderam pela preferência em morar em apartamentos.

Quanto a área total construída, 49% dos entrevistados responderam pela preferência em imóveis de 61 a 150 m².

A Figura 7 apresenta os ambientes internos adicionais que seriam de preferência por parte dos participantes.

Figura 7 – Ambientes internos adicionais de preferência.

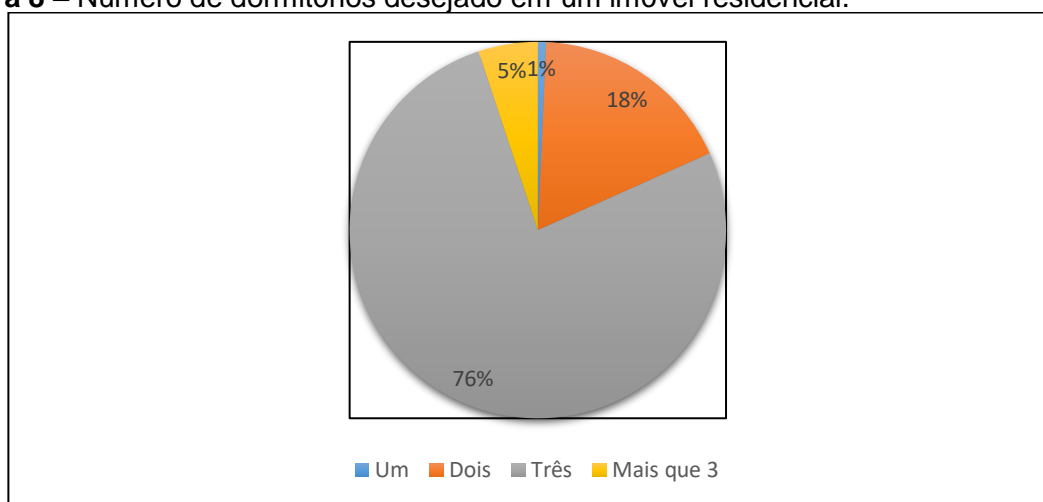


Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 7 percebe-se que a maioria dos participantes (32%) preferem como ambiente interno adicional um salão de festas. A segunda maior opção desejada é a de closet (27%). Tal resultado mostra que além dos ambientes internos básicos de moradia (banheiro, cozinha, salas, área de serviço e dormitórios) investir em closet e salão de festa seria uma excelente opção.

A Figura 8 apresenta o número de dormitórios que os egressos desejam ter em seu imóvel.

Figura 8 – Número de dormitórios desejado em um imóvel residencial.

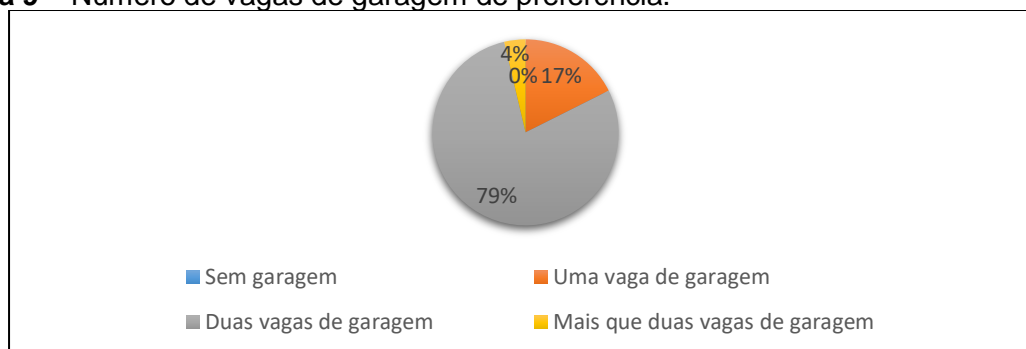


Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 8 percebe-se que 76% dos participantes preferem residências com até 3 dormitórios. A preferência por dois dormitórios vem como segunda maior opção, com 18%.

A Figura 9 apresenta os resultados quanto ao número de vagas de garagem de preferência dos egressos.

Figura 9 – Número de vagas de garagem de preferência.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 9 percebe-se que 79% dos participantes preferem 2 vagas de garagem. A preferência por uma vaga de garagem vem em segunda opção, com 17%.

Considerações Finais

Em meio a um cenário econômico retraído, o setor de construção de imóveis residenciais necessita de precisão na escolha do tipo de produto (imóvel) a ser comercializado para que ocorra sucesso em vendas, assim suprimindo as necessidades habitacionais da população e contribuindo para a sobrevivência das empresas no mercado atual.

Este estudo teve como objetivo identificar as preferências de consumo por imóveis residenciais dos egressos do Centro Universitário Barriga Verde (UNIBAVE). Para a obtenção deste objetivo, foi elaborado um questionário e aplicado ao público alvo obtendo suas preferências por consumo de imóveis, os resultados obtidos foram analisados para gerar informações comerciais para construtoras e corretores de imóveis que desejarem investir no município de Orleans (SC).

Com base nos resultados da pesquisa, constatou-se que a maior parte dos egressos preferem um imóvel residencial tipo casa, com tamanho entre 120m² e 150m², com 2 vagas de garagem, 2 banheiros, e 3 dormitórios. Se tratando das características internas, eles preferem cozinha e área de serviço um tamanho amplo, pelo fato de adicionar bancada e armário de armazenamento como itens adicionais. O banheiro de tamanho modesto pelo fato não escolherem banheira como item adicional.

Se tratando de localização, a maioria dos egressos escolheram por fatores como proximidade ao comércio e segurança local, no qual a localização mais votada pelos envolvidos foram em bairros próximos ao centro, pois proporcionam esses fatores de escolha.

Se tratando de valores, com o lote incluído, o preço de preferência da maior parte dos envolvidos foi entre R\$100.000,00 e R\$150.000,00 em um imóvel residencial. Entrada e parcelamento do restante foi a forma de pagamento mais escolhida. Com base nesses dados é possível analisar que o preço de preferência dos egressos não está condizente com o valor do mercado atual, pois após pesquisas prévias realizadas em algumas imobiliárias da cidade, um imóvel com as

características escolhidas está em torno de R\$ 300.000,00 a R\$ 350.000,00. Esses valores se enquadram em bairros próximos ao centro.

A seguinte pesquisa gerou informações comerciais para construtoras e corretores de imóveis, contribuindo para quem deseja investir no município de Orleans/SC, e mostrou que tipo de imóvel a maior parte da população da cidade prefere. Desse modo, ajudando a tornar uma cidade como um modelo ideal para a sociedade.

Sugere-se que sejam realizadas futuramente novas pesquisas avaliando a oferta de imóveis residenciais na cidade de Orleans (SC). Além disso, seria interessante estudar a preferência de imóveis por parte de outros públicos (comerciantes, empresários, funcionários da indústria) deste próprio município.

Referências

BARZI, Luciana Andrade. **Desempenho financeiro dos projetos de empreendimentos imobiliários e sua influência nos preços das ações de empresas com real state**. 2015. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão de Política e Organizações Públicas, Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Osasco, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/46418>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

BEUREN, Ilse Maria (org.). **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática**. 3.ed. 9. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.

BORTOLO, Carlos Alexandre. **Do marketing imobiliário ao bom negócio: uma análise das estratégias imobiliárias e atuação dos agentes no mercado imobiliário**. Universidade Estadual de Maringá. Doutorado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011. Disponível em <<http://cac.php.unioeste.br/eventos/geofronteira/anais2011/Arquivos/Artigos/CAMPO/Artigo95.pdf>> Acesso em: 18 jul. 2018.

CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Indicadores imobiliários nacionais – 2º Trimestre 2018**. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/08/CBIC-CII-INDICADORES-MERC-IMOB-SEG-TRIMESTRE-2018-20082018-Vers%C3%A3o-FINAL.pdf>>. Acesso em: 12 setembro 2018.

FERNANDEZ, João Alberto da Costa Ganzo; HOCHHEIM, Norberto. **A variável localização e suas implicações mercadológicas**. 2002. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_313.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2018.

FREITAS, Ana Augusta Ferreira de; HEINECK, Luiz Fernando. **Linha de pesquisa no estudo do comportamento do consumidor: da mobilidade residencial à**

avaliação pós-ocupação. Amac, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p.25-33, 05 jan. 2003.

Disponível em:

<<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3440/1854>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

GARBI, Juliana Barbosa. **As estratégias de vendas para empreendimentos imobiliários destinados para baixa**. 2011. 106 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia Setorial e Mercados, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.poli-integra.poli.usp.br/library/pdfs/4176848ba530c604fa8de485e6d606b5.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª Ed. Editora Atlas S.A. São Paulo. Brasil, 2008.

GOUVÊA, A. B. C. T.; FRANÇA, DAIANA. **Um estudo sobre o potencial de mercado dos produtos ecologicamente corretos da linha de banho da empresa**. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.3, p.01-34, Sem II. 2008 Edição Temática TCC's II.

ILHA, Joao C. G.; HEINECK, L. F. **Análise da oferta imobiliária e índices de velocidade de vendas: Um estudo para o mercado de Florianópolis**. 1998.

Disponível em:

<http://www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_318.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2018.

LUZ, Mayara dal Santo da. **Análise dos efeitos da crise econômica no setor imobiliário paranaense**. 2016. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6889/1/CM_COECI_2016_1_26.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2018.

MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

MINAYO, M. C. de S. (Org.). **Pesquisa social: teoria método e criatividade**. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994. 80 p.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, Julia Lopes Lapa. **A evolução do financiamento imobiliário no Brasil e o Minha Casa Minha Vida como alternativa para reduzir o déficit habitacional**.

2017. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de Economia, Economia, Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em:

<http://www.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Julia_Lopes_Lapa_Rocha.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2018.

SANTANA, Ana Carolina. **O Marketing Estratégico na Gestão Imobiliária: a pesquisa mercadológica auxiliando a empresa na conquista de novos clientes e no fortalecimento de sua marca.** 2006. Disponível em:
<<http://www.convibra.com.br/2007/congresso/artigos/354.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SOLIMANN, Felipe de Liz. **Preferência do consumidor quanto à equipe associada Imóveis: um estudo em Florianópolis.** 2007. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Sócio Econômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em:
<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/130815>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

TEIXEIRA, Luciene Pires; CARVALHO, Fátima Marília Andrade de. A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, v. 9, n. 189, p.09-26, 06 dez. 2005. Disponível em:
<<http://www.ipardes.pr.gov.br/ojs/index.php/revistaparanaense/article/view/138/128>> . Acesso em: 02 set. 2018.

Dados para contato:

Autor: Júlio Preve Machado

E-mail: juliopreve@hotmail.com

ÍNDICES DE PRODUTIVIDADE DA MÃO DE OBRA EM ALVENARIA ESTRUTURAL COM BLOCOS CERÂMICOS: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE URUSSANGA-SC

Engenharia e Tecnologia

Artigo original

Thaise Aparecida Guizoni de Oliveira¹; Júlio Preve Machado¹; Dimas Ailton Rocha¹; João Paulo Mendes¹; Leonardo Bristot Inácio²

1. Centro Universitário Barriga Verde. 2. Futura Construções.

Resumo: Para a melhoria da produtividade e otimização de recursos financeiros, a construção civil necessita de gestão da produção. Para isso, conhecer os índices de produção precisos para cada empresa são necessários. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo determinar o índice de produtividade dos serviços de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, de uma construtora de uma residência multifamiliar localizada em Urussanga/SC. O índice de produtividade foi determinado por pavimentos, relacionando o esforço homem/hora com a quantidade de serviço executado (m²). Os resultados deste estudo mostraram que o índice de produtividade cíclico médio geral encontrado foi de 0,29 Hh/m² para pedreiros e 0,213 Hh/m² para os serventes. O fator que mais interferiu na produtividade foi o atraso na chegada de material no canteiro de obra.

Palavras-chave: Índices de Produtividade. Alvenaria Estrutural. Blocos Cerâmicos.

PRODUCTIVITY INDICES OF THE LABOR IN STRUCTURAL MASONRY WITH CERAMIC BLOCKS: A CASE STUDY IN THE CITY OF URUSSANGA-SC

Abstract: For the improvement of productivity and optimization of financial resources, the construction industry needs production management. To do this, knowing the precise production rates for each company is necessary. In this context, the objective of this work was to determine the productivity index of structural masonry services with ceramic blocks, from a construction company of a multifamily residence located in Urussanga - SC. The productivity index was determined by decks, relating the man / hour effort to the amount of service performed (m²). The results of this study show that the general average cyclical productivity index found was 0.29 Hh / m² for masons and 0.213 Hh / m² for the servants. The factor that most interfered in productivity was the delay in the arrival of material at the construction site.

Keywords: Indices of Productivity. Structural masonry. Ceramic Blocks.

Introdução

O desenvolvimento das tecnologias na indústria brasileira, tem incentivado diversos setores, dentre eles, o da construção civil, a promoverem o desenvolvimento econômico do país. A construção civil permite a geração de novos empregos e negócios, ocasionando a grande concorrência entre empresas do ramo neste setor (CARDOSO, 2011).

No que diz respeito, aos custos de mão de obra, os serviços de alvenaria apresentam índices que variam de 6% a 10% do custo total da construção de edifícios habitacionais e comerciais, além de 17% para populares (REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO, 2001).

Números apresentados por um estudo realizado pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2012), mostram que no período de 2003 a 2006, a produtividade da mão de obra na construção civil cresceu 5,8% ao ano, tendo como responsável por esse crescimento o investimento realizado pelas empresas em máquinas e equipamentos.

A indústria da construção civil é, comprovadamente, uma das indústrias com maior representatividade na economia do Brasil, apresentando nos últimos doze anos, o percentual médio de sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) nacional de aproximadamente 5,1% (FERNANDES NETO *et al.* 2015).

Para Moreira (2009) o aumento da produtividade reduz os custos de produção, em função da redução da quantidade de insumos, o que afeta diretamente nos custos e, conseqüentemente, as empresas poderão investir mais em seu crescimento e, assim, se tornarem competitivas.

A alvenaria é um conjunto de elemento colados entre si, cuja finalidade é dividir e vedar ambientes, promover a segurança, proporcionar o conforto térmico e proteger os ambientes contra fenômenos físicos (TAUIL; NESE, 2010). Já a alvenaria estrutural é um sistema construtivo constituído de peças (blocos) industrializadas, podendo ser moldadas em cerâmica ou concreto, dimensionadas para seguirem um padrão, são ligadas por argamassa tornando esse conjunto em uma estrutura sem armaduras (KALIL, 2010).

Diversas pesquisas foram realizadas sobre produtividade na construção civil. No entanto, não foram encontrados trabalhos que demonstrassem a realidade de produtividade de Urussanga (SC) e região em suas obras envolvendo alvenaria estrutural cerâmica. Assim, observa-se a dificuldade das equipes de trabalho em

encontrar indicadores que sirvam como parâmetros sobre a produtividade da mão de obra empregada no serviço de alvenaria estrutural, com intuito de gerenciarem com eficiência suas equipes.

Diante disso, apresenta-se a seguinte questão de pesquisa: Qual o índice de produtividade no serviço de alvenaria estrutural de uma equipe atuante no município de Urussanga?

Desta forma para este estudo, o objetivo geral consiste em determinar os índices de produtividade da mão de obra para os serviços de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos em uma obra de tipologia Multifamiliar localizada no município de Urussanga-SC. Para suprir o objetivo geral têm-se como objetivos específicos quantificar as áreas de paredes produzidas pela equipe, calcular os indicadores de produtividade da mão de obra para o serviço de elevação de paredes estruturais com blocos cerâmicos, além de identificar os possíveis fatores que provocam a variação da produtividade na execução do serviço de elevação de paredes estruturais com blocos cerâmicos.

Alvenaria: conceitos e definições

A alvenaria é um dos sistemas construtivos existentes mais antigos, por se tratar de um dos materiais responsáveis pela habitabilidade dos abrigos construídos pelo homem (MARTINS, 2009).

Apresenta como função dividir os ambientes internos e evitar a ação de fatores geralmente externos e que são indesejáveis, como a chuva, o vento, os ruídos e animais, formando uma barreira de proteção e suporte para as instalações dos edifícios, servindo ainda para proporcionar condições de habitabilidade necessárias às edificações (SALGADO, 2009).

Conforme Pasto (2007), os sistemas construtivos podem ser divididos em:

- Convencional ou de vedação: mais utilizado em residências de médio e alto padrão, constituído por uma estrutura de concreto armado composta por vigas e pilares;
- Pré-fabricada: geralmente visto em galpões e indústrias, consiste na fabricação dos elementos estruturais na própria empresa fabricante, sendo estes transportados para a obra, montando-os no local, geralmente com grandes vãos e alturas consideráveis;

- Alvenaria estrutural: utilizada em construções verticais com pavimentos tipo, com repetições de layout. Além da função de vedação, a alvenaria funciona como estrutura do prédio.

Alvenaria estrutural: características

A alvenaria estrutural trata-se de um tipo de estrutura em que a obra é constituída por paredes autoportantes, ou seja, além da função de vedação serve também como elemento estrutural, dispensando a construção de vigas e pilares. O canteiro de obras deve funcionar como uma linha de montagem para esse tipo de sistema construtivo (SONDA, 2007).

Figueiró (2009) observa que para a execução desse sistema é necessário controlar a resistência de forma a garantir segurança e estabilidade da construção. Além disso, é um processo que demanda uma maior qualificação da mão de obra, além do emprego de materiais de melhor qualidade.

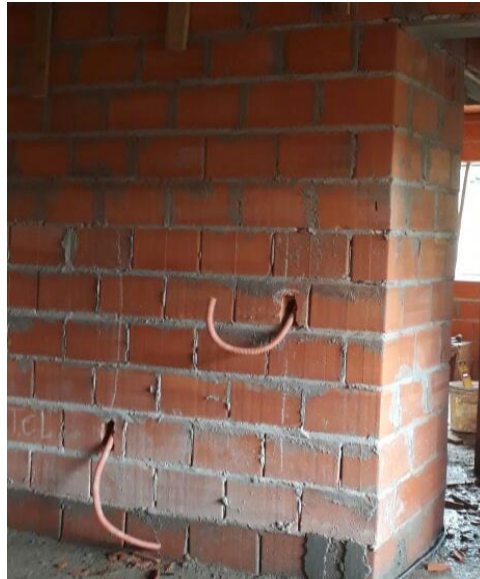
Para Franco (2004), a alvenaria estrutural apresenta vantagens, como:

- Técnica executiva simplificada,
- Facilidade de treinamento de mão de obra e menor diversidade de materiais e mão de obra,
- Maior controle, eliminação de interferências e facilidade de interação com os outros subsistemas,
- Excelente flexibilidade e versatilidade, flexibilidade no planejamento de execução das obras, facilidade de organização do processo de produção e possibilidade de diferentes níveis de mecanização.

Franco (2004) ainda destaca que o sistema apresenta algumas desvantagens, tais como de não permitir improvisos e reduzir a possibilidade de mudanças.

Nesse sistema não há necessidade da realização de retrabalho relacionado as instalações elétricas e hidráulicas. Conforme pode ser observado na Figura 1, as instalações são executadas conforme a alvenaria é levantada, sem a necessidade de rasgos na parede.

Figura 1 - Parede de alvenaria estrutural levantada, com os eletrodutos elétricos embutidos.



Fonte: Autores (2018).

Segundo Camacho (2006), a alvenaria estrutural pode ser classificada em alvenaria estrutural armada, necessitando de armaduras passivas de aço, sendo dispostas nas cavidades dos blocos preenchidos com um micro concreto conhecido como graute; alvenaria estrutural não armada, onde os elementos estruturais possuem armaduras apenas com a finalidade de prevenir fissuras; alvenaria estrutural parcialmente armada, sistema em que alguns elementos são armados enquanto outros são não armados e, por fim, alvenaria estrutural protendida, onde a armadura ativa de aço é inserida no meio do elemento resistente.

O que torna o sistema de alvenaria estrutural interessante é a redução no seu custo de produção, uma vez que economiza ao não utilizar vigas e pilares em sua estrutura. Entretanto, esse sistema nem sempre é o mais adequado para todo edifício, sendo necessário um estudo mais aprofundado de cada situação (FIGUEIRÓ, 2009).

Ramalho e Corrêa (2003) citam como desvantagens do sistema de alvenaria estrutural a limitação nos projetos de arquitetura, estrutura e instalações; impossibilidade de furar paredes, necessidade de mão de obra especializada e adaptada ao uso de determinados instrumentos necessários para a execução da alvenaria.

Índices de produtividade: definição e aplicação

A CBIC (2018) caracteriza produtividade como a eficiência em transformar recursos em produtos. Um indicador de produtividade é a relação entre a quantidade

de recursos demandados e a quantidade de produtos realizados, podendo considerar o uso da mão de obra e o uso dos materiais.

A produtividade pode ser interpretada ainda como a quantidade de trabalho executado em uma unidade de tempo, e é simplesmente definido como a relação entre os resultados obtidos e os recursos utilizados. Os termos produtividade e produção podem facilmente ser interpretados como sinônimos, mas apesar de estarem intimamente conectados é importante ressaltar que muitas vezes um aumento de produção gera conseqüentemente um aumento de custos, enquanto um aumento de produtividade geralmente está relacionado à melhor utilização de recursos disponíveis como espaço físico, insumos, recursos humanos e ferramentas (AZEVEDO, 2012). Segundo Simão (2009) a produtividade pode ainda ser definida como um aumento da produção utilizando-se a mesma quantidade de recursos disponíveis, ou de forma análoga, uma redução na utilização de recursos para se obter a mesma produção.

Os valores dos índices de produtividade encontrados na Tabela de Composições de Preços para Orçamentos – TCPO 13 (2010) para a alvenaria estrutural são divididos em Mínimo, Médio e Máximo. Dessa forma, os valores que asseguram uma boa produtividade do pedreiro variam de 0,51 Hh/m² (sendo a maior produtividade) até índices de produtividade média de 0,71 Hh/m². Se os valores se encontrarem a partir de 0,71 Hh/m² até o valor máximo de 0,98 Hh/m², caracteriza-se o serviço como de baixa produtividade, sendo quanto mais próximo da produtividade máxima, pior será o desempenho. Já para a produtividade do servente os valores são de 0,31 Hh/m² para a mínima, 0,43 Hh/m² para média e 0,59 Hh/m² para a produtividade máxima.

Trindade (2013), em seu trabalho sobre produtividade, chegou ao resultado de que na alvenaria estrutural, durante a execução do quinto pavimento da obra residencial com sete pavimentos os três primeiros dias foram utilizados para marcação, com o início a elevação da alvenaria ainda no terceiro dia de trabalho. Na alvenaria convencional apenas o primeiro dia foi de marcação e no segundo dia começaram as atividades de elevação de alvenaria. O autor concluiu ainda, que na alvenaria estrutural os Índices de Produtividades encontrados foram superiores aos valores estabelecidos na TCPO (2010), e embora a equipe estudada estivesse executando pela primeira vez esse sistema construtivo, ela demonstrou que este fator não interferiu nos seus índices de produtividade (TRINDADE, 2013).

Já Teixeira (2015), realizou um estudo da produtividade da mão de obra na elevação de alvenaria estrutural com blocos de concreto. Os resultados deste estudo determinaram que as produtividades para a elevação de alvenaria estrutural foram de 0,31 Hh/m² para o índice cíclico médio das equipes e 0,39 Hh/m² para o cíclico médio geral, estando 40% abaixo do valor mínimo que é 0,65 Hh/m² estipulado pela TCPO 13 (2010).

Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa pode ser classificada por sua natureza, abordagem do problema, quanto aos objetivos e procedimentos técnicos.

Quanto a natureza desta pesquisa, ela pode ser considerada como aplicada, pois segundo Barros (2000) tem como princípio básico a importância da utilização, aplicação e consequências práticas dos conhecimentos, com o objetivo de contribuir para determinados fins, visando a solução do problema encontrado na realidade.

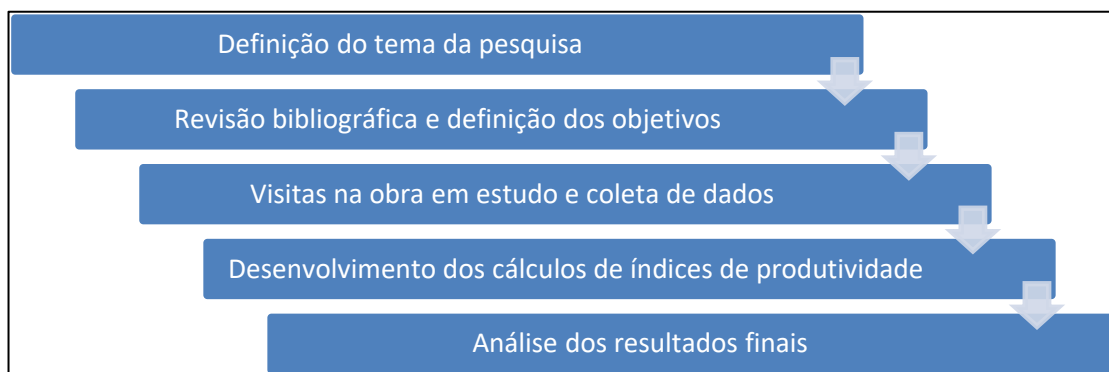
Malhotra (2006), em relação aos objetivos, classifica a pesquisa como exploratória, uma vez que procurou explorar um problema ou situação para proporcionar o seu conhecimento e compreensão. Acerca do tipo da pesquisa, caracteriza-se como quantitativa, podendo ser explicado da seguinte maneira:

A pesquisa quantitativa procura quantificar os dados. Ela busca uma evidência conclusiva, que é baseada em amostras grandes e representativas e, de alguma forma, aplica análise estatística. As descobertas da pesquisa quantitativa podem ser tratadas como conclusivas e utilizadas para recomendar um curso de ação final. (MALHOTRA, 2006, p. 113).

Etapas da pesquisa

Acompanhou-se o serviço de execução de paredes estruturais com blocos cerâmicos em uma obra no município de Urussanga-SC, realizando diariamente a apropriação da mão de obra de funcionários para este serviço. A Figura 2 apresenta as etapas desenvolvidas na pesquisa.

Figura 2 – Fluxograma com as etapas da pesquisa.



Fonte: Autores (2018).

Período da pesquisa

A pesquisa desenvolveu-se em dois períodos, o primeiro foi de abril a junho de 2018, correspondente a pesquisa de campo com auxílio de planilhas e medições diárias para a coleta de dados no canteiro de obra e obtenção dos resultados. O segundo período ocorreu de junho a setembro de 2018, quando se desenvolveu os estudos das referências bibliográficas, apurando conhecimento literário suficiente para harmonizar com a pesquisa realizada e chegar aos números finais.

Caracterização da obra

A obra estudada consiste numa residência multifamiliar de baixo padrão, sendo esse composto por 02 blocos de 3 pavimentos, com 4 apartamentos por pavimento num bloco e 6 apartamentos por pavimento no outro bloco, totalizando o número de 30 apartamentos. Conforme preferência da empresa, os dados particulares de cada funcionário foram mantidos em sigilo, a fim de não serem identificados.

Documentação técnica

Para o presente estudo, foi utilizado alguns documentos fornecidos pela empresa: projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto de modulação alvenaria, projeto hidro sanitário, projeto elétrico, projeto preventivo, memorial descritivo estrutural, cronograma físico- financeiro e relatório de recursos humanos.

Aspectos considerados para apropriação dos dados

De forma a garantir os aspectos fundamentais para a metodologia utilizada, baseada em Cardoso (2010), algumas observações foram seguidas, assegurando

veracidade nos dados apropriados durante o serviço de elevação de alvenaria. De tal modo, considerou-se os seguintes critérios:

- A quantidade de serviço apropriada considerou a área plana vertical de alvenaria elevada;
- Foram considerados além dos pedreiros, os ajudantes envolvidos indiretamente no serviço;
- Para o levantamento dos dados apenas a área plana da elevação das alvenarias, não sendo levado em conta o tempo de marcação;
- A quantidade de horas trabalhadas, diariamente, pelos envolvidos na elevação das alvenarias.

A apropriação da mão de obra dos profissionais ocorreu diretamente no canteiro de obra, com auxílio de planilhas próprias para a coleta de dados, sendo esses computados diariamente, caracterizando a data do serviço, quantidade de horas trabalhadas em cada dia, quantidade de homens, e qualquer eventualidade que viesse a diminuir ou interromper o serviço de elevação de alvenaria, assim apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Planilha utilizada para apropriação dos dados.

Levantamento dos dados de produtividade						
Bloco:			Pavimento:			
Dia	Quant. (m ²)	Horas Diárias	Núm. Pedreiros	Núm. Serventes	Horas Acumuladas	Observação

Fonte: Autores (2018).

Indicador utilizado para mensurar a produtividade

Depois do levantamento do número de horas trabalhadas pelos profissionais, quantidade de m² de alvenaria no pavimento e tempo de execução, foram gerados dados de dois índices de produtividade analisando a quantidade de alvenaria levantada por dia. Para fazer o cálculo, foi utilizado a seguinte equação 1:

$$IP = \frac{H \cdot h}{Q \cdot s} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

IP = Índice de Produtividade;

H x h = Mensuração do esforço humano despendido, em homens-hora, para a produção do serviço;

Q s = Quantidade de serviço executado em determinado tempo.

Cabe esclarecer que foram considerados as seguintes informações:

- Funcionários: foram incluídos os envolvidos efetivamente na produção, sendo pedreiros, serventes;
- Duração: foram consideradas as horas que estiveram disponíveis para realizar as tarefas de elevação de alvenaria;
- Período: se refere até o período necessário para contemplar a elevação da alvenaria.

Foram calculados os seguintes índices de produtividade:

- Diários = Calculado a partir dos valores de homem-hora e quantidade de serviço relativo ao dia de trabalho em análise;
- Cumulativos = Calculado a partir dos valores de homens-hora e quantidade de serviço relativo ao período que vai do primeiro dia em que se estudou a produtividade até o último dia do serviço de elevação de alvenaria do segundo pavimento;
- Cíclicos = Calculado em relação ao ciclo de execução de um determinado serviço;
- Potenciais = Sendo matematicamente expresso como a mediana dos índices diários cujos valores estejam abaixo do índice cumulativo ao final do período de estudo.

Caracterização da obra de alvenaria estrutural

A obra em estudo trata-se de uma residência multifamiliar executada a partir de blocos cerâmicos, situada no bairro Baixada Fluminense, na cidade de Urussanga-SC. É composta por 02 blocos com 03 pavimentos cada, sendo que o primeiro bloco possui um total de 12 apartamentos, enquanto o segundo bloco possui uma ramificação apresentando assim na primeira parte, 03 pavimentos com 04 apartamentos cada, e na segunda parte 03 pavimentos com 02 apartamentos por andar. A Figura 4 apresenta uma imagem da fachada lateral em execução da obra.

Figura 4 – Fachada lateral da obra em estudo.



Fonte: Autores (2018).

Caracterização do serviço de alvenaria

Na obra em estudo existia um quadro de funcionários que executava desde serviços de fundação da obra, até o acabamento final. Todavia, não existia uma equipe específica para a execução apenas de alvenaria, havendo assim o deslocamento de funcionários para outras atividades quando necessário.

A equipe direta consistia em 5 pedreiros, 4 serventes, 1 armador e 1 mestre de obra. Essa quantidade sofria variação conforme a demanda dos serviços. A Figura 5 mostra os funcionários trabalhando na obra nos serviços de alvenaria.

Figura 5 – Funcionários executando o serviço de elevação da alvenaria estrutural.



Fonte: Autores (2018).

Ainda se destaca que algumas limitações existiam, por exemplo, o transporte dos materiais armazenados e produzidos no térreo, assim aumentando a dificuldade conforme crescia a alvenaria e o pavimento. A Figura 6 apresenta como a argamassa de assentamento dos blocos cerâmicos era elevada ao pavimento onde os pedreiros e serventes executavam a alvenaria.

Figura 6 – Transporte da argamassa do térreo até o pavimento de utilização.



Fonte: Autores (2018).

Resultados e Discussão

Apresentação dos dados obtidos em obra

Com o auxílio de planilhas, os números coletados *in loco* foram dispostos em tabelas, separadas por pavimentos considerando apenas o segundo bloco e os mesmos funcionários. Todos os dados serão apresentados de forma simples e clara a seguir. No primeiro momento, o estudo partiu do terceiro pavimento do segundo bloco, assim apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados coletados na execução do 3º pavimento do Bloco B.

Alvenaria 3º Pavimento-2º Bloco		
Nº de pedreiros	Dias em que se repetiu o nº de pedreiros	Horas totais acumuladas
3	1	18
4	1	36
5	4	175
Nº de serventes	Dias em que se repetiu o nº de serventes	Horas totais acumuladas
2	1	12
4	5	176

Fonte: Autores (2018).

A segunda coleta de dados é referente a alvenaria do primeiro pavimento, do segundo bloco considerando a parte agregada ao fundo do bloco e com 2 apartamentos, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados coletados na execução do 1º pavimento do Bloco B - Parte Agregada.

Alvenaria 1º Pavimento-2º Bloco (Parte Agregada)		
Nº de pedreiros	Dias em que se repetiu o nº de pedreiros	Horas totais acumuladas
3	3	70,5
4	2	72
Nº de serventes	Dias em que se repetiu o nº de serventes	Horas totais acumuladas
2	4	65
3	1	27

Fonte: Autores (2018).

Por fim, foram coletados os números da produção do segundo pavimento do segundo bloco, sendo que todos eles seguem o mesmo layout (Tabela 3).

Tabela 3 – Dados coletados na execução do 1º pavimento do Bloco B – Parte Agregada.

Alvenaria 2º Pavimento-2º Bloco (Parte Agregada)		
Nº de pedreiros	Dias em que se repetiu o nº de pedreiros	Horas totais acumuladas
2	1	13
3	3	78
Nº de serventes	Dias em que se repetiu o nº de serventes	Horas totais acumuladas
2	4	65

Fonte: Autores (2018).

Dessa maneira, utilizando-se a Equação 1 e os dados da Figura 7 foram obtidos os valores para os índices de produtividade.

Figura 7 – Planilha com os dados obtidos in loco.

Dados Obtidos				
Pavimento	Quantidade (m ²)	Horas Pedreiros	Horas Serventes	Horas Acumuladas
3º Pvto.	787,78	229	188	417
1º Pvto.	393,89	142,5	92	234,5
2º Pvto.	393,89	91	65	156
Total:	1575,56	462,5	345	807,5

Fonte: Autores (2018).

□ Produtividade média diária - Pedreiros:

IP 3º pavimento = $0,290 = 0,30 \text{ Hh/m}^2$

IP 1º pavimento = $0,3576 = 0,36 \text{ Hh/m}^2$

IP 2º pavimento = $0,228 = 0,23 \text{ Hh/m}^2$

Média Geral: $0,29 \text{ Hh/m}^2$

□ Produtividade média diária - Serventes:

IP 3º pavimento = $0,23 = 0,23 \text{ Hh/m}^2$

IP 1º pavimento = $0,24 = 0,24 \text{ Hh/m}^2$

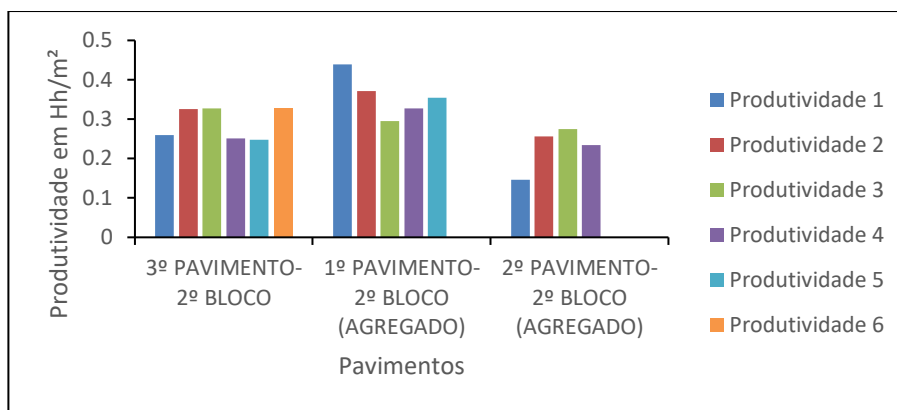
IP 2º pavimento = $0,17 = 0,17 \text{ Hh/m}^2$

Média Geral: $0,21 \text{ Hh/m}^2$

Análise dos dados de produtividade

A Figura 8 apresenta os índices de produtividade dos pedreiros.

Figura 8 – Gráfico dos índices de produtividade diários dos pedreiros.



Fonte: Autores (2018).

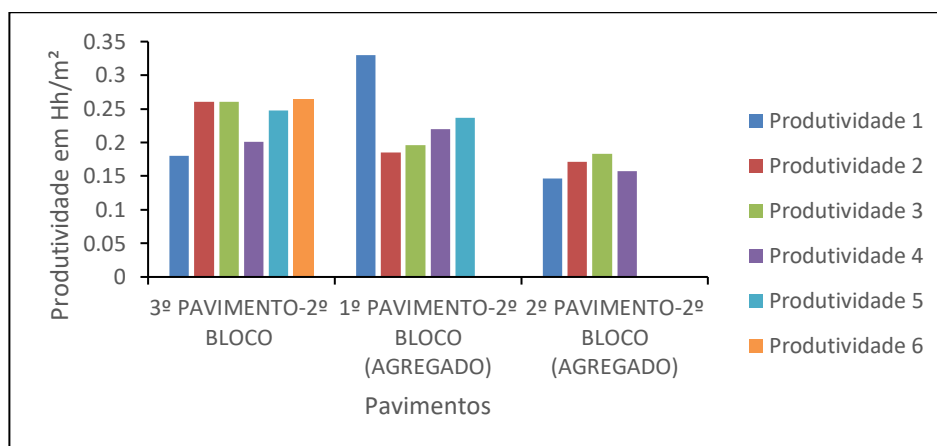
Analisando-se a Figura 8, para o 3º pavimento, a maior oscilação de produtividade diária foi entre 0,248 Hh/m² e 0,329 Hh/m². Já para o 1º pavimento, os índices variaram entre 0,295 Hh/m² e 0,439 Hh/m² e no 2º pavimento os índices ficaram entre 0,146 Hh/m² e 0,275 Hh/m². A maior variação foi encontrada no 1º pavimento, no total de 0,144 Hh/m².

Neste sentido, a média de produtividade obtida nos pavimentos 3, 1 e 2, foram de 0,290 Hh/m²; 0,3576 Hh/m² e 0,228 Hh/m², respectivamente.

No 1º pavimento, o qual foi caracterizado como menos produtivo, houve muitos profissionais envolvidos que acabaram ficando ociosos devido à falta de material no canteiro de obra e um dia do serviço de elevação da alvenaria ocorreu em uma sexta, contabilizando uma hora a menos de expediente.

A Figura 9 apresenta os resultados dos índices de produtividade diário dos serventes.

Figura 9 – Gráfico dos índices de produtividade diários dos serventes.



Fonte: Autores (2018).

Analisando a Figura 9, percebe-se que a maior oscilação encontrada na produtividade dos serventes foi no 1º pavimento, variando de 0,185 Hh/m² à 0,33 Hh/m², um total de 0,1454 Hh/m².

Os valores encontrados para Média e Mediana foram, respectivamente, 0,296 Hh/m² e 0,30 Hh/m² para os pedreiros e 0,213 Hh/m² e 0,23 Hh/m² para os serventes.

Conseqüentemente como pedreiros e serventes trabalhavam como equipe, ocorreu também nos índices de produtividade dos serventes a mesma situação, onde o 1º pavimento obteve a maior demanda de Hh/m², devido à falta material que ocasionou funcionários parados e uma hora a menos no expediente da sexta-feira.

Para os Índices de Produtividade Potenciais, foi considerado a mediana dos índices diários calculados. Os resultados encontrados são apresentados na Figura 09. Considerando o serviço de execução de alvenaria dos pedreiros, para o 3º pavimento, o índice foi de 0,29 Hh/m², para o 1º pavimento foi de 0,355 Hh/m² e para o 2º pavimento 0,24 Hh/m², e para serventes 0,254 Hh/m², 0,224 Hh/m² e 0,164 Hh/m² respectivamente.

□ Produtividade potencial - Pedreiros:

$$IP\ 3^\circ\ pavimento = 0,29 = 0,29\ Hh/m^2$$

$$IP\ 1^\circ\ pavimento = 0,355 = 0,36\ Hh/m^2$$

$$IP\ 2^\circ\ pavimento = 0,24 = 0,24\ Hh/m^2$$

$$\text{Índice Potencial: } 0,295\ Hh/m^2$$

□ Produtividade potencial - Serventes:

$$IP\ 3^\circ\ pavimento = 0,254 = 0,254\ Hh/m^2$$

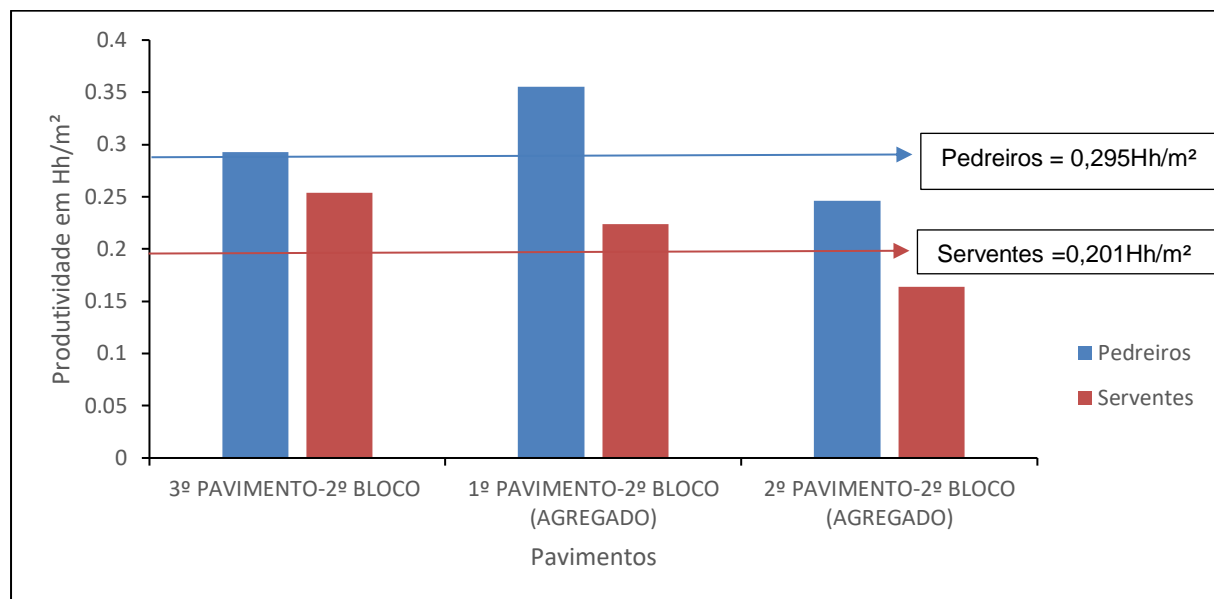
$$IP\ 1^\circ\ pavimento = 0,224 = 0,224\ Hh/m^2$$

$$IP\ 2^\circ\ pavimento = 0,164 = 0,164\ Hh/m^2$$

$$\text{Índice Potencial: } 0,201\ Hh/m^2$$

A Figura 10 apresenta o gráfico com os índices acima calculados e é notável que para a produtividade potencial para pedreiros, os pavimentos 3 e 2 encontram-se acima da média que é 0,295 Hh/m², e para o índice potencial para serventes apenas o pavimento 2 apresenta ótima desempenho em relação ao índice potencial do período de 0,201 Hh/m².

Figura 10 – Gráfico dos índices de produtividade potenciais para pedreiros e serventes.



Fonte: Autores (2018).

Fatores que influenciaram na produtividade

Considerando os fatores que afetaram a produtividade e o número de horas em que ocorreram, foi identificado um total de 2, sendo a falta de material no canteiro de obra e períodos de chuva, com 60% e 40%, respectivamente.

Considerações Finais

Tendo em vista a busca por melhores resultados e destaque no setor, as construtoras têm a necessidade de procurar meios que ajudam no controle de produção. Assim, o estudo em questão buscou determinar o índice de produtividade para serviços de alvenaria estrutural, de uma equipe de produção atuante no município de Urussanga (SC). Essa informação é indispensável e precisa ser precisa para que se possa gerenciar os serviços de elevação de alvenaria estrutural, permitindo a redução nos custos e prazos. Tal resultado foi influenciado pelas decisões tomadas no canteiro quanto a equipe, divisão das tarefas, organização do canteiro, estratégias de transporte, dentre outras.

A melhor produtividade média encontrada foi no 2º pavimento com 0,23 Hh/m² para pedreiros e 0,164 Hh/m² para serventes. O índice potencial médio dos pedreiros, que se trata da mediana dos índices diários, foi de 0,295 Hh/m², o que caracterizou o 3º e o 2º pavimentos com índices superiores confirmando suas ótimas produtividades. Já para os índices do serviço dos serventes, o índice potencial médio dos pavimentos

foi de 0,201 Hh/m², sendo que apenas o 2^o pavimento apresentou uma ótima produtividade com o valor de 0,164 Hh/m².

O valor do índice cíclico médio geral dos pedreiros, analisando todos os pavimentos apresentou o valor de 0,29 Hh/m² para o serviço de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, comparado com estudo de blocos de concreto que apresentou 0,39 Hh/m², nota-se a melhor produtividade em 75% no presente trabalho e quando comparado ao TCPO (2013) que apresenta como produtividade mínima de 0,51 Hh/m², fica em 56% de maior índice de produção.

Com o estudo ainda se identificou os fatores que influenciaram na variação da produtividade, sendo 02 os mais influentes, os quais são falta de material e períodos de chuva. Conclui-se que a pesquisa apresentou informações e resultados relevantes sobre a produtividade das equipes, bem como mediu estas produtividades, com isto espera-se contribuir com a empresa do estudo de caso para gestão da produtividade.

Assim sendo, com essa pesquisa é possível realizar um planejamento de obra mais preciso, a fim de diminuir a incidência de imprevistos, correções de última hora, improvisos e desperdícios, definição de prazos e sequência de atividades, além de favorecer a precisão no cálculo orçamentário, reduzindo ou aumentando o número de profissionais quando necessário.

De forma geral, para as empresas do ramo e a sociedade, conhecer a produtividade na construção civil, em especial na elevação de alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, é a chave para melhorar os resultados e competitividade no setor. Junto com o controle de desperdícios e diminuição do retrabalho, é possível construir modelos mais sólidos de gerenciamento, aumentando os lucros e a reputação da empresa, uma vez que os clientes usam o cumprimento de prazos como referência de competência e qualidade.

Dessa forma, ao terminar este trabalho nota-se a importância de estudar a produtividade no setor da construção civil e propõe-se para estudos futuros a implantação de outros indicadores para os demais serviços da obra, análise dos fluxos de materiais e mão de obra, e a sua influência sobre a produtividade.

Referências

AZEVEDO, Marcio Lenin. **Produtividade na construção civil**. 2012. Disponível em: </www.ecivilnet.com/artigos/produtividade_na_construcao_civil.htm>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BARROS, Aidil Jesus Silveira. **Fundamentos de metodologia: um guia para a iniciação científica**. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

CAMACHO, Jefferson Sidney. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. Trabalho Desenvolvido ao NEPAE - Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. UNESP-SP, 2006.

CARDOSO, Francisco Ferreira. **Ciência, tecnologia e inovação e a indústria da construção civil: elementos para a formulação de uma política para o setor**. Projeto Inovação Tecnológica na Construção (PIT). Projeto 7 - Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção. Porto Alegre: Antac: 2011.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **A produtividade da construção civil brasileira**. 2012. Disponível em: <www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-na-construcao-civi>. Acesso em: 5 jul. 2018.

FERNANDES NETO, Messias; SOUSA JUNIOR, Almir Mariano; LIMA, Daniela Freitas. **Análise qualitativa do trabalho em altura: um estudo multicase em canteiro de obra em um campus universitário**. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Fortaleza. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_209_242_26658.pdf>. Acesso em 25 set. 2018.

FGV – Fundação Getúlio Vargas. **A produtividade da construção civil brasileira**. 2012. Disponível em: <www.cbicdados.com.br/menu/estudos-especificos-da-construcao-civil/produtividade-na-construcao-civi>. Acesso em: 5 jul. 2018

FIGUEIRÓ, Wendell Oliveira. **Racionalização do processo construtivo de edifícios em alvenaria estrutural**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). 2009.

FRANCO, Luiz Sergio. **Paredes maciças de concreto**. Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia da Construção Civil. São Paulo: 2004.

KALIL, Sílvia Baptista. **Alvenaria estrutural**. Curso de Graduação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: PUC-RS, 2010.

MALHOTRA, Naresh K. **Introdução a pesquisa de marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MARTINS, Joao Guerra. **Alvenarias- condições técnicas de execução**. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAa9EAL/alvenaria-condicoes-tecnicas-execucao>>. Acesso em 28 jul. 2018.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

PASTRO, Rodrigo Zambotto. **Alvenaria estrutural-sistema construtivo**. Monografia apresentada à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Civil, da Universidade São Francisco. Itatiba. 2007.

RAMALHO, Marcio Antônio; CORRÊA, Márcio Roberto Silva. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. 1. ed. (3. tiragem) São Paulo: Pini, 2003.

REVISTA CONSTRUÇÃO MERCADO. **Custos da construção**. São Paulo, PINI, 2001. Disponível em <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao/financiamento-imobiliario/114/custos-producao-205846-1.asp>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

SALGADO, Julio. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2009.

SIMÃO, Paulo Safady. **A produtividade da construção brasileira**. FGV Projetos, 2009. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/estudos/especificos-da-construcao-civil/produtividade-na-construcao-civil>>. Acesso em 01 ago. 2018.

SONDA, Rafael. **Alvenaria estrutural - um processo construtivo racionalizado**. 2007. Dissertação – Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2010.

TCPO-13. **Tabela de composições de preços para orçamentos**. 13 ed. São Paulo: PINI, 2010.

TEIXEIRA, Urian Souza. **Estudo da produtividade da mão de obra em alvenaria estrutural com blocos de concreto, para edificações verticais com tipologia PP-B**. Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Civil, da Universidade do Extremo Sul Catarinense. (Criciúma-SC). 2015.

TRINDADE, Robert da Silva. **Análise da produtividade da mão-de-obra na execução de alvenaria estrutural e alvenaria convencional**. Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Pampa. (Alegrete-RS). 2013

Dados para contato:

Autor: Júlio Preve Machado

E-mail: juliopreve@hotmail.com

**PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES: ESTUDO DE CASO OBJETIVANDO
VERIFICAR AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA RESIDÊNCIA
UNIFAMILIAR LOCALIZADA EM BRAÇO DO NORTE - SC**

Engenharia e Tecnologia

Artigo original

Ivan Miguel Ouriques¹; Júlio Preve Machado¹; Cláudio da Silva¹; João Paulo Mendes¹; Aline Mendes Baggio²

1. Centro Universitário Barriga Verde; 2. AM Engenharia

Resumo: As manifestações patológicas na construção civil têm comprometido o desempenho, a segurança e a vida útil das construções brasileiras, demandando precocemente novas construções, aumentando os prejuízos ambientais. Neste sentido, este artigo teve como objetivo identificar as origens das patologias existentes em uma residência unifamiliar localizada em Braço do Norte (SC), além de propor medidas de correção. Quanto aos procedimentos, essa pesquisa foi realizada por meio de visitas no local da edificação, coletando registros fotográficos. Os resultados desta pesquisa revelou que as principais causas das patologias da obra em estudo estão relacionadas a ausência de elementos construtivos como contravergas e tratamentos de cobertura que deveriam ser previstos em projeto, além de erros de execução e até mesmo a falta de manutenção da edificação. A execução de tratamentos térmicos na cobertura, impermeabilização de áreas sem tratamento, além de renovações das camadas de revestimentos, foram alguns dos planos de correção recomendados.

Palavras-chave: Patologias. Construção Civil. Tecnologia.

**PATHOLOGY OF CONSTRUCTIONS: CASE STUDY OBJECTIVE TO CHECK
PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN A SINGLE-FAMILY RESIDENCE
LOCATED IN BRAÇO DO NORTE - SC**

Abstract: Pathological manifestations in civil construction have compromised the performance, safety and useful life of Brazilian constructions, demanding new constructions early, increasing environmental damage. In this sense, this article aimed to identify the origins of existing pathologies in a single family dwelling located in Braço do Norte (SC), besides proposing corrective measures. As for the procedures, this research was carried out through visits to the building site, collecting photographic records. The results of this research revealed that the main causes of the pathologies of the work under study are related to the absence of constructive elements such as backstops and cover treatments that should be foreseen in the project, besides errors of execution and even the lack of maintenance of the building. The execution of thermal treatments in the covering, waterproofing of areas without treatment, besides renovations of the coating layers, were some of the correction plans recommended.

Keywords: Pathologies. Construction. Technology.

Introdução

O setor da Construção Civil exerce influência na economia do Brasil. Consiste num setor que gera empregos diretos e indiretos, decorrentes de outros segmentos da indústria, como o aço das siderúrgicas e a areia, que é resultante do extrativismo mineral (KURESKI et al., 2008). Sua importância econômica pode ser percebida pelos indicadores do PIB, apresentando um percentual de até 9,2% em 2007, superando o próprio PIB nacional do ano (6,1%). (CBIC, 2018).

Um setor tão importante para o desenvolvimento econômico de um país, sofre com prejuízos econômicos, sociais e ambientais provocados pelas patologias das construções. Até mesmo nos países desenvolvidos como a Alemanha e França, os custos com manutenção e reparo representam aproximadamente 50% dos gastos totais do setor da construção. No Brasil, este percentual chega a 40% (FRANÇA et al., 2011).

O desabamento dos edifícios Palace II e Areia Branca, além do acidente no estádio de futebol Fonte Nova, representam exemplos de manifestações patológicas que comprometem além da economia e meio ambiente, a saúde, segurança e bem estar da população (POSSAN; DEMOLINER, 2013).

Quanto aos prejuízos ambientais, os serviços de manutenções decorrentes a correção de problemas patológicos podem ser mensurados pela quantidade de resíduos gerados. Em 2015, os municípios brasileiros geraram mais de 45 milhões de toneladas de resíduos, decorrentes da construção e de demolição (RCD's) (ABRELPE, 2015).

Estudos visando prevenir e corrigir as patologias tornam-se de grande relevância em função da prevenção de gastos com reparos, seja por parte do construtor ou do morador. Além disso, prejuízos ambientais ocasionados pela geração de resíduos da eventual demolição e reconstrução, são problemas a serem otimizados para o bem social (IBAPE-SP, 2012).

De acordo com as informações levantadas, percebe-se a importância de solucionar os problemas patológicos de uma construção, afim de garantir a segurança e o bom uso do imóvel por parte dos usuários, além da vida útil do mesmo. Porém, sabe-se que a origem das manifestações patológicas construtivas variam de acordo com as características da obra em específico. Neste sentido, para que os problemas

patológicos de uma obra localizada no município de Braço do Norte (SC) possam ser solucionados, necessita-se identificar as suas origens, afim de obter a solução mais adequada, sendo este o principal objetivo deste trabalho. Para esse fim, utilizando um caso específico de uma residência unifamiliar, localizada no município de Braço do Norte (SC), pretende-se identificar as manifestações patológicas existentes, registrar por meio de imagens fotográficas a forma de como elas têm se manifestado, avaliar as possíveis origens patológicas baseando-se em referências bibliográficas da área em estudo, e por fim, propor planos de recuperação.

Definição de patologia das construções

Pode-se definir patologia das construções como o ramo da engenharia que investiga os meios, as causas e origens dos problemas das edificações. Deduz-se que os principais causadores das manifestações patológicas está relacionada a falhas no projeto, erros durante a execução, baixa qualidade dos insumos utilizados e também o mau uso por parte dos usuários, originando-se principalmente durante a execução e utilização da construção (FONSECA et al., 2016).

Segundo Parisi e Jonov et al. (2013), as principais causas de manifestações patológicas está relacionada com problemas de umidade, os quais acabam causando grandes transtornos e diminuindo significativamente a vida útil da edificação, podendo estar ligados a idade da construção, clima, material, técnica construtiva e ainda ao nível de controle de qualidade utilizado.

Segundo Ibape – SP (2012), dentre os principais problemas encontrados nas estruturas os mais comuns estão relacionados à formação de fissuras ou a perda do monolitismo das peças, onde o concreto se destaca da estrutura e conseqüentemente diminui sua seção.

Fissuras, trincas, rachaduras e fendas

De acordo com Ibape – SP (2012), as fissuras, trincas, rachaduras e fendas são sinais de fraturas existentes nos materiais, se manifestando na forma de aberturas.

As fissuras caracterizam-se por ser um seccionamento superficial ou em toda a seção transversal de um corpo, possuindo abertura capilar. Podem ser classificadas como ativas – variação de temperatura, etc - ou passivas – aberta constante – possuem espessura menor que 0,5mm. As trincas são aberturas que formam linhas

na superfície de qualquer material sólido, causada pela ruptura de parte de sua massa, com tamanho entre 0,5mm a 1,0mm. Já as rachaduras possuem aberturas mais expressivas, causada por ruptura acentuada de sua massa, em alguns casos é possível ver através dela, possuem espessuras que variam entre 1,0mm até 1,5mm. Em casos mais extremos surgem as fendas, estas possuem aberturas acima de 1,5mm, nesse caso ocorre a ruptura acentuada do corpo e torna-se possível distinguir as partes separadas (IBAPE-SP, 2012).

Quanto as causas das fissuras e trincas, no tocante ao processo construtivo, se dá principalmente pela retração da argamassa ou concreto em função de erro na dosagem, má cura e má aderência. Já na etapa de execução, o uso de areia inadequada ou de má qualidade, ausência de juntas de dilatação e recalques, oriundos das etapas de projeto e escolha dos materiais. No que se refere ao uso, o principal causador é o próprio usuário, que acaba executando reformas sem o conhecimento necessário da edificação (FONSECA et al., 2016). Nas Figuras 1 (a) e (b) podem ser vistos exemplos de fissuras.

Figura 1 – Fissuras por corrosão de armadura (a); e por retração da argamassa (b).
(a) (b)



Fonte: Corsini (2010).

Corrosão de armaduras

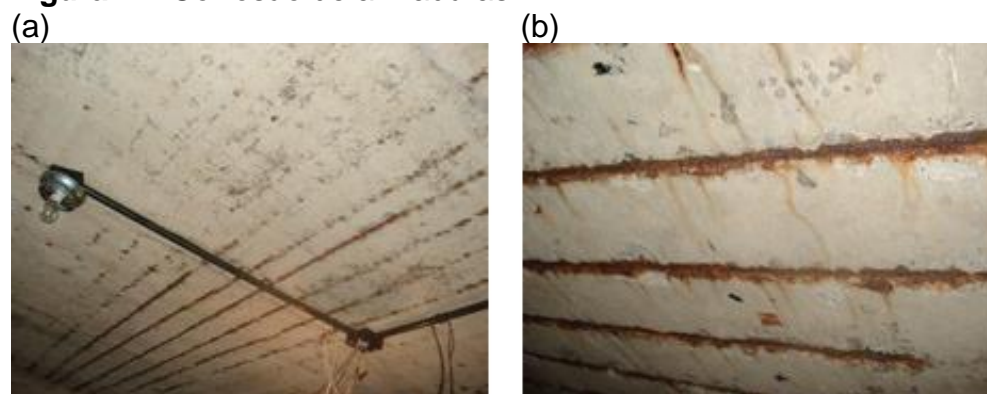
Segundo Fonseca et al. (2016) a corrosão de armaduras é outro problema que merece atenção, pois além da desagregação do material acaba diminuindo a seção do aço, e como consequência a resistência mecânica do mesmo. Essa diminuição da seção do aço acaba criando agentes expansivos dentro da estrutura, os quais o concreto não consegue resistir e acaba gerando as chamadas fissuras, pelas quais

os agentes externos podem atuar diminuindo a vida útil da edificação e podendo acabar em colapso.

A camada de concreto atua como protetora das barras de aço, isso é possível devido ao pH elevado mantido nos poros do concreto. Para que ocorra a corrosão das armaduras essa camada protetora deve ser “destruída”, cujo fenômeno é chamado de despassivação, sendo que este acontece devido a ação de agentes agressivos como íons cloretos e a carbonatação, que acabam deixando o aço susceptível a corrosão (SANTOS, 2015).

Segundo Molin et al. (2007) *apud* Santos (2015), a reação físico-química que acontece entre os compostos hidratados do cimento e o CO₂ pode provocar a despassivação pelo fenômeno da carbonatação, o que provoca redução de pH e desestabiliza a camada passivante de concreto, podendo culminar em uma corrosão generalizada. Como exemplo de problemas relacionados a corrosão de armaduras temos a Figura 2 (a) e (b) abaixo.

Figura 2 – Corrosão de armaduras.



Fonte: Tutikian (2013).

Bolor ou mofo

Caracterizam-se por formarem manchas de tamanhos variados, geralmente de cor verde ou preta. É causada pela proliferação de fungos que se desenvolvem em locais com condições favoráveis de umidade, temperatura, ventilação e insolação. Também pode ser causada pela presença de poeira em locais que permanecem algum tempo umedecido, e além disso, a falta de manutenção ou ausência de detalhes construtivos contribuem para sua formação (FAGUNDES NETO, 2008). Na Figura 3 pode-se ver problema causado por bolor/mofo.

Figura 3 – Bolor/mofo.



Fonte: Iliescu (2007).

Eflorescências

Outro problema comumente nas edificações são as eflorescências, ela se mostra geralmente em forma de manchas esbranquiçadas sobre a superfície pintada, oriunda de sais – sulfatos e carbonos – solúveis em água. Apresenta-se sob aspecto de nuvem, em alguns casos escura por conta da poluição. Atribui-se a sua origem geralmente a argamassa com cura/carbonatação insuficiente ou ainda umidade originada por ascensão capilar, vazamentos e entre outras (FAGUNDES NETO, 2008). Logo abaixo na Figura 4 pode ser vista uma das formas de manifestação da eflorescência.

Figura 4 – Eflorescência na parede de uma edificação.



Fonte: Andrade (2018).

Desagregação

A desagregação representa problemas muito comuns em pinturas. Segundo Fagundes Neto (2008), esse tipo de patologia ocorre quando uma espécie de película da tinta se destaca juntamente com a massa de nivelamento ou partes do reboco. Pode ser motivada pela baixa resistência da argamassa ou aplicação da pintura antes da cura do reboco. Isso pode ocorrer quando a pintura é aplicada sobre reboco novo ou quando há presença de umidade (IBAPE – SP, 2012).

Descascamento

Outro problema igualmente comum na pintura é o descascamento. Nele a tinta se solta do substrato com certa facilidade, pode ser pequena ou de grande extensão. Ela pode ocorrer na aplicação de tinta sobre caiação, limpeza incorreta do substrato, diluição incorreta da primeira demão de tinta, umidade retida no substrato ou ainda pintura sobre superfície aquecida (FAGUNDES NETO, 2008).

Bolhas

O surgimento de bolhas na pintura pode ocorrer quando a tinta é aplicada sobre massa corrida PVA em ambientes externos, na repintura sobre tinta de má qualidade, quando há presença da poeira do lixamento da massa na superfície do substrato ou no caso de diluição incorreta da tinta. As bolhas podem surgir também quando há presença de umidade ou infiltrações de água, principalmente em tintas esmalte ou látex acrílico (IBAPE – SP, 2012). A Figura 7 ilustra bolhas no revestimento de pintura.

Correção das Patologias

De acordo com Corsini (2010) para correção de fissuras podem ser aplicados produtos flexíveis como selantes elásticos que absorvem as movimentações, sendo este um procedimento mais rápido quando o problema for de pequenas dimensões. Entretanto, existem casos em que é preciso ser feita uma abertura nos entornos da fissura para posterior limpeza e aplicação de produtos que possuam capacidade de resistir as movimentações, respeitando o tempo de cura dos mesmos para posterior repintura e acabamento do local.

A corrosão de armaduras quando detectada deve ser minuciosamente verificada, pois compromete diretamente a segurança estrutural de uma edificação. Diante do exposto, o Ibapec – SP (2012) sugere que seja feita a remoção da camada

de concreto deteriorada e carbonatada, posterior limpeza e aplicação de argamassas especiais, não esquecendo de verificar a seção das armaduras e substituí-las se necessário. Todo esse processo deve ser feito por profissional especializado em recuperação e reforço de estruturas.

A correta manutenção do sistema de pintura deve ser realizada de acordo com as inspeções regulares ou quando necessário, de modo a identificar os problemas existentes e preparar as intervenções necessárias antes do agravamento dos mesmos (IBAPE – SP,2012).

Quando o problema estiver relacionado com a presença de manchas de bolor ou mofo, recomenda-se lavar a superfície com solução de água sanitária em proporção 1:1, esfregando bem para limpar todos os pontos pretos e deixando agir por algumas horas, posteriormente raspar as partes soltas, lixar e limpar antes de aplicar fundo preparador e antes do acabamento (ILIESCU, 2007).

Para combater a eflorescência, Fagundes Neto (2008) sugere em um primeiro momento confirmar e eliminar a origem da infiltração que possa ter causado, depois disso, fala-se em remover a pintura através de raspagem e aguardar a cura do revestimento renovado se for o caso, para somente então efetuar a aplicação de selador álcali resistente e posterior repintura.

Iliescu (2007) sugere que para sanar problemas de desagregação deve-se efetuar a raspagem das partes soltas e posterior correção do substrato com o próprio reboco, respeitando o tempo de cura, feito isso aplicar de uma a duas demãos de fundo preparador de paredes antes do acabamento final.

Agora se for problema ocasionado por descascamento sugere-se raspar ou escovar partes soltas, posteriormente efetuar uma limpeza do substrato e aplicação de fundo preparador antes da repintura. Vale destacar que é importante ajustar a viscosidade da tinta – diluição – de modo a auxiliar na aplicação e cobrimento da superfície, além da utilização de tintas especiais se forem aplicadas em locais com temperaturas acima de 50°C (FAGUNDES NETO, 2008).

Quando da existência de bolhas na pintura, Iliescu (2007) indica que deve ser feita a raspagem e limpeza da superfície, corrigindo as imperfeições com argamassa de reboco, além de corrigir o problema da umidade com uso de impermeabilizantes e aplicação de fundo preparador de paredes antes do acabamento final.

Procedimentos Metodológicos

O presente artigo é classificado como sendo de natureza aplicada, pois segundo Gil (2010), esse tipo de pesquisa trata principalmente de ocasiões específicas que visam a obtenção de novos conhecimentos.

Quanto a abordagem do problema, essa pesquisa é qualitativa. Segundo Prodanov e Freitas (2013), a abordagem do problema pelo método qualitativo trata de verificar situações em seus locais de ocorrência sem qualquer manipulação intencional por parte do pesquisador, e ainda, sem fazer uso de qualquer método estatístico para estudo do problema, pois não é prioridade medir ou quantificar algo.

Pesquisas descritivas visam prever características do objeto de estudo, podendo ser utilizadas com o objetivo de identificar relações entre as variáveis envolvidas (GIL, 2010). Além de descritiva, a pesquisa deste artigo também é exploratória, pois conforme Pereira (2012) é possível dar ênfase a dados mais relevantes e verificar se ocorre ou não algum fenômeno, utilizado comumente quando se deseja buscar mais informações por meio de tópicos poucos abordados.

Ainda segundo Gil (2010), um estudo de caso caracteriza-se pelo estudo demasiado dos objetos, possibilitando assim obter o conhecimento detalhado sobre os mesmos. Sendo assim, essa pesquisa pode também ser considerada como estudo de caso.

O objeto de estudo trata-se de uma edificação unifamiliar com cerca de 120m² localizada no Município de Braço do Norte – SC, sendo que a mesma está em funcionamento a cerca de 8 anos. Foi realizada uma inspeção visual *in loco*, visando encontrar manifestações patológicas e registrando-as por meio de fotografias, para deste modo averiguar suas causas e propor sugestões para corrigi-las.

Resultados e Discussão

Os principais problemas encontrados na residência estão relacionados a umidade. A Figura 5 apresenta a formação de bolhas que podem ser percebidas na pintura. Nesse caso, trata-se de uma parede que confronta a parte externa da edificação cuja pintura está desgastada, permitindo a penetração de umidade pela mesma e propiciando a formação de bolhas.

Figura 5 – Bolhas.



Fonte: Dos autores (2018).

Ainda de acordo com Caporrino (2016) o surgimento de bolhas pode ser motivado pela reidratação da cal virgem.

A Figura 6 mostra a tinta se “soltando” do revestimento, ou seja, descascando. Também trata-se de uma parede externa que está sujeita a ação das intempéries como sol e chuva, facilitando a absorção de umidade.

Figura 6 – Descascamento.



Fonte: Dos autores (2018).

Segundo Caporrino (2016), a dificuldade de aderir-se entre as várias camadas de revestimento pode acabar culminando em descolamento de suas partes.

Já na Figura 7, pode-se perceber os dois problemas anteriormente citados. Um deles é o surgimento de bolhas e ou outro o descascamento. Ambos nesse caso causados pela presença de umidade ascendente que acaba propiciando o surgimento de bolhas no revestimento e, em alguns pontos até o descascamento do mesmo.

Figura 7 – Bolhas e descascamento.



Fonte: Dos autores (2018).

Para o caso da Figura 8, também tem-se um problema já comentado, que é o surgimento de bolhas, entretanto há outro ainda não visto, que é denominado desagregação, sendo que este pode ser causado pela umidade e/ou pela baixa resistência do reboco existente.

Figura 8 – Bolhas e desagregação.



Fonte: Dos autores (2018).

Para Caporrino (2016), o fenômeno da desagregação ocorre mais comumente após a aplicação de tintas óleo ou a base de borracha clorada epóxi sobre revestimento argamassado com pouca carbonatação, pois essas tintas criam superfícies impermeáveis que impedem a difusão de ar atmosférico pela argamassa, ou seja, o revestimento que já possuía pouca resistência não consegue aumentá-la com o tempo, fazendo com que surja esse problema de desagregação.

A Figura 9 a seguir também mostra dois problemas já comentados, sendo o descascamento e a desagregação, que neste caso são ocasionados pela presença de umidade e baixa resistência do revestimento argamassado respectivamente.

Figura 9 – Descascamento e desagregação.



Fonte: Dos autores (2018).

Na Figura 10 pode-se perceber três problemas, sendo que dois deles já foram vistos, sendo a formação de bolhas e descascamento e um terceiro, denominado eflorescência. Esse parede se localiza no interior da residência, dividindo o corredor com os banheiros. Este ponto em específico fica exatamente na parte do chuveiro dos banheiros, ambos possuem revestimento cerâmico, porém sem impermeabilização. O que pode ser observado em ambos é que o rejunte entre os pisos está desgastado, facilitando assim a penetração de água nas paredes e piso, fazendo a umidade subir na parede por capilaridade e ocasionando esses problemas.

Figura 10 – Bolhas, descascamento e eflorescência.



Fonte: Dos autores (2018).

Segundo Andrade (2018), as eflorescências geralmente mostram-se sob o aspecto de manchas na cor branca na superfície onde se depositam, originadas pelo transporte de sais do interior do revestimento para a superfície pela umidade.

Na edificação em estudo existe uma região que conta com uma laje sem impermeabilização ou qualquer outro tipo de proteção contra intempéries, conforme

pode ser visto na Figura 11. Como consequência disso, problemas de infiltração d'água e efeito térmico de variação da temperatura surgiram na parte interna da casa, conforme pode ser visto na Figura 12.

Figura 11 – Vista superior da parte da edificação (laje) sem impermeabilização ou proteção contra intempéries.



Fonte: Dos autores (2018).

Figura 12 – Bolor, mofo e descascamento.



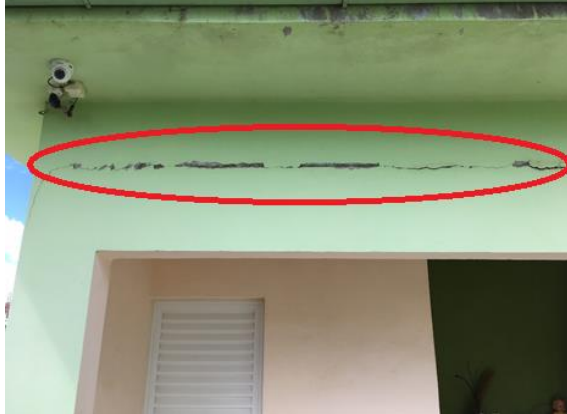
Fonte: Dos autores (2018).

O mofo somente irá surgir em condições favoráveis a ele, sendo que a umidade tem grande relevância nisso. Dentre algumas causas conhecidas pode-se mencionar o nível de isolamento insuficiente e pontes de calor, a elevada produção interna de umidade, além de pouca ou nenhuma ventilação do ambiente, assim como a umidade oriunda de partes da edificação (CUNHA; VAUPEL; ROLF-MICHAEL, 2008).

As patologias vistas nas Figuras 13 e 14 (a) até (c) também encontram-se na parte da edificação que possui a laje sem qualquer tipo de proteção contra intempéries, sendo assim fica sujeita às ações da chuva e calor com mais intensidade, o que além de problemas com infiltração contribui também para a formação de trincas e fissuras motivadas pelo efeito da variação térmica. Para o caso da Figura 16 existem duas vigas que foram concretadas em momentos diferentes, sendo que não foi

realizado a correta ligação entre elas, isso acaba gerando dilatações diferentes para as duas que culmina no problema.

Figura 13 – Fissura por movimentação térmica.



Fonte: Dos autores (2018).

Figura 14 – Fissuras por movimentação térmica.

(a)



(b)



(c)



Fonte: Dos autores (2018).

Segundo Thomaz (2014), as movimentações diferenciadas podem surgir na junção de materiais de coeficiente de dilatação térmica diferentes sujeitos as mesmas

variações de temperatura, ou ainda da diferença de temperatura ao longo de um mesmo elemento em que uma parte fica exposta e outra protegida.

Planos de correção das patologias construtivas.

Medidas de correção para descascamento e bolhas

O descascamento e bolhas na pintura devem ser corrigidos efetuando uma raspagem das partes soltas da tinta e posterior limpeza da poeira, faz-se então a aplicação de fundo preparador de paredes e correção de eventuais falhas com massa corrida se for em áreas internas ou acrílica quando externas, depois disso pode ser feito o acabamento final desejado. Essa conclusão foi obtida com base nas afirmações de Alves (2010) que diz que quando há o descascamento e bolhas na pintura faz-se necessário um processo de raspagem, visando remover todas as partes soltas para em seguida uma aplicação de fundo preparador de paredes que aumenta a aderência entre os elementos de pintura e o substrato, além da correção das imperfeições com massa corrida e massa acrílica nas áreas internas e externas respectivamente, para somente então efetuar a aplicação da tinta de acabamento.

Medidas de correção para desagregação

Além dos problemas anteriormente citados, podem existir casos em que a pintura acaba se soltando juntamente com partes do reboco denominado desagregação. Para saná-la também é importante fazer uma raspagem das partes soltas, assim como a limpeza da poeira e correção de eventuais falhas, porém devem ser feitas com o próprio reboco. Após esse procedimento faz-se a aplicação do fundo preparador e posteriormente a repintura. Essa medida corretiva é sugerida por Alves (2010) que diz que para solucionar problemas de desagregação deve-se primeiramente raspar as partes soltas, depois corrigir as imperfeições mais profundas com o próprio reboco, posterior aplicação do fundo preparador e por fim o acabamento.

Medidas de correção para eflorescência

Se tratando de eflorescências é crucial em um primeiro momento identificar a causa do problema, eliminando toda e qualquer origem de infiltração e/ou umidade, que nesse caso sugere-se que seja aplicado um rejunte epóxi nos banheiros. Feito isso, se a cura do revestimento argamassado estiver feita faz-se a aplicação de fundo

preparador e depois o acabamento desejado. Esse procedimento é sugerido por Alves (2010), onde menciona que para sanar problemas de eflorescência, é importante aguardar a secagem da superfície, tendo cuidado para eliminar completamente qualquer eventual infiltração, pois mesmo após a cura do reboco se houver presença de umidade o problema pode aparecer, depois disso faz-se a aplicação de fundo preparador de paredes e posteriormente o acabamento.

Medidas de correção quando há presença de fungos

Quando há presença de fungos deve-se também buscar eliminar qualquer infiltração de umidade que possa existir, feito isso é necessário aguardar a secagem do local e posterior limpeza do mesmo. Se o revestimento estiver se “soltando” é importante repará-lo antes de efetuar o acabamento. Esse processo para tratar problemas com fungos é mencionado por Caporrino (2015) que sugere eliminar a infiltração da umidade e aguardar a secagem do revestimento, depois escovar a superfície e reparar o revestimento quando pulverulento e ainda a lavagem da superfície com hipoclorito.

Medidas de correção para fissuras causada por movimentação térmica

Ambos problemas mostrados nas Figuras 13 e 14 (a) até (c) estão associados a movimentações térmicas, sugere-se primeiramente o uso de algum tipo de manta térmica ou pintura que diminua a absorção de calor da estrutura. Feito isso, para o primeiro caso, como possui uma dimensão considerável, pode-se criar uma junta de dilatação entre os elementos utilizando isopor ou espuma para absorver a movimentação e posterior acabamento com selante flexível. Essa solução é apresentada por Thomaz (2014) onde ele sugere em um primeiro momento o uso de manta térmica ou pintura que repele os raios solares sejam aplicados sobre o elemento de cobertura. Após esse procedimento, para o problema apresentado na Figura 13 pode ser criada uma junta de movimentação térmica com algum material que absorva a movimentação no interior da fissura como espuma ou isopor e um acabamento com selante flexível.

As fissuras presentes na figura 14 (a) até (c) podem ser resolvidas fazendo uma abertura ao longo delas e aplicando uma tela metálica para absorver as movimentações onde for possível, também deve-se utilizar uma tinta flexível no acabamento que acaba diminuindo a chance de novas fissuras surgirem. Essa

técnica de reparo é sugerida por Thomaz (2014) onde o mesmo fala em fazer uma abertura ao longo da fissura, introduzir uma tela metálica ao longo dela passando no mínimo 15cm para cada lado e posterior renovação do revestimento, utilizando tinta flexível ou emborrachada para acabamento na superfície.

Considerações Finais

No decorrer deste artigo foram apresentadas as principais causas dos problemas patológicos existentes na edificação unifamiliar em estudo que se localiza no Município de Braço do Norte (SC). Essa investigação torna-se de grande importância, pois através da identificação das causas das patologias construtivas é possível propor planos de correção das mesmas, desse modo proporcionando aos usuários do imóvel condições mínimas de segurança e desempenho sem oferecer riscos durante sua vida útil.

Com o estudo realizado foi possível identificar que os principais causadores das manifestações patológicas estão relacionados a problemas de impermeabilização incorreta e ausência desta em alguns pontos, o que culmina em problemas causados pela umidade observados em grande parte na pintura, além da ausência de elemento construtivo de cobertura em uma das partes do imóvel que acaba proporcionando o surgimento de fissuras pelo efeito da variação térmica.

De acordo com informações obtidas junto ao proprietário as manutenções na edificação não vem sendo executadas corretamente desde sua inauguração, o que agrava ainda mais os problemas encontrados. Portanto deve-se sanar os problemas existentes e elaborar um plano de manutenção periódica, que deve ser seguido de modo a evitar que problemas simples acabem se agravando e colocando em risco os moradores do local.

Para a correção dos problemas patológicos vistos além de utilizar materiais de qualidade que possuem durabilidade maior é muito importante que a mão de obra contratada possua conhecimento sobre os procedimentos executivos e os faça de acordo com as normas existentes, pois além de prolongar a vida útil da edificação garante o desempenho da mesma.

Esse estudo mostra a importância de identificar e tratar pequenos problemas patológicos de modo que estes não evoluam a ponto de oferecer riscos a funcionalidade e principalmente a segurança dos usuários. Além dos problemas identificados pode-se buscar outras manifestações patológicas na edificação que

possa ter passado despercebida durante a investigação. Pode-se aplicar este estudo a qualquer tipo de edificação que apresente problemas patológicos e o objetivo seja identificar as origens dos mesmos e sugerir planos de correção.

Referências

ABRELPE (Brasil). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2015. 92 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

ALVES, Giovane Pereira. **Sistemas de pintura em edifícios públicos de Maringá: Patologias, processos, execução e recomendações**. 2010. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construção de Obra Públicas, Universidade Federal do Paraná, Maringá, 2010. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34383/ALVES%2C%20GIOVANE%20PEREIRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 set. 2018.

ANDRADE, Erika Bressan Botelho de. **Principais Manifestações patológicas encontradas em edificação**. Disponível em: <https://monografias.brasile scola.uol.com.br/engenharia/principais-manifestacoes-patologicas-encontradas-em-uma-edificacao.htm#capitulo_5>. Acesso em: 12 set. 2018.

CAPORRINO, Cristiana Furlan. Patologia das anomalias em alvenarias e revestimentos. **Téchne**, São Paulo, 15 maio 2016. Disponível em: <<https://techne.pini.com.br/2016/05/artigo-patologia-das-anomalias-em-alvenarias-e-revestimentos-argamassados/>>. Acesso em: 12 set. 18.

_____. **Patologia das Anomalias em Alvenarias e Revestimentos Argamassados**. São Paulo – SP: Editora Pini, 2015

CUNHA, Eduardo Grala da; VAUPEL, Karin; ROLF-MICHAEL, Luking. **Verificação da formação de mofo e bolor em superfícies interiores de paredes exteriores situadas na zona bioclimática 3 de acordo com a NBR 15220 e PNBR 02.136.01**. 2008. 14 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.usp.br/nutau/CD/51.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2018.

FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira. **Perícias de fachadas em edificações: Pintura**. São Paulo: Leud. 2008. 215 p.

FONSECA, Juliana et al. **Fatores cardeais que comprometem a durabilidade das construções**. Recife, 22 ago. 2016.

FRANÇA, Alessandra A. V. et al. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **Téchne**, São Paulo, n. 174, p.72-77, set. 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construcoes-uma-especialidade-na-engenharia-civil-285892-1.aspx>>. Acesso em: 02 ago. 2018

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5a ed. Santo André, SP: Atlas, 2010. 184 p.

IBAPE. **Inspeção Predial: Guia da Boa Manutenção**. 3ª Ed. São Paulo: Leud. 2012. 336 p.

ILIESCU, Marcelo. **Patologia das Pinturas**. 2007. Disponível em: <http://www.iliescu.com.br/palestras/patologia_e_recuperacao_das_pinturas.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.

JONOV, C. M. P. **Manifestações patológicas nas edificações - Curso de especialização em construção civil**. UFMG, 2016.

KURESKI, Ricardo et al. O macrossetor da construção civil na economia brasileira em 2004. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p.7-19, jan. 2008. Disponível em: <<http://www.uel.br/pos/economia/material/2%20ECO%20113/2187.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2018.

PARISI JONOV, C. M.; NASCIMENTO, N. O.; PAULO E SILVA, A. **Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação**. Ambiente construído, Porto Alegre, 2013.

POSSAN, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. **Técnico-científica do Crea-pr**, Curitiba, n. 1, p.1-14, out. 2013. Disponível em: <<http://creapr16.crea-pr.org.br/revista/sistema/index.php/revista/article/viewFile/14/10>>. Acesso em: 02 ago. 18.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. RIO GRANDE DO SUL: Universidade FEEVALE, 2013.

SANTOS, Aleílson Villas-Bôas dos. Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado devido a carbonatação. **Revista Especialize On-line Ipog**, Goiânia, v. 01/2015, n. 10, p. 1-21, dez. 2015. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=aleilson-vilas-boas-dos-santos-101713613.pdf>>. Acesso em 11 set. 2018.

TECHNE. **Trinca ou fissura? Como se originam, quais os tipos, as causas e as técnicas mais recomendadas de recuperação de fissuras**.

<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/160/trinca-ou-fissura-como-se-originamquais-os-tipos-285488-1.aspx>. Acesso em 11 Set. 2018.

THOMAZ, Ércio. **Trincas em Edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. São Paulo – SP: Editora Pini, 2014

TUTIKIAN, Bernardo. Inspeção, diagnóstico e prognóstico na construção civil. **Boletins Técnicos Alconpat**, 2013.

VIEIRA, Matheus Assis. Patologias Construtivas: Conceito, Origens e Método de Tratamento. **Revista Especialize On-line Ipog**, Goiânia, v. 01/2016, n. 12, p.1-15, dez. 2016. Disponível em: <<https://www.ipog.edu.br/revista-especialize-online/edicao-n12-2016/patologias-construtivas-conceito-origens-e-metodo-de-tratamento/>>. Acesso em: 06 ago. 2018.

Dados para contato:

Autor: Júlio Preve Machado

E-mail: juliopreve@hotmail.com

ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA DA CHUVA EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR COM ÁREA DE CAPTAÇÃO DE 155,00 m² NA CIDADE DE ORLEANS/SC

Engenharias

Artigo Original

Everaldo Ricardo Campos¹; Júlio Preve Machado¹; João Paulo Mendes¹

1. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE

Resumo: Um dos grandes problemas enfrentados atualmente, em relação ao meio ambiente, é a escassez de recursos hídricos, que tem gerado preocupação e incentivado o racionamento e a busca de soluções alternativas para o abastecimento de água. A captação e utilização da água da chuva pode ser utilizada como alternativa para substituição da água potável, trazendo benefícios como a redução do consumo de água potável, controle de enchentes em regiões com grandes áreas pavimentadas, redução dos impactos ambientais e econômicos entre outros. O presente trabalho, através de um estudo de caso, busca analisar a instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva para residência unifamiliar com área de captação de 155,00 m² na cidade de Orleans/SC, mostrando a eficiência do sistema e o tempo de retorno, para assim determinar a viabilidade econômica do mesmo. Para este objetivo ser alcançado, foi necessário levantar dados referentes à intensidade pluviométrica da região, bem como determinar a demanda a ser atendida e a área de coleta da edificação. Com estes dados partiu-se para o dimensionamento do sistema e assim determinar a viabilidade econômica para sua implantação. Os resultados mostraram o custo total de R\$ 9.603,00 para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis e o com base na economia mensal que o sistema propiciará, estima-se que o período de retorno do investimento é de aproximadamente 7 anos e 6 meses.

Palavras-chave: Aproveitamento. Águas Pluviais. Eficiência.

STUDY OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF THE USE OF RAINWATER IN RESIDENCE RETAIL AREA OF 155 m² ROOF IN THE CITY OF ORLEANS-SC

Abstract: One of the major problems currently facing the environment is the scarcity of water resources, which has generated concern and encouraged rationing and the search for alternative solutions for water supply. Water arrives in most homes in a treated and chlorinated way by the sanitation service concessionaires, and is used for all purposes, including where it is not necessary to consume this resource, such as flushing toilets, washing sidewalks, cars, Garden watering, among others. For these consumptions, rainwater harvesting and utilization can be used as an alternative to drinking water, bringing benefits such as reducing drinking water consumption,

controlling flooding in areas with large paved areas, reducing environmental and economic impacts among others. The present study, through a case study, seeks to analyze the installation of a rainwater harvesting system for a single family dwelling with a catchment area of 155.00 m² in the city of Orleans / SC, showing the efficiency of the system and the Time of return, in order to determine the economic feasibility of the same. In order to achieve this objective, it was necessary to collect data on the region's rainfall intensity, as well as determine the demand to be served and the area of collection of the building. With this data we started the system sizing and thus determine the economical feasibility for its implantation. The results showed the total cost of R \$ 9,603.00 for the implementation of the rainwater harvesting system for non-potable purposes and based on the monthly savings that the system will provide, it is estimated that the return period of the investment is Approximately 7 years and 6 months.

Keywords: Utilization. Rainwater. Efficiency.

Introdução

Segundo Oliveira (2005), a maior parte da superfície do Planeta Terra é composta por água, porém, apenas uma pequena porcentagem está disponível, e/ou pode, por diversos fatores, ser utilizada pelo homem.

Em muitos locais no Brasil e no mundo, a escassez de recursos hídricos, que tem como consequência a indisponibilidade do recurso para a população, é freqüente e, acontece principalmente em decorrência de questões demográficas e do crescimento das cidades sem um devido planejamento hídrico e uma gestão ambiental eficiente, comprometendo desta forma a oferta de água em qualidade e quantidade (SORDI, 2016).

Além da falta de água potável, que já é uma verdade em diversas regiões do Brasil e do Mundo, e do fato de nem toda água disponível ser passível de utilização pelo ser humano, a mesma muitas vezes é utilizada indiscriminadamente pela população, agravando ainda mais o problema de escassez (SILVA, 2008).

Segundo Lambert (2010), 50% da água potável que chega às residências, após ser tratada por concessionárias de serviço de saneamento a fim de atender padrões exigentes de potabilidade, são utilizadas para fins não potáveis, como por exemplo, descargas de vasos sanitários, jardinagem, lavagem de roupas, lavagem de automóveis e calçadas, entre outros. Sendo assim, o fato de a água ser considerada um recurso finito e vital para a sobrevivência de todas as espécies, reforça a necessidade da sua utilização racional e a busca por fontes alternativas de

abastecimento que atendam a demanda sem comprometer a disponibilidade do recurso.

Diante do exposto, Cohim, Garcia e Kiperstok (2008 apud Sordi 2016), citam que uma solução simples e barata que pode ser utilizada como fonte alternativa para abastecimento de água com fins não potáveis, é o aproveitamento da água da chuva, que além de promover a economia de água potável, é considerada uma medida não-estrutural no sistema de drenagem urbana, contribuindo para a prevenção de enchentes causadas por precipitações em grandes centros urbanos, onde a superfície é impermeável, impedindo a infiltração da água no solo.

Segundo Minikowski e Maia (2009), o eficiente funcionamento de um sistema de aproveitamento de água de chuva depende da quantidade de água que pode ser captada, sendo este atendimento influenciado pelas características pluviométricas da região, da área impermeável de captação e do volume do reservatório de armazenamento.

Diante deste contexto, surge o seguinte problema desta pesquisa: É viável a implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva em residência unifamiliar com área de captação de 155,00 m² na cidade de Orleans/SC?

O presente trabalho teve como objetivo, analisar o custo benefício da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva para residência unifamiliar com área de captação de 155,00 m² na cidade de Orleans/SC. E para que o objetivo geral do trabalho seja alcançado, será necessário projetar, quantificar e orçar um sistema de aproveitamento de água da chuva além de, calcular o tempo de retorno do investimento.

Aproveitamento de água precipitada e suas vantagens

Segundo Carvalho (2010), cresce a preocupação da sociedade acerca da conservação dos recursos naturais na medida em que as pessoas se conscientizam sobre a limitação do uso da água potável.

O aproveitamento de águas pluviais teve início por volta de 3.000 anos a.C. no Oriente Médio, e atualmente este sistema de aproveitamento é mais utilizado em países Europeus e Asiáticos onde o governo oferece financiamentos para a construção e utilização deste sistema. No Japão, o governo metropolitano obriga que todos os prédios com área construída maior que 30.000 m² e utilizem mais de 100 m³

por dia de água para fins não potáveis, façam reciclagem da água de chuva e de água servida (água de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas) (TOMAZ, 2010).

No Brasil, segundo Carvalho (2010) o aproveitamento de águas pluviais vem sendo realizado a cerca de 25 anos, principalmente nos estados do Nordeste, devido à grande falta de recursos hídricos nestes locais. Além disso, existe no país a Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva, que é responsável por divulgar estudos e pesquisas, reunir equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto.

Segundo Sordi (2016) e Mendes (2010), são inúmeras vantagens que o aproveitamento de água da chuva nos traz, diante do cenário ambiental, econômico e social. Algumas dessas vantagens ambientais são: redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes. Vantagens sociais: ampliação na geração de empregos, melhoria da imagem do setor produtivo junto a sociedade. Vantagens econômicas: redução dos custos de produção, incentivos para redução das cobranças nas faturas.

A água da chuva obtida em sistemas de aproveitamento de água pluvial em ambientes urbanos, de acordo com a Norma NBR 15.527 (ABNT, 2007), só pode ser usada para fins não-potáveis, como rega de jardins, descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, calçadas e carros.

Sistema de aproveitamento da água da chuva

De acordo com (ROTHER; DEWES; SCHNEIDER, 2016), um sistema de aproveitamento da água da chuva utilizando o método de coberturas funciona a partir da água que cai no telhado, e é captada por calhas. Em seguida a água passa por um filtro para a eliminação de impurezas sólidas (folhas, galhinhos, etc.), e então é armazenada em um reservatório chamado de cisterna, no qual deve haver um “ladrão” que impede o transbordamento da água.

Carvalho, Oliveira e Moruzzi (2007) destacam que a eficiência do sistema de aproveitamento de água da chuva envolve alguns fatores, como o índice pluviométrico da região, superfície de captação e características do reservatório onde será armazenada a água.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais são compostos basicamente por área de captação (telhados/coberturas), condutores horizontais e verticais (calhas

e tubulações), reservatórios, tubulação de distribuição e seus acessórios (ZARDINI, 2014).

O tratamento que deverá ser aplicado à água será especificado de acordo com a finalidade do uso. A seguir, na Figura 1, é identificado um sistema de captação de águas pluviais com seus componentes básicos.

Figura 1 - Sistema de captação de água da chuva por recalque, e seus componentes.



Fonte: AcquaSave – Metalúrgica Cacupé, 2017.

Precipitação do local e área de captação

Para que seja realizada a captação e o aproveitamento da água da chuva, é imprescindível que se tenha informações sobre o índice pluviométrico da região onde o sistema será instalado. Isso porque este índice mostra a distribuição das chuvas ao longo do ano, e quanto mais regular for a distribuição, mais confiável será o sistema e o volume do reservatório de armazenamento (CARVALHO, 2007).

Ainda conforme Carvalho (2007), diversos tipos de materiais podem ser utilizados nas coberturas que serão utilizadas para captação da água da chuva,

porém deve-se ter atenção ao material escolhido, visto que o mesmo influencia na qualidade e na quantidade de água captada. Cada material possui um coeficiente de escoamento, também chamado de *runoff* ou (quociente entre a água que esco superficialmente e o total de água precipitada) específico, influenciando desta forma, na quantidade de água absorvida.

Condutores da água captada

Segundo a NBR 10.844, os condutores verticais e horizontais, também denominados de calhas, são itens que podem ser utilizados para captar e conduzir as águas da chuva. A norma recomenda que as canalizações enterradas devem ser assentadas em terrenos resistente, bem protegidas contra ações e cargas.

A água captada pela cobertura é conduzida a partir do momento em que escorre para o ponto mais baixo do telhado, onde estão localizadas as calhas que a transportam para as tubulações coletoras. Entre as calhas e as tubulações coletoras, existe um ralo de proteção para evitar que sujeiras presentes no telhado entrem na tubulação, e conseqüentemente no reservatório (CARVALHO, 2007).

Segundo Carvalho (2007), o dimensionamento das calhas e condutores devem ser realizados para que não ocorra transbordamentos e, assim como no caso das cisternas, levando em consideração índices pluviométricos da região, e seguindo a ABNT na sua norma NBR 10.844.

Reservatório

O reservatório é a parte do sistema de captação e aproveitamento de água pluvial que possui maior custo, podendo representar entre 50% e 85% do valor total do sistema, influenciando diretamente na viabilidade econômica de implantação do projeto. Isto faz com que o mesmo deva ser dimensionado de forma bastante criteriosa, levando-se em consideração principalmente o regime de pluviometria (TOMAZ, 2010).

Diante disso, a NBR – 15.527/07 (ABNT, 2007) indica seis diferentes métodos para o cálculo de dimensionamento do reservatório para armazenamento de águas de chuva, sendo eles: Método de Rippl, Método da Simulação, Método Azevedo Neto, Método Prático Alemão, Método Prático Inglês e Método Prático Australiano.

Procedimentos Metodológicos

Este trabalho teve como objetivo analisar o custo benefício da instalação de um sistema de aproveitamento de água da chuva para uma residência com área de captação de 155 metros quadrados. Para tanto, pode-se definir a natureza da pesquisa como aplicada, pois este tipo de pesquisa gera conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos (GIL, 2007).

Quanto aos objetivos do trabalho, ou mesmo quanto aos fins, esta pesquisa é classificada como pesquisa exploratória e descritiva, já que o objetivo é explorar ou examinar um problema ou situação para proporcionar conhecimento e compreensão (MALHOTRA, 2005).

O procedimento técnico escolhido foi o estudo de caso, que se caracteriza por ser um tipo de pesquisa que apresenta como objeto uma unidade que se possa analisar de forma mais aprofundada, visando assim ao exame detalhado do ambiente e da situação que ocorre o projeto. Pode, então, ser conceituado como um modo de coletar informação específica e detalhada, frequentemente de natureza pessoal, envolvendo o pesquisador, sobre o comportamento grupo em uma determinada situação e durante um período determinado (YIN, 2005).

O objeto de estudo é uma residência unifamiliar, localizada no Bairro Barro Vermelho, na cidade de Orleans/SC conforme planta de situação apresentada na Figura 2.

O projeto arquitetônico é de suma importância para o dimensionamento do sistema de captação de água pluvial, pois fornece todas as medidas e posições necessárias do objeto em estudo.

Figura 2 - Planta de situação do objeto em estudo.



Fonte: Adaptado Arquitetônico, 2017.

O clima predominante na região é o subtropical, e a chuva acontece de forma bem distribuída, mas sazonal.

Manter a qualidade da água fornecida pela distribuidora é um grande desafio, mediante a expansão demográfica e a poluição que se apresentam nas bacias e mananciais. Para manter a potabilidade mínima e atender a demanda, é preciso alguns tratamentos do tipo químicos, físicos ou biológicos (SCHREIBER, 2016).

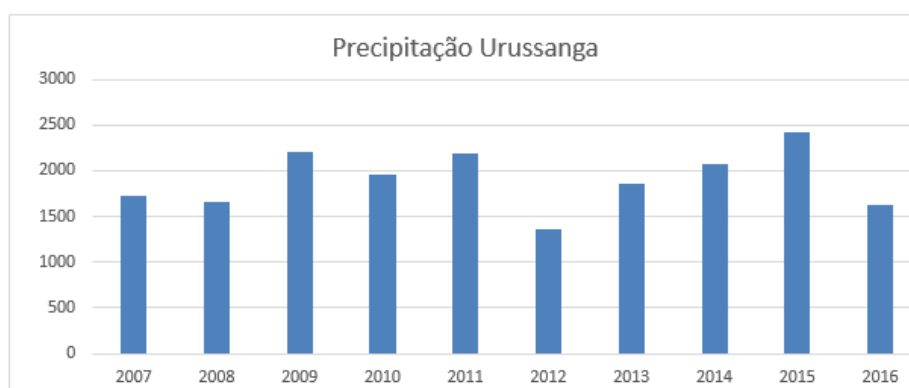
Mediante aos fatos, estuda-se a implantação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, contribuindo para mitigar a demanda de água potável.

Dados Pluviométricos

O índice pluviométrico é uma medida em milímetros, resultado da somatória da quantidade da precipitação de água (chuva, neve, granizo) num determinado local, durante um dado período de tempo.

O estudo foi realizado na cidade de Orleans/SC, porém os registros oficiais de dados pluviométricos para esta cidade não foram disponibilizados em tempo hábil através do site do circam.epagri.sc.gov.br, para obtê-los, buscou-se dados pluviométricos da cidade de Urussanga/SC, devido a posição geográfica de ambas. Os dados coletados e apresentados neste estudo foram fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), e estão dispostos na Figura 3 que torna possível visualizar a realidade pluviométrica da cidade em um período de 10 anos, mais especificamente entre os anos de 2007 e 2016.

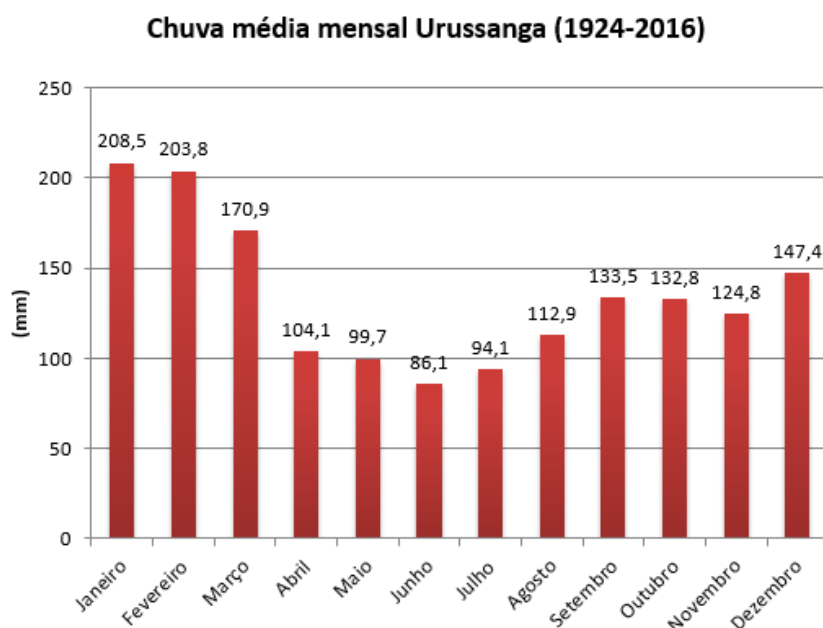
Figura 3 - Dados Pluviométricos de Urussanga-SC.



Fonte: Adaptado INMET (2017).

Analisando os dados da Figura 3 chega-se a uma precipitação média anual de 1.909,06 mm para um período de 10 anos. Porém analisando dados históricos dos meses em um intervalo entre 1924 e 2016, temos um somatório de média mensal que gera uma precipitação de 1.618,6mm ao ano, evidenciando a característica de um evento sazonal. A Figura 4 abaixo apresenta os dados pluviométricos para o período de 92 anos de precipitação.

Figura 4: Dados Pluviométricos de Urussanga-SC.



Fonte: Dados do INMET (2017).

Analisando as informações apresentadas acima percebe-se uma oferta menor de água de chuva para os meses de maio, junho e julho. Para esses meses pode-se pausar a utilização da água da chuva como fonte de recurso hídrico para descargas, lavagem de calçada e outros, utilizando então a água potável. Outra opção é extravasar água não potável nos meses de maiores ofertas, de acordo com o nível do reservatório a ser escolhido.

As informações pluviométricas são de suma importância no dimensionamento do reservatório, pois proporcionam resultados mais confiáveis de oferta de água não potável, em conformidade com o método aplicado no cálculo volumétrico para o reservatório.

De acordo com Rocha (2009), quanto mais regulares e bem distribuídas são as chuvas ao longo do tempo menor é o volume necessário para o reservatório de água pluvial.

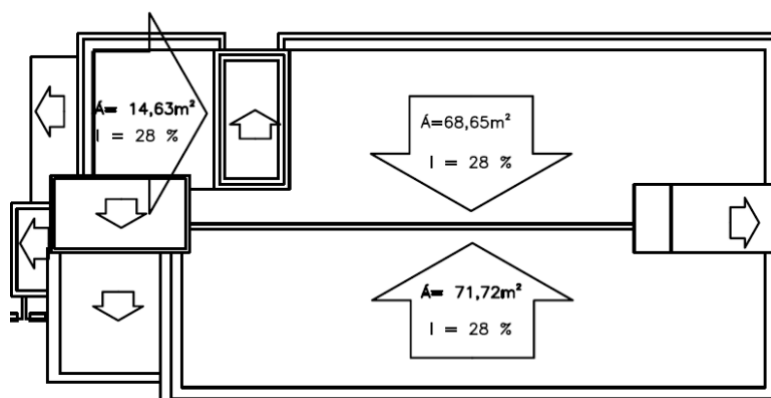
Área de captação

Quanto maior a área do telhado, maior será o volume de água pluvial coletado, e conseqüentemente, maior oferta para um consumo de água não potável. O objeto deste estudo proporciona uma área de captação de 155,00m² sendo que não está sendo considerada a área dos elevados e telhados abaixo do nível da calha. É importante citar que o telhado possui inclinação de 28% e o material utilizado é o metal.

Toda água que escoar sobre o telhado é direcionada para uma calha central, construída de alvenaria, e impermeabilizada com manta asfáltica. Esta possui uma seção de 80 cm X 60cm e comprimento de 12,55 metros, com declividade de 0,5%. Em seguida a água é transportada por dois dutos verticais com diâmetro 100mm. Segundo a NBR 10844/1989, o diâmetro mínimo de condutores verticais de seção circular é de 70mm.

As áreas de contribuição foram obtidas através da utilização do software AutoCAD. A Figura 5 nos mostra a direção do fluxo de água da chuva, e as partes do telhado a serem utilizados com suas respectivas áreas de contribuição para o sistema.

Figura 5 - Área de captação do objeto em estudo.



Fonte: Autores, 2017.

O sistema será utilizado para fins não potáveis, tais como descarga do vaso sanitário, lavagem de calçadas, garagem, carro, e rega de jardim. Por este motivo, não precisará passar por tratamento químico.

Para este sistema de aproveitamento de água da chuva será necessário o uso de um conjunto moto-bomba como elemento pressurizador na rede hidráulica.

Consumo per capita de água potável e água pluvial

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998) água potável é aquela que atende o padrão de potabilidade determinado pela Portaria nº 36 do Ministério da Saúde. O distribuidor no município de Orleans/SC é o SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto).

O Consumo de água por edificação será a primeira linha de orientação para a demanda de água potável. segue-se o registro do consumo de água por edificação.

De acordo com Carvalho (2013), obtemos uma demanda de água potável de 24 m³/mês, para uma família de 4 pessoas, em uma residência de padrão médio. Ainda segundo Carvalho (2013), duzentos litros de água utilizados de forma racional, vive-se confortavelmente.

O Quadro 1 abaixo mostra as demandas e frequências para uso não potável de água. Dado este que serão a segunda linha de orientação adotada para o objeto em estudo.

Quadro 1 - Demandas e frequências para uso não potável.

Demanda Interna	Faixa	Unidade
Vaso Sanitário – Volume	6 – 15	L/descarga
Vaso Sanitário – Frequência	4 – 6	Descarga/hab/dia
Máquina de Lavar Roupa – Volume	100 – 200	L/ciclo
Máquina de Lavar Roupa – Frequência	0,2 – 0,3	Carga/hab/dia
Demanda Externa	Faixa	Unidade
Rega de Jardim – Volume	2	L/dia/m ²
Rega de Jardim – Frequência	8 – 12	Lavagem/mês
Lavagem de Carro – Volume	80 – 150	L/lavagem/carro
Lavagem de Carro – Frequência	1 – 4	Lavagem/mês

Fonte: Tomaz (2000 apud PROSAB, 2006).

No objeto em estudo será analisado o consumo de água não potável nas descargas dos vasos sanitários, lavagem de calçadas, garagem, carro e rega do jardim durante o mês.

De acordo com o Quadro 1, em uma casa com 4 pessoas, onde uma pessoa vai 5 vezes ao banheiro por dia com descarga de 12,5 litros, teremos o consumo de descarga de 7.500 litros, ou 7,50m³.

Segundo Tomaz (2010), a limpeza de calçadas e garagens deve seguir o mesmo índice de consumo que a rega do jardim, alterando apenas a frequência. Para regar o jardim temos uma área de 80m² e uma frequência de 12 vezes por mês. Para calçadas e garagem temos área de 245m² e frequência de 4 vezes por mês, e para lavação de 3 carros, uma frequência de 4 vezes por mês. Então teremos o consumo de 1.920 litros (1,92m³) para rega de jardim, 1.960 litros (1,96m³) para lavação de calçadas e garagem, e 1.800 litros (1,80m³) para lavação de 03 carros.

Diante das informações levantadas e cálculos realizados, o volume de água potável a ser substituído por água de chuva será de 13,18m³ ou 13.180 litros por mês.

Dimensionamento do reservatório

Segundo a NBR 15527/2007 há diversas formas de dimensionar o reservatório de captação para acondicionar água pluvial. Para este estudo será analisado o método de *Rippl*, para uma demanda constante de 13,18m³, usando as chuvas médias mensais (analítico), para uma área de captação de 155,00 m², e coeficiente de escoamento superficial de 0,80; utilizado para um descarte da primeira água da chuva com impurezas que escoam sobre o telhado.

Tomaz (2010) relata que neste caso, as precipitações se transformam em vazões que se dirigem ao reservatório, e geralmente mostra o valor extremo do volume do reservatório, o método mais comumente utilizado e prático.

De acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007) no método de *Rippl* podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias. Para o dimensionamento do reservatório deste estudo, foram utilizadas séries históricas mensais.

Para a utilização do método precisa-se conhecer alguns parâmetros, e calcular o volume a partir das equações 1, 2, 3 e 4 abaixo.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

Equação 1

$Q(t) = C \times \text{Precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$ Equação 2

$V = \sum S(t)$ somente para valores $S(t) > 0$ Equação 3

Sendo $\sum D(t) < \sum Q(t)$ Equação 4

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo ($t =$ aos meses do ano);

$Q(t)$ é o volume da chuva aproveitável no tempo ($t =$ aos meses do ano);

$D(t)$ é a demanda de água não potável no tempo ($t =$ aos meses do ano);

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

Os valores obtidos pelas fórmulas vão sendo calculados sucessivamente para cada mês do ano, sendo que o volume do reservatório será $V = \sum S(t)$ somente para valores $S(t) > 0$.

Todos os dados obtidos ao longo do estudo foram inseridos em uma planilha eletrônica do Excel. É importante ressaltar que o volume obtido do reservatório em estudo, é para uma demanda mensal constante. Em casos de variação do consumo, os cálculos devem ser refeitos. Na Tabela 1 podemos ver todas as variáveis e constantes obtidas no trabalho em um método iterativo.

Tabela 1 - Dimensionamento do reservatório no método *Rippl*

Coeficiente de runoff (CR) = 0,8

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal D(t) (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal Q(t) (m ³)	D(t)-Q(t)=S(t) (m ³)	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos (m ³)	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	208,50	13,18	155,00	26,00	-12,82	0,00	E
Fevereiro	203,80	13,18	155,00	25,00	-11,82	0,00	E
Março	170,90	13,18	155,00	21,00	-7,82	0,00	E
Abril	104,10	13,18	155,00	13,00	0,18	0,18	D
Maiο	99,70	13,18	155,00	12,00	1,18	1,36	D
Junho	86,10	13,18	155,00	11,00	2,18	3,54	D
Julho	94,10	13,18	155,00	12,00	1,18	4,72	D
Agosto	112,90	13,18	155,00	14,00	-0,82	3,90	S
Setembro	133,50	13,18	155,00	17,00	-3,82	0,08	S
Outubro	132,80	13,18	155,00	16,00	-2,82	0,00	E
Novembro	124,80	13,18	155,00	15,00	-1,82	0,00	E
Dezembro	147,40	13,18	155,00	18,00	-4,82	0,00	E
Total	1.618,60	158,16		200,00	$V=\sum S(t)>0=$	4,72	

Fonte: Mais engenharia, 2015

As equações 5, 6, 7, 8 e 9 apresentam os cálculos de volume para o mês de janeiro.

$$Q(t) = 0,8 \times 208,5\text{mm/m}^2 \text{ (janeiro)} \times 155\text{m}^2 \quad \text{Equação 5}$$

$$Q(t) = 25.854 \text{ litros} = 26\text{m}^3 \quad \text{Equação 6}$$

$$S(t) = D(t) - Q(t) \quad \text{Equação 7}$$

$$S(t) = 13,18\text{m}^3 \text{ (constante mensal)} - 26\text{m}^3 \quad \text{Equação 8}$$

$$S(t) = -12,82\text{m}^3 \quad \text{Equação 9}$$

De acordo com a Tabela 1, o volume do reservatório para o acondicionamento da água não potável é registrado em 4,72 m³. Logo foi projetado um reservatório inferior de 5 m³ (5.000 litros), e um reservatório superior de 500 litros. O Quadro 2 abaixo descreve o funcionamento em que são realizados os cálculos e especifica as colunas da Tabela 1.

Quadro 2 - Funcionamento e descrição do Quadro 5.

Descrição da planilha:
Coluna 1 = Meses
Coluna 2 = Intensidade pluviométrica mensal
Coluna 3 = Demanda mensal de água pluvial da edificação
Coluna 4 = Área de captação da edificação
Coluna 5 = (Coluna 2) x (Coluna 4) x (Coeficiente de run runoff/1000)
Coluna 6 = (Coluna 3) - (Coluna 5)
Coluna 7 = (Coluna 7 mês anterior) + (Coluna 6 mês atual)
Se o valor resultante for menor que zero adotar zero
Coluna 8 = Se (Coluna 7) for igual a zero, valor resultante "E" (Extravasando)
Se (Coluna 7 mês atual) for maior do que (Coluna 7 mês anterior), valor resultante "D" (Descendo)
Se (Coluna 7 mês atual) for menor do que (Coluna 7 mês anterior), valor resultante "S" (Subindo)

Fonte: Mais engenharia, 2015.

O reservatório inferior será enterrado, e reservatório superior será elevado, necessitando então, o uso de uma bomba para recalcar de um ponto ao outro em uma altura monométrica de 6 metros, e então distribuir o fluxo de água por gravidade.

A bomba a ser utilizada será do modelo Schneider, motor monofásico de 0,5cv submersível, específica para reservatórios de águas pluviais.

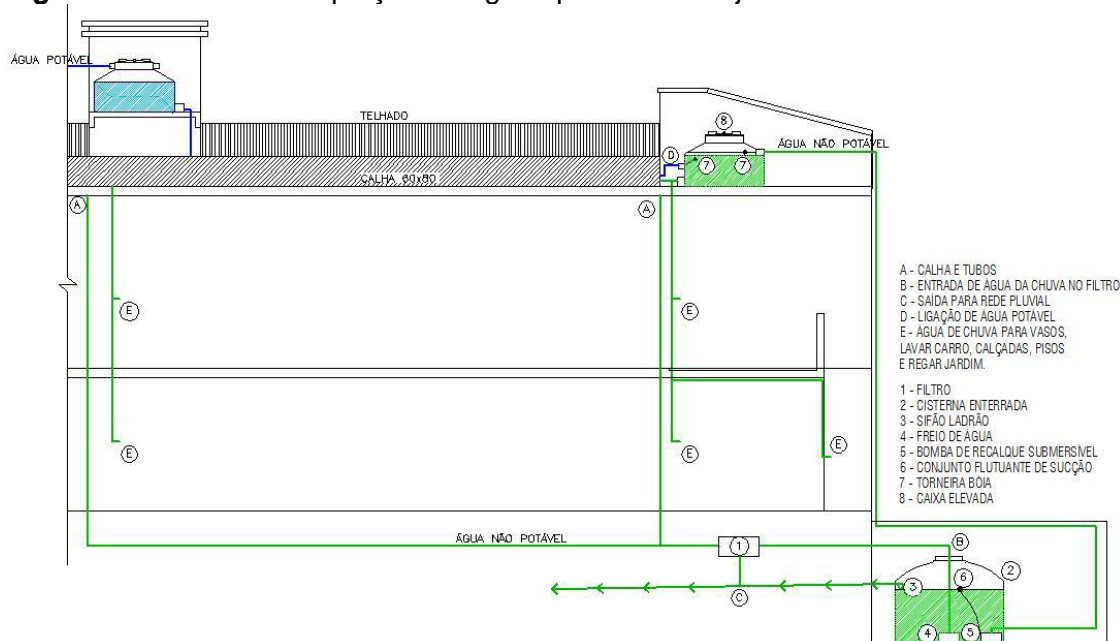
Resultados e Discussão

Toda água captada do telhado em questão, será para uso não potável, ou seja, para uso no vaso sanitário, limpeza de calçadas, garagem, carros e rega de jardim.

O telhado possui três áreas de contribuição, e todos em forma de uma “água”, com telhas de metal, proporcionando uma área de captação de 155,00 m².

A Figura 6 mostra o fluxo do sistema de captação de águas pluviais e o possível reabastecimento de água potável nos casos de estiagem longa.

Figura 6 - Sistema de captação de águas pluviais do objeto em estudo.



Fonte: Autores, 2017.

A seguir são listados cada ponto do sistema com algumas de suas características, conforme a ABNT (NBR 5626, 1998; NBR 15527, 2007; NBR 10844, 1989):

Telhado: Área de contribuição de 155,00 m², em telhas de metal com 28% de inclinação;

A: A calha é de alvenaria, revestida de argamassa e impermeabilizada com manta asfáltica, e os tubos verticais e horizontais são plásticos com diâmetros 100 mm, todas as luvas, inclusive em conexões deverão ser utilizadas anéis de vedação em borracha, prevenindo patologias e facilitando manutenções;

B: Entrada de água da chuva no filtro com tubo plástico de diâmetro 100mm, e descarte da primeira água da chuva. Após a água ser filtrada é encaminhada para a cisterna;

C: Saída da água de chuva para a rede pluvial. Tubos plásticos de 100mm;

D: Ligação de água potável. Tubos plásticos de 25 mm e flange ¾";

E: Pontos de utilização. Devem ser previstas placas proibindo o uso para fins potáveis. Utilizar registros para segurança;

1: O Filtro fica enterrado e ligado ao tubo de saída de água da chuva. Elimina a primeira chuva com seus possíveis contaminantes, acondicionando assim, a água mais limpa na cisterna. Todos os tubos padronizados em diâmetros 100mm;

2: O reservatório inferior enterrado de 5000 litros acondiciona toda a água da chuva captada;

3: O Sifão ladrão escoar todo o excesso de água do reservatório, e protege da entrada de bichos;

4: O Freio d'água serve para não movimentar as sujeiras que ficam depositadas no fundo da cisterna, sujando toda a água;

5: A Bomba de recalque submersível trabalha dentro da cisterna, com potência de ½ cv, fabricada para uso em sistemas de captação de águas pluviais;

6: Conjunto flutuante de sucção, trabalha em conjunto à bomba submersível, possui sensor de nível e capta somente em meio a lamina d'água do reservatório;

7: A torneira boia serve para abastecer, de água potável, o reservatório elevado de água não potável, em épocas de pouca chuva;

8: O reservatório superior acondiciona a água da chuva recalcada, e distribui para os pontos de consumo.

Segundo a NBR 5626 (ABNT, 1998), se estivermos utilizando água potável da concessionária e outra fonte de abastecimento juntas em um sistema, devemos prever que não ocorra o refluxo da fonte alternativa ou particular para a rede pública. A concessionária deve ser notificada caso ocorra.

Custo de implantação do sistema

A estimativa do custo do sistema de captação e aproveitamento da água da chuva se deu através de pesquisa em lojas de materiais de construção na cidade de Orleans. Custos oriundos de manutenção não foram inclusos devido limitação do estudo, e a desinfecção trata-se de medidas de inspeção que devem ser respeitadas não só para água não potável, mas também para água potável, onde costuma-se fazer anualmente limpeza de reservatórios e canalizações.

A Tabela 2 mostra os valores encontrados para materiais e serviços de implantação.

Tabela 2 - Orçamento de implantação do sistema de captação de água da chuva.

Material	Custo Unit. (R\$)	Quantidade	Custo Total (R\$)
Cisterna polietileno 5.000 l	4.000,00	01	4.000,00
Reservatório polietileno 500 l	200,00	01	200,00
Torneira bóia	170,00	02	340,00
Sifão ladrão	194,00	01	194,00
Freio de água	94,00	01	94,00
Filtro externo	1.256,00	01	1.256,00
Conjunto flutuante de sucção	399,00	01	399,00
Bomba de recalque submersível	820,00	01	820,00
Mão de obra	2.000,00	01	2.000,00
Tubulações	300,00	01	300,00
Total			9.603,00

Fonte: Autores, 2017.

Análise econômica

Segundo a concessionária responsável pelo abastecimento de água no município de Orleans/SC, o SAMAE (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto), para um consumo de 24,00 m³/mês de água potável, consumo do objeto em estudo, a tarifa se encaixa na Categoria Domiciliar - A, onde a tarifa mensal será de R\$ 73,15 mais o custo de R\$ 5,33/m³ para consumo excedente a 20,00 m³. Tendo um consumo de água potável de 24,00 m³, o custo da tarifa será de R\$ 94,47. Acrescentando a taxa de esgoto correspondente a 60%, que corresponde a um valor de R\$ 56,68, totalizamos um valor de R\$ 151,15 de tarifa mensal.

Se o consumo de água para fins não potáveis equivalentes a 13,18 m³ forem substituídos por água proveniente do sistema de aproveitamento de água da chuva, a economia mensal será de 69,47%. Esta economia proporciona a mudança na faixa de consumo, passando o valor tarifário mensal para R\$ 46,15 (R\$ 25,10 da tarifa somado a R\$ 4,57 vezes 0,82m³ o excedente de 10m³, somado a taxa de esgoto de 60%), gerando uma economia de R\$ 105,00/mês, se o consumo de água não potável for mantido constante.

A implantação do sistema gerou um custo total de R\$ 9.603,00, e a economia proporcionada pelo sistema foi de R\$ 105,00/mês. Fazendo a relação entre o custo e o valor economizado, teremos um tempo de retorno do investimento inicial de 91,46 meses ou 7,6 anos.

Considerações Finais

Com este estudo foi estimado o potencial de economia de água para fins não potáveis obtido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em residências unifamiliares na cidade de Orleans/SC.

Para realizar a análise da viabilidade econômica da implantação do sistema, foram feitas pesquisas de mercado para levantamento dos preços médios atuais dos materiais e mão-de-obra necessários para a implantação do mesmo. Desta maneira, chegou-se num custo total de R\$ 9.603,00 para a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis. Com base na economia mensal que o sistema propiciará, estima-se que o período de retorno do investimento é de aproximadamente 7 anos e 6 meses.

Com base na economia mensal de água potável obtida e a grande necessidade de encontrar alternativas para o futuro sustentável, concluiu-se perante o estudo, que além da viabilidade econômica, o sistema reduz os impactos ambientais e econômicos conscientizando gerações futuras frente a realidade ambiental.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva - Aproveitamento de Coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ACQUASAVE– **Metalúrgica Cacupé**. Disponível em: <<http://conteudo.acquasave.com.br/tipos-de-instalacoes-para-aproveitamento-da-agua-de-chuva>>. Acessado em: >24 de abril de 2017.

CARVALHO, Gabriela dos Santos. **Análise de uma proposta de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para uso em bacias sanitárias com caixa acoplada em residências Unifamiliares**. 2007. Monografia (Engenharia Ambiental). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –Campus Rio Claro. Rio Claro, 2007

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. São Paulo Ed. Blucher, 2013.

CARVALHO, G. S.; OLIVEIRA, S. C.; MORUZZI, R. B. Cálculo do volume do reservatório de sistemas de aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos para aplicação em residência unifamiliar. **In: X Simpósio Nacional de Sistemas Prediais**, São Carlos, 2007.

CUNHA, A. H. N.; FERRARI, A. R. **Reuso de água no Brasil**. Mestrado Engenharia Agrônoma, UEG, Anápolis, GO, 2010.

GARRIDO NETO, Pedro de Souza. **Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva**: Projeto de dois protótipos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil. 2012. Projeto de Graduação (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10004589.pdf>>. Acesso em 24 abril de 2017.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acessado em abril de 2017.

LAMBERTS, R., *et al.* (Ed.). **Casa eficiente: uso racional da água**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. v. 3. 72p. Disponível em<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/livros/CasaEficiente_vol_III_WEB.pdf>. Acesso em 05 março 2017.

MALHOTRA, Naresh K. **Introdução a pesquisa de marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

MENDES, J. P. **Estudo da viabilidade técnica e econômica do uso de água da chuva em residência de interesse social**. Trabalho de conclusão de curso Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2010.

MINIKOWSKI, Marcelo; MAIA, Adelená Gonçalves. Sistemas de aproveitamento de água de chuva no município de Irati (PR). **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 181-188, abr./jun. 2009

OLIVEIRA, Sulayre Mengotti de. **Aproveitamento da Água da Chuva e Reuso de Água em Residências Unifamiliares: Estudo de Caso em Palhoça – SC**. 2005. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PROSAB, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro, 2006.

ROTHER, F; *et al.* **Coleta de água da chuva: um meio sustentável e eficaz**. Revista Infinity. Vol. 1. Faculdade de Ipiranga, 2016

ROCHA, V. L. **Validação do Algoritmo do Programa Netuno para Avaliação do Potencial de Economia de Água Potável e Dimensionamento de Reservatórios de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial em Edificações**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SCHREIBER, Leonardo Gomes. **Viabilidade econômica de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva no UNIBAVE**. Trabalho de

Conclusão do Curso (Graduação Em Engenharia Civil). Centro Universitário Barriga Verde-UNIBAVE, Orleans, 2016.

SILVA, Julia Santos. **Análise das diretrizes do plano nacional de recursos hídricos no contexto internacional de governança da água.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SILVA, Julian. **Dimensionamento de reservatório de água da chuva pelo método de Rippl.** 2015. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/wp-content/uploads/2015/10/Metodos-de-Rippl.>> Acessado em 03 maio de 2017.

SILVEIRA, Bruna Quick. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais.** 2008. Monografia (Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2008.

SORDI, Mariah de. **Análise de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial no Centro de Integração Acadêmica da UEPB, Campina Grande, Paraíba.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande. 2016.

TÉCHNE PINI. **Sistema de aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis.** 2008. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/133/artigo286496-1.aspx>. Acesso em 31 março 2017.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo. Ed. Navegar, 2010.

UNIÁGUA. Universidade da água. **Água no Planeta.** Disponível em: <<https://www.uniagua.org.br>>. Acessado em 31 março 2017.

YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2005.

ZARDINI, Cecília de. **Aproveitamento de água de chuva: Estudo da viabilidade em diferentes capitais brasileiras.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitarista), Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2014.

Dados para contato:

Autor: João Paulo Mendes

e-mail: eng.joaopaulomendes@gmail.com

**ANÁLISE DAS PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS APÓS A
REPAVIMENTAÇÃO EM VIRTUDE DA EXECUÇÃO DE SISTEMA DE ESGOTO:
ESTUDO DE CASO EM LAURO MULLER/SC.**

Seção

Categoria

**Manuela Mateus De Bona Cargnin¹; Luan Berté Zatta²; Odir Coan³; Camila
Lopes Eckert⁴**

1. Centro Universitário Barriga Verde – UNIBAVE.

Resumo: Em uma cidade, as obras de infraestrutura tem grande importância e são executadas buscando dar maior qualidade de vida à população, visando também os cuidados com o meio ambiente, estando ainda interligadas, dependendo uma das outras. Para um melhor atendimento, organização e cuidados com a saúde pública, prefeituras investem em melhorias em pontos básicos e estratégicos. O grande problema é a falta de planejamento e a ordem de execução dos serviços. Um exemplo é a execução de pavimentos asfálticos em pontos das cidades onde obras subterrâneas ainda não foram executadas, onde para uma melhoria na rede de fornecimento de água, ou implantação de sistema de esgotamento sanitário, é necessário a execução do corte no pavimento e posterior repavimentação. Esse tipo de intervenção está normalmente ligado ao surgimento precoce de patologias no pavimento, trazendo transtornos, riscos e desconfortos para os usuários das vias. Desta forma, este estudo tem o objetivo de verificar as possíveis causas das patologias em revestimentos asfálticos oriundos da necessidade de repavimentação das vias urbanas devido às obras subterrâneas, através de um estudo de caso, em sete ruas localizadas no município de Lauro Muller/SC, onde ocorreram obras de implantação de sistema de esgoto. Mediante os resultados encontrados pode-se concluir que o surgimento das patologias nesses locais é acelerado por falhas na execução, principalmente no que diz respeito a compactação, a utilização de material inadequado e temperatura de aplicação da massa asfáltica.

Palavras-chave: Infraestrutura. Repavimentação. Esgotamento Sanitário. Patologia.

**ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN ASPHALTIC PAVEMENTS AFTER
RESTRICTION UNDER THE EXECUTION OF SEWAGE SYSTEM: CASE STUDY
IN LAURO MULLER / SC.**

Abstract: In a city, the infrastructure works have great importance and are executed in order to give a greater quality of life to the population, aiming also at the care of the environment. All infrastructure works are interconnected, depending on each other. For better care, organization and public health care, prefectures invest in improvements in basic and strategic points. The big problem is the lack of planning

and the order of execution of the services. An example is the execution of asphaltic pavements in points of cities where underground works have not yet been executed, where for an improvement in the water supply network, or implantation of a sewage system, it is necessary to execute the cutting on the pavement and subsequent resurfacing. This type of intervention may be linked to the early onset of pathologies in the pavement, causing disorders, risks and discomforts for road users. Therefore, this study has the objective of verifying the possible causes of the pathologies in asphaltic coatings originating from the need of repavimentation of the urban roads due to the underground works through a case study in seven streets located in the municipality of Lauro Muller / SC, where they occurred works of sewage system implementation. By means of the results, it can be concluded that the occurrence of the pathologies in these places is accelerated by execution failures, mainly in relation to the compaction, the use of inadequate material and the application temperature of the asphalt mass.

Keywords: Infrastructure. Resurfacing. Sanitary sewage. Pathology.

Introdução

Um dos principais objetivos do pavimento é proporcionar conforto, segurança e economia aos usuários (BERNUCCI *et al.* 2008). Além disso, como a expansão urbana, na maioria das cidades, acontece de forma desordenada, as vias geralmente não dispõem de infraestrutura adequada, como sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial. (FILHO *et al.* 2015).

Para execução de tais sistemas em rodovias pavimentadas, torna-se necessário a execução de recorte e posteriormente recuperação da estrutura do pavimento. Além disso, mesmo que os sistemas sejam implantados antes da execução da pavimentação, podem ser necessárias obras de manutenção ou ampliação da capacidade dessas redes, que acarretaria também na intervenção dos pavimentos (AZAMBUJA, 2009).

As intervenções no pavimento devido às obras subterrâneas geram uma redução na vida útil do mesmo e nos remendos gerados por essas, acelerando o aparecimento de patologias. Para mitigar ou desacelerar o aparecimento dessas patologias nos revestimentos asfálticos de repavimentação das vias urbanas devido às obras subterrâneas torna-se necessário identificar suas possíveis causas.

Assim, o objetivo geral deste estudo é identificar as possíveis causas das patologias em pavimentos asfálticos provenientes dos remendos ocasionados pela execução do Sistema de Esgotamento Sanitário. Os objetivos específicos a serem alcançados visando a resolução da problemática são: acompanhar e descrever as

etapas de execução de uma rede de esgoto; apresentar as etapas de execução da repavimentação comparando com os critérios estabelecidos em normas e outras referências bibliográficas; descrever as patologias que podem ser encontradas em pavimentos asfálticos devido a remendos; identificar as patologias encontradas nos segmentos do objeto de estudo, relacionando as mesmas com as obras subterrâneas executadas.

A estrutura do pavimento

DNIT (2006) define pavimento como sendo a estrutura executada sobre um solo de fundação, denominado subleito, formada por camadas com espessura finita, em que os materiais utilizados possuem diferentes resistências e deformabilidades. Pode-se dizer que pavimento é o revestimento horizontal de um piso ou chão com várias camadas sobrepostas, visando facilitar o tráfego de veículos ou de pessoas.

Segundo Bernucci *et al.* (2008), os pavimentos são classificados, tradicionalmente, em rígidos e flexíveis, sendo este último o objeto de estudo deste trabalho. DNIT (2006) ainda indica a existência de um tipo de pavimento intermediário chamado de semirrígido. O que difere cada tipo de pavimento é a forma de execução, os materiais que são utilizados, como se distribui os esforços, e sendo assim, o tipo de deformação dos mesmos.

Com relação aos pavimentos asfálticos, que de acordo com sua estrutura, são pavimentos flexíveis, Bernucci *et al.* (2008, p. 09) define:

Os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos. É formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento asfáltico pode ser composto por camada de rolamento - em contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, por vezes denominadas de binder, (...) o revestimento asfáltico é a camada superior destinada a resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança).

As camadas de base, sub-base e reforço de subleito possuem uma função estrutural neste tipo de pavimentação, pois são elas as responsáveis por reduzir as tensões e possíveis deformações no pavimento e também permitir a drenagem da

água que se infiltra. Essa função é alcançada através da combinação dos materiais a serem utilizados e da espessura que cada camada deverá ter (SILVA, 2008).

Nas camadas de base e sub-base de um pavimento flexível utiliza-se materiais granulares estabilizados naturalmente ou quimicamente (como a brita graduada). A camada de subleito refere-se ao solo natural compactado. Quando este não possui a resistência adequada, utiliza-se a camada chamada de reforço do subleito (BALBO, 2007).

O revestimento asfáltico serve para impermeabilizar e dar mais conforto, suavidade e resistência à rodagem de veículos.

Conforme ensina Balbo (2007), o pavimento flexível é aquele onde a absorção de esforços dá-se de maneira dividida, encontrando-se as tensões verticais nas camadas inferiores, concentradas na região próxima à área de aplicação da carga.

Ademais, convém dizer que o pavimento asfáltico possui em sua estrutura um revestimento betuminoso, um material granular que servirá de base e outro material granular ou até mesmo o próprio solo que, por sua vez, formará a sub-base.

Remoção do pavimento e repavimentação

Vários são os sistemas de infraestruturas subterrâneas existentes no espaço urbano. A redes viárias, de abastecimento de água, esgoto sanitário e drenagem pluvial são redes consideradas básicas para que um determinado núcleo urbano se torne operacional (STUCHI, 2005).

Cada sistema de infraestrutura possui uma empresa ou setor público responsável pela administração do serviço e isso gera uma enorme desordem no subsolo urbano (STUCHI, 2005). As ações de reparo, ampliação e melhoria dos sistemas de infraestrutura urbana subterrânea acabam provocando a intervenção do pavimento asfáltico e para evitar danos ainda maiores existem uma série de cuidados que devem ser tomados em relação a implementação ou reparo desse tipo de sistema (AZAMBUJA, 2009).

De acordo com a NBR 9814 (1987), todo processo de implantação de um sistema de esgoto no subsolo deve respeitar uma série de etapas estipuladas no programa.

Segundo Stuchi (2005) para correta remoção do pavimento é preciso de antemão verificar o direcionamento da água e após a remoção surge à necessidade da repavimentação asfáltica, que é a reconstrução do pavimento anteriormente

destruído, com características estruturais iguais ou superiores às do pavimento original.

A especificação DNIT 154/2010 – ES estabelece os procedimentos para recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos, apresenta também o tipo de material, equipamentos, tipo de execução, controle de qualidade, condições de conformidade e não conformidade e critérios de medição.

Patologias em pavimentos asfálticos

Segundo definição fornecida por DNIT (2003), as patologias encontradas nos revestimentos asfálticos podem ser classificadas como: fendas, afundamentos, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco e remendo.

De acordo com a norma supracitada, as fendas referem-se a qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, sendo elas fissuras ou trincas. O que diferencia as fissuras das trincas é a visibilidade para identifica-las. As fissuras, devido ao tamanho da abertura, só podem ser visualizadas de uma distância inferior a 1,50 metros. Estas podem estar posicionadas longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via.

No que diz respeito a trincas, DNIT (2003) classifica-as em isolada e interligada. As trincas isoladas podem ter um posicionamento transversal ou longitudinal, podendo ainda ser curtas ou longas, dependendo de sua extensão.

Já as trincas interligadas podem ser em bloco ou tipo “couro de jacaré”, sendo esta última chamada assim por possuir um posicionamento parecido ao aspecto do couro de jacaré.

Existe ainda a trinca de retração que é um tipo de trinca isolada, porém sua causa não é atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de tração térmica ou do material do revestimento ou camadas subjacentes ao revestimento trincado.

Segundo Silva (2008), afundamento: são deformações plásticas (ou permanentes) chamadas de depressão longitudinal da superfície do pavimento. A passagem constante das cargas de roda dos pneus, acompanhada do volume confinado dos veículos comerciais é que causam as deformações. Os afundamentos

plásticos são provenientes de uma ou mais camadas do pavimento, ou do subleito que demonstram elevações ao longo dos lados do afundamento.

Para DNIT (2003) a ondulação, também chamada de corrugação, é uma deformação caracterizada por ondulações transversais na superfície do pavimento e o escorregamento é um deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.

A exsudação é caracterizada pelo surgimento de ligante betuminoso em excesso na superfície da malha e da fluência do revestimento asfáltico, em geral junto às depressões localizadas. Apresenta-se como manchas escurecidas, decorrentes do excesso do mesmo no asfalto (BERNUCCI *et al.* 2008).

O desgaste caracteriza-se pela aspereza superficial do revestimento, devido ao arrancamento progressivo do agregado do pavimento em virtude dos esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT, 2003).

Segundo Silva (2008), panela é uma cavidade que se cria no revestimento, podendo atingir a base. São as evoluções das trincas, afundamento ou desgaste. A água tende a desagregar ou amolecer as camadas do pavimento, aumentando os afundamentos em trilha de roda. A retenção de água de chuva nas trincas superficiais leva a camada asfáltica à degradação mais rápida. A Figura 9 apresenta uma panela.

Para DNIT (2003) o remendo seria uma panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”, podendo ser classificado como profundo ou superficial. No primeiro, há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Já o segundo constitui a aplicação de uma camada betuminosa para correção de uma área localizada da superfície do revestimento.

É importante destacar que estas patologias estão diretamente ligadas à estrutura do pavimento, a possíveis erros durante a realização dos projetos de pavimentação ou sua execução.

Outro motivo para aparições de patologias está relacionado à execução de obras subterrâneas, que necessitam do corte do asfalto existente e remoção de sua estrutura, tendo por consequência a execução da nova base e por fim a repavimentação, que dependendo da forma como for executada, resulta no surgimento de patologias.

Segundo Stuchi (2005, p.37):

Grande parte dos problemas dos pavimentos urbanos estão diretamente associados a má qualidade de serviços de recomposição de valas abertas para instalação ou reparo de redes de infraestrutura. Portanto é de grande importância o controle da qualidade dos remendos, que é considerado o método de reparo mais utilizado na manutenção de vias e ruas.

Execução de rede coletora de esgoto sanitário

Como exemplo de sistema subterrâneo pode-se citar o sistema de esgoto, que segundo Azambuja (2009), surgiu com a finalidade de complementar o sistema de água e sua função primordial é a coleta dos esgotos para posterior tratamento e despejo em local apropriado. Ainda segundo Azambuja:

Esse percurso até o destino final, muitas vezes, precisa de auxílio de estações elevatórias, principalmente quando o terreno onde foi implantada a rede apresenta-se plano. (...) As tubulações a serem utilizadas dependerão da vazão calculada para cada trecho, da disponibilidade do material, facilidade de manuseio e custo. (AZAMBUJA, 2009, p.17,18).

De acordo com Stuchi (2005) o sistema de esgotamento sanitário só terá funcionalidade com uma boa execução da obra que atenda pela qualidade dos serviços executados, a escolha de materiais que possuem laudos técnicos e são inspecionados pelos órgãos suprindo assim normas específicas e os elementos que a Fiscalização venha a cobrar. Para manter o padrão deste tipo de obra necessita de um projeto adequado à realidade, baseado em estudos preliminares, levantamento topográfico e conhecimento a respeito do local de implantação, até informações de outras obras já feitas no mesmo local, como rede de abastecimento de água ou de água pluvial. Cada uma dessas redes possui um método de execução, diferenciando a ocupação, proteção, profundidade e espaço.

Segundo definição fornecida pela norma brasileira ABNT NBR 9814 (1987), a execução da rede coletora de esgoto sanitário começa pela locação; sinalização; levantamento ou rompimento da pavimentação; escavação; escoramento; esgotamento; assentamento, tipo de apoio e envolvimento; juntas; reenchimento; poços de visita; ligações prediais; ensaios; reposições e cadastramento.

A locação é feita por uma equipe especializada na área de geomensura, composta pelo topógrafo e seu auxiliar, onde os dois vão ter a exata locação e profundidade que será executado o sistema.

A sinalização deve ser observada e colocada segundo recomendações descritas em normas próprias, com sinais de advertência, regulamentação e indicação, tanto na parte diurna, quanto na parte noturna, deixando em segurança usuários da via, pedestres e o próprio pessoal que irá executar a obra. (STUCHI, 2005)

Conforme NBR 9814 (1987), o corte ou retirada do pavimento, depende do tipo de revestimento, sendo ele asfalto, lajotas ou paralelepípedos. Para retirada da lajota é mais fácil, tirando no espaço demarcado necessário e armazenando as mesmas para uma reutilização. Já para corte do asfalto, usa-se uma serra policorte ou outro equipamento apropriado, que utiliza disco para fazer o corte do tamanho necessário e o menor possível.

Para Stuchi (2005), a escavação, que seria a abertura da vala, pode ser tanto por processo manual como processo mecânico, com a ajuda de retroescavadeira ou escavadeira hidráulica. É um processo complexo, pois como se trata de um serviço subterrâneo, pode se encontrar outro tipo de rede já executada no local. Nesse processo são retirados materiais como silte, areia, argila, rocha. Escavações com mais de 1,20 de profundidade precisarão ter escoramentos para proteção dos trabalhadores.

Em concordância com a NBR 9814 (1987), após as escavações, quando encontrado presença de água, se faz necessário o esgotamento. A presença de água pode ser devido a chuva ou vazamento de uma tubulação de outro tipo de rede ou ao atingir o lençol freático, onde é necessária a drenagem e rebaixamento através de bomba.

O escoramento, como já citado no trabalho, depende da profundidade de escavação, e serve para proteção das paredes laterais cortadas prevenindo possíveis escorregamentos das mesmas. Pode ser pontalete, escoramento contínuo, escoramento descontínuo estaca-prancha, todas citadas são de madeiras, e gaiolas feitas de peças metálicas, dependendo do tamanho e o que projeto pede. (STUCHI, 2005)

A instalação da tubulação, feito de cano de pvc especial, com a sua base firme, e com auxílio de areia para proteção, evitando deslocamentos, quebras ou problemas

em suas emendas. Instalação também de poços de visitas, caixa de inspeção e suas tampas feitas de concreto armado. (NBR 9814, 1987)

O fechamento das valas, chamado de reaterro, possui grande importância em função da influência nas cargas verticais aplicadas sobre as tubulações e na qualidade da reposição do pavimento que foi retirado. Deve realizar-se à compactação, sendo ela manual ou mecânica, reduzindo o volume dos vazios e aumentando sua densidade. O solo colocado deve ser igual ou melhor que o retirado. Deve acontecer em camadas, e sempre compactado em cada camada. No caso de pavimento asfáltico, a última camada de reaterro será a base para execução do asfalto. Segundo DNIT (2003) deve-se garantir uma massa específica aparente seca máxima de 100% com relação ao ensaio de compactação realizado em laboratório.

Segundo Stuchi (2005) a repavimentação pode ser igual ou superior ao que havia sido retirado. Deve ser nivelada com o restante do pavimento original que não foi mexido. É de grande importância o cuidado nessa etapa, já que gera transtornos para usuários das vias.

Procedimentos Metodológicos

A elaboração do presente artigo se desenvolveu através de uma pesquisa qualitativa que foca no estudo particular de determinada obra, analisando a qualidade da execução e sua relação com o surgimento das patologias. É um estudo de caso que busca a descoberta e a realidade de forma completa com diversas fontes de informação cujo objeto é a obra de execução do Sistema de Esgoto no município de Lauro Muller.

Segundo Gerhardt e Silveira (2009) a pesquisa qualitativa compreende a qualidade de certo estudo, não estando representado por números. Ela mostra o motivo que aconteceu tal fato, e dando um norte do que poderá ser feito, em nenhum momento quantifica valores. O pesquisador terá de mostrar aspectos da realidade diretamente trazido do ambiente de estudo. Possuem várias características que podem ser compreendidas pela ordem das ações de descrever, compreender, explicar suas orientações teóricas e seus dados empíricos. Pode ser de diferente tipo de abordagem, como no trabalhado citado, um estudo de caso.

O objeto de estudo do presente artigo, refere-se às obras de instalação das redes coletoras de esgoto no município de Lauro Muller, em Santa Catarina, com extensão de 22 quilômetros, financiada pela Caixa Econômica Federal. Trata-se de

uma obra subterrânea que afeta o dia a dia dos moradores locais e que, depois de concluída, trará benefícios para população. Conta com uma empresa responsável pela execução, outra pela fiscalização e após concluída será de uso da CASAN.

Como supracitado, a obra contempla uma grande extensão de ruas, que possuem revestimento asfáltico, calçamento por lajotas ou mesmo revestimento primário. Para a elaboração do presente artigo, foram selecionadas sete ruas com revestimento asfáltico, onde houve a necessidade de corte do pavimento e repavimentação, sendo elas listadas na Tabela 1.

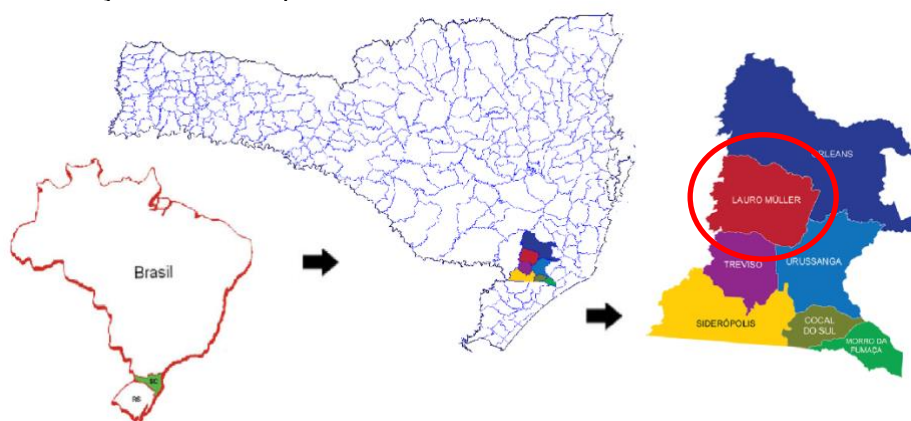
Tabela 1 – Listagem das ruas objeto do estudo

Nº	Nome da Rua	Extensão (m)
1	Rua Prefeito Flavio Righetto	420 m parcial
2	Rua Luiz Quirino	182 m
3	Rua Abel Rossi	238 m
4	Rua Henrique Lage	770 m parcial
5	Rua Olivia N. Rita	491 m
6	Rua Presidente Castelo Branco	20 m
7	Rua Presidente Costa e Silva	105 m

Fonte: Autores (2018)

As Figuras 1 e 2 apresentam a localização do município de Lauro Muller e das ruas em estudo, respectivamente.

Figura 1: Localização do município de Lauro Muller



Fonte: Autores (2018).

Na Figura 2 as ruas estão identificadas por números que podem ser verificados na listagem apresentada na Tabela 1.

Figura 2: Localização das ruas objeto do estudo



Fonte: Adaptado de Google Earth (2018).

Para embasar o estudo, a primeira etapa do trabalho consistiu no acompanhamento em campo do processo de execução das redes coletoras citadas no período de 25/04/2018 a 23/06/2018, observando-se as etapas de execução e como elas eram realizadas, comparando com as especificações de serviço pertinentes de cada uma e apontadas as datas de término de execução de cada rua.

Três meses após o término da execução, na segunda etapa do trabalho, efetuou-se o levantamento das patologias que surgiram após a execução da obra. Este levantamento foi feito através de vistoria caminhando ao longo das sete ruas listadas e fazendo um registro fotográfico dos locais que apresentaram defeitos, anotando também a data de registro das fotos. Este levantamento *in loco*, juntamente com o conhecimento da pesquisa em normas e bibliografias e a observação das etapas de construção, viabilizou a identificação das possíveis causas para o aparecimento precoce dos defeitos.

Vale salientar que, em duas das sete ruas, a Rua Prefeito Flavio Righetto e a Rua Abel Rossi, o tempo entre o término de execução e o levantamento das patologias foi de um ano. Para as ruas citadas, não foi realizado o acompanhamento da obra. Assim, por fazerem parte do mesmo contrato, considerou-se que as etapas de execução foram feitas da mesma forma. Apesar de concluídas há mais tempo, elas foram escolhidas como objeto de estudo porque acreditou-se ser importante analisar as patologias em ruas que tiveram a mesma interferência a mais tempo.

Resultados e discussão

Anteriormente a execução da repavimentação, foi acompanhado todo o processo que engloba a obra citada. Com o projeto em mãos, a locação foi feita pelo setor de topografia. Antes de iniciar a execução foi feita a sinalização e tomou-se os devidos cuidados com a segurança dos trabalhadores, utilizando-se os equipamentos de proteção.

Como já citado, o corte ou retirada do pavimento, depende do tipo de revestimento, que poder ser de lajotas, paralelepípedos e de asfalto, sendo este último o revestimento das ruas acompanhadas.

Acompanhando a abertura da vala, pode-se notar que dependendo da profundidade a ser escavada, como em lugar de vala rasa faz-se o uso de retroescavadeira, já em valas fundas necessita de uma escavadeira hidráulica. Em lugares que as máquinas não podiam operar, pois encontravam algum outro tipo de rede subterrânea, os escoradores de vala fizeram a escavação manual. A etapa de escoramento é cobrada pela fiscalização, sendo imprescindível seguir as orientações da norma.

Após esse processo, um profissional faz a parte do assentamento do tubo de material de PVC corrugado. Nota-se o cuidado com a camada de areia de 5 cm na parte inferior do tubo e de 15 cm na parte superior. A execução correta é cobrado pelo fiscal, vinculada ao pagamento do serviço. É colocado o restante dos materiais da rede coletora, como poços de visitas, caixas de inspeção, suas tampas de concreto armado. Toda essa parte de execução foi feita por uma equipe de 8 funcionários, como operador, encarregado, escorador de valas, servente de obra e motorista de caminhão.

Para o fechamento da vala foi colocado material retirado da mesma, ou outro de qualidade melhor. Apesar disso, percebeu-se a falta de controle de qualidade dos materiais empregados, não sendo realizado na maioria das vezes os ensaios para sua caracterização. No que diz respeito a compactação, a mesma foi realizada de forma manual, através de um sapo compactador, sendo feita por camadas, reduzindo o volume dos vazios e aumentando a densidade do solo. Não houve também um controle e verificação da densidade atingida, para se ter a certeza de alcance da máxima densidade do material.

Depois da compactação foi aplicada à pintura de ligação, através de um caminhão espargidor. Esse ligante despejado sobre o solo fará sua função de ligação

entre o solo e a massa asfáltica. A emulsão asfáltica deve cobrir toda área de intervenção, tanto nas bordas do corte como sobre a superfície da base. Em prol da produtividade foi possível perceber falhas em alguns locais, ou seja, existiam áreas não preenchidas pela emulsão.

A próxima etapa foi a aplicação da massa asfáltica. A mesma foi espalhada de forma que depois de compactada atingisse a espessura desejada, nivelada ao pavimento que não sofreu intervenção. Como foi utilizado um revestimento com processo à quente, a temperatura de aplicação deve ser levada em conta. O caminhão que trouxe o asfalto para aplicação nas Ruas Olivia N. Rita e Presidente Castelo Branco, ficou aproximadamente 3 horas com a massa em cima, até ser aplicado. Acredita-se que isso possa ter interferido na temperatura de aplicação. Depois de aplicada a massa asfáltica foi realizada a compactação através de um rolo compactador. Vale salientar que durante o processo não houve controle do grau de compactação e da temperatura durante a aplicação e execução da camada de revestimento.

A data de término de execução das obras das ruas acompanhadas pode ser visualizada na Tabela 3.

Tabela 3 – Data de término da execução da rede de esgoto e repavimentação

Nº	Nome da Rua	Data do término da execução
1	Rua Prefeito Flavio Righetto	20/07/2017
2	Rua Luiz Quirino	22/06/2018
3	Rua Abel Rossi	20/07/2017
4	Rua Henrique Lage	22/06/2018
5	Rua Olivia N. Rita	23/06/2018
6	Rua Presidente Castelo Branco	23/06/2018
7	Rua Presidente Costa e Silva	22/06/2018

Fonte: Autores (2018)

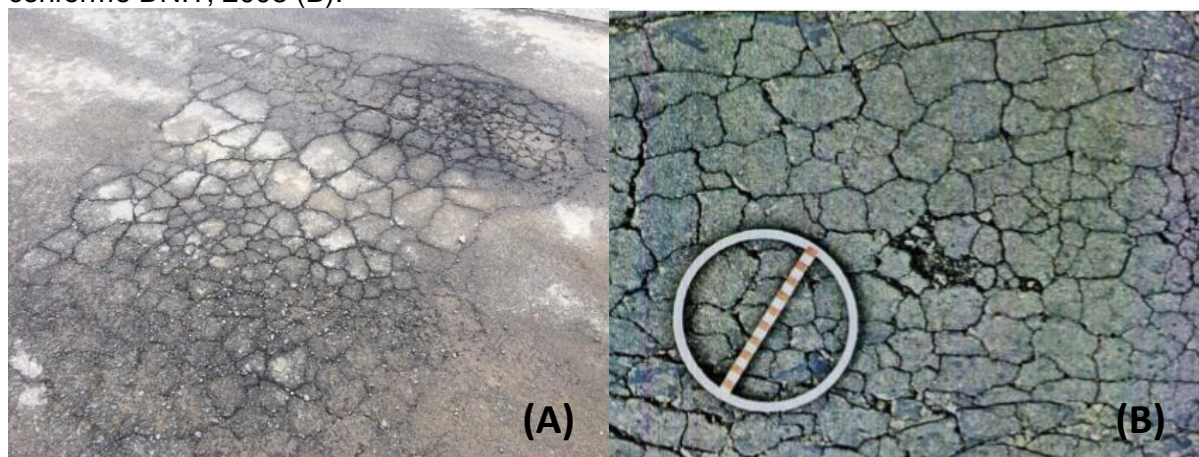
Após a finalização das obras das sete ruas iniciou-se o levantamento das patologias que começaram a aparecer. Destaca-se que as ruas Prefeito Flavio Righetto e Abel Rossi foram avaliadas após um ano do término de execução das mesmas. Para as demais, o levantamento foi feito após três meses do término da execução. Vale ressaltar que o processo de execução e a aplicação da massa

asfáltica foram iguais para todas as ruas. Por se tratar de estradas locais, o tráfego que as mesmas recebem pode ser considerado leve, geralmente de carros pequenos.

Através do acompanhamento de cada etapa de execução pode se analisar as patologias que serão apresentadas respectivamente com o nome das ruas executadas.

As vistorias *in loco*, como já citadas, foram realizadas caminhando ao longo das vias, sendo selecionado o local com facilidade e segurança para retirada das fotos, em horário de trânsito baixo e que teriam poucos veículos estacionados, facilitando assim a análise dos diferentes tipos de patologias encontradas. A Figura 3, mostra uma trinca interligada, conhecida como “couro de jacaré”, cuja foto foi retirada em 30/06/2018 na Rua Abel Rossi, sendo a Figura 3A retirada no local do estudo pelos autores e a Figura 3B, de DNIT (2003), utilizada como referência para comparação.

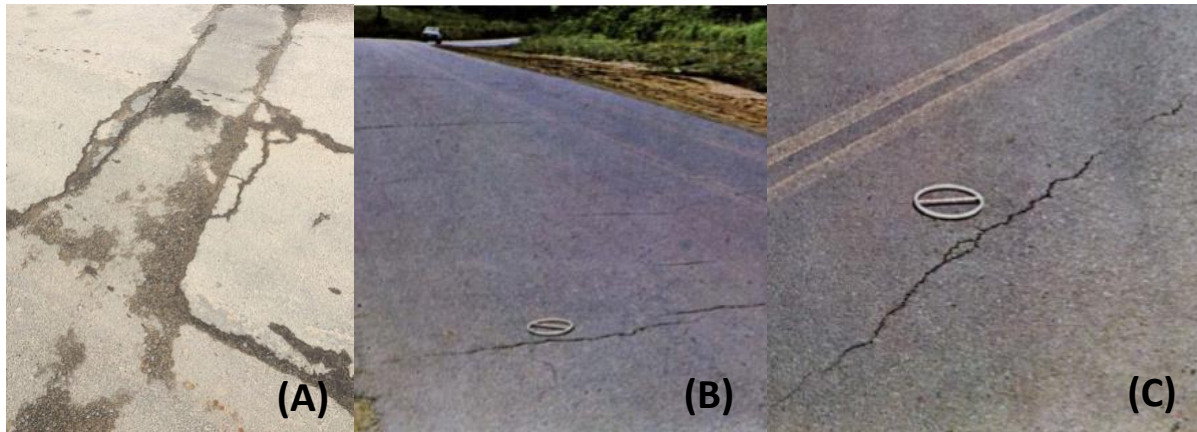
Figura 3: Trinca interligado, “couro de jacaré” na Rua Abel Rossi (A) e Couro de Jacaré conforme DNIT, 2003 (B).



Fonte: Autores (2018).

A Figura 4 apresenta uma trinca isolada entre o remendo e o pavimento existente, formando uma superfície de separação das áreas, com foto registrada no dia 30/06/2018 na Rua Prefeito Flávio Righetto, sendo a Figura 4A retirada no local do estudo pelos autores e a Figura 4B, de DNIT (2003), utilizada como referência para comparação.

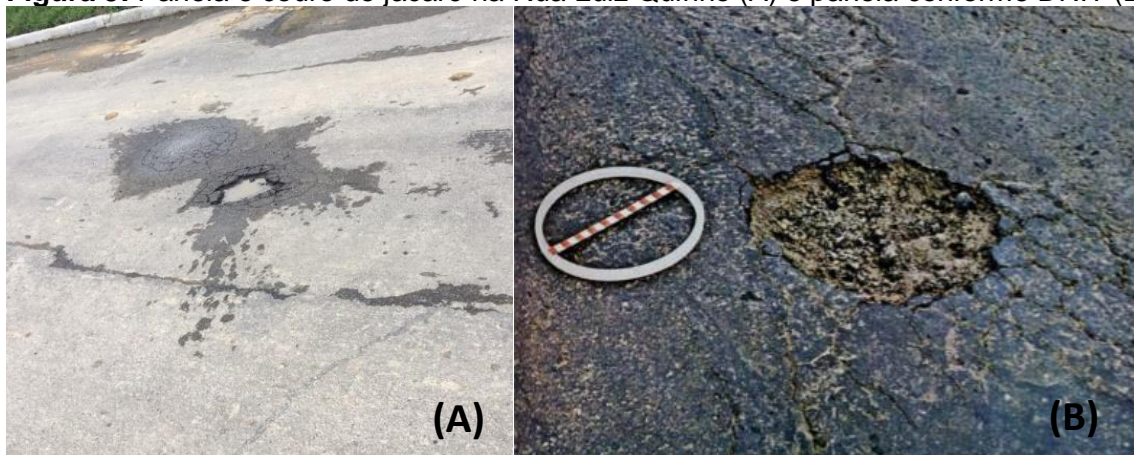
Figura 4: Trinca isolada na Rua Prefeito Flávio Righetto (A), trinca isolada transversal (B) e trinca isolada longitudinal conforme DNIT (C).



Fonte: Autores (2018).

A Figura 5, apresenta uma panela. É possível visualizar que a mesma retém água da chuva, levando a uma maior degradação. Mostra também uma patologia na forma de “couro de jacaré”. A imagem foi registrada em 25/09/2018 na Rua Luiz Quirino,

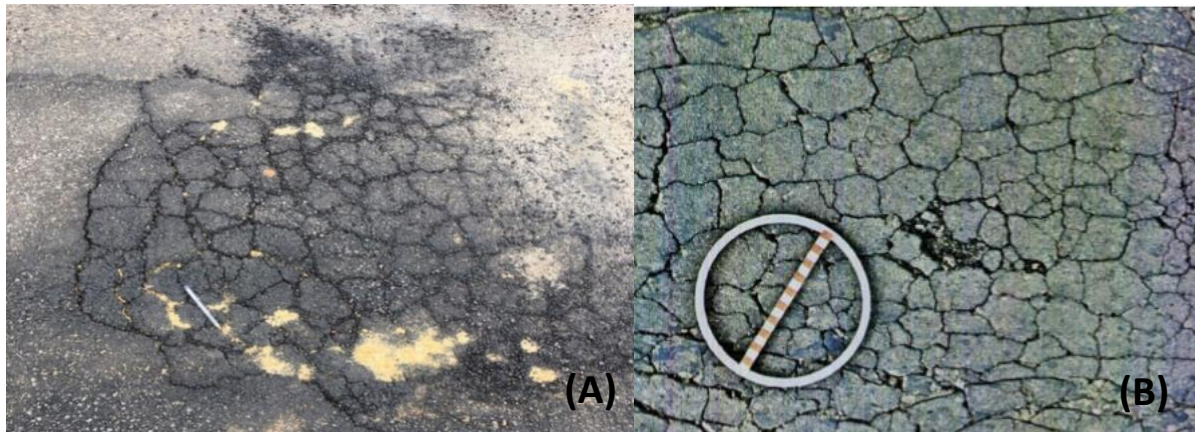
Figura 5: Panela e couro de jacaré na Rua Luiz Quirino (A) e panela conforme DNIT (B).



Fonte: Autores (2018).

A Figura 6, mostra uma patologia na forma de “couro de jacaré” registrada em 25/09/2018 na Rua Henrique Lage, sendo a Figura 6A retirada no local do estudo pelos autores e a Figura 6B, de DNIT (2003), utilizada como referência para comparação.

Figura 6: “Couro de jacaré” na Rua Henrique Lage (A) e Couro de Jacaré conforme DNIT (B).



Fonte: Autores (2018).

A Figura 7, mostra uma patologia na forma de trinca isolada, e um “couro de jacaré” registrada na Rua Presidente Costa e Silva em 25/09/2018.

Figura 7: Trinca isolada e “couro de jacaré” na Rua Presidente Costa e Silva.



Fonte: Autores (2018).

Na Figura 8, pode-se visualizar o afundamento longitudinal que, com a perda da resistência e ruptura das camadas inferiores provocada pela infiltração da água, vai piorando a gravidade. As imagens foram registradas em 25/09/2018 na Rua Presidente Castelo Branco.

Figura 8: Afundamento na Rua Presidente Castelo Branco.



Fonte: Autores (2018).

Na Figura 9, é apresentada uma patologia na forma de trinca isolada e desgaste. Nota-se também sujeira e descuido com a via. As fotos foram registradas em 25/09/2018 na Rua Olivia N. Rita. Percebe-se também um desnível entre o pavimento e o Poço de Visita.

Figura 9: Trinca isolada e desgaste (A) e desnivelamento (B) na Rua Olivia N. Rita.



Fonte: Autores (2018).

A Tabela 4 apresenta um resumo das patologias encontradas com suas respectivas datas de registro e localização.

Tabela 4 – Tabela resumo das patologias encontradas

Nº	Nome da Rua	Data de término da execução	Patologia encontrada	Imagem	Data do registro
1	Rua Prefeito F. Righetto	20/07/2017	Trinca isolada	4	30/06/2018
2	Rua Luiz Quirino	22/06/2018	Panela e Couro de Jacaré	5	25/09/2018

3	Rua Abel Rossi	20/07/2017	Couro de Jacaré	3	30/06/2018
4	Rua Henrique Lage	22/06/2018	Couro de Jacaré	6	25/09/2018
5	Rua Olivia N. Rita	23/06/2018	Trinca isolada, Desgaste e Desnivelamento PV	9	25/09/2018
6	Rua Pres. Castelo Branco	23/06/2018	Afundamento	8	25/09/2018
7	Rua Pres. Costa e Silva	22/06/2018	Trinca isolada e Couro de Jacaré	7	25/09/2018

Fonte: Autores (2018)

Com o estudo realizado e os dados apresentados, nota-se um grande problema com trincas, localizadas principalmente entre o remendo e o pavimento existente. Estas patologias podem estar ligadas a falta de controle na aplicação dos ligantes, não tendo coberto todas as paredes laterais. Nestes locais, além de uma falha de ligação entre a camada de base e a massa asfáltica, ocasionando o aparecimento de trincas, com o tempo, pode ter ocorrido infiltração, gerando uma patologia maior como no caso do “couro de jacaré” ou até mesmo uma panela.

A carência de controle de compactação, em virtude da cobrança de produtividade, pode ter influenciado no surgimento precoce das patologias, principalmente no caso do afundamento. Na rua Presidente Castelo Branco, por exemplo, a falta de compactação, aliada a grande infiltração de água ocasionou o afundamento do asfalto. A falta de controle na qualidade do material utilizada para camada de base também tende a ocasionar deformações no pavimento.

Vale ressaltar que em parte da rua Olivia N. Rita e rua Presidente Castelo Branco, a massa asfáltica ficou muito tempo em espera, sendo que o mesmo foi transportado de uma usina a 30 quilômetros de distância do local aplicado, perdendo assim, sua temperatura ideal para aplicação, influenciando nas suas características.

Mesmo em locais que não apresentam sérios defeitos, o próprio remendo é considerado uma patologia, conforme citado em DNIT 005/2003. O revestimento fica com a aparência comprometida, sendo visível o local dos cortes.

Considerações Finais

O presente estudo teve como objetivo principal identificar as possíveis causas das patologias em revestimentos asfálticos que necessitaram de intervenção por conta de obras subterrâneas, como é o caso da implantação de redes de esgoto.

Através do conhecimento adquirido pode-se dizer que as possíveis causas das patologias em revestimentos asfálticos oriundos da necessidade de repavimentação das vias urbanas devidas às obras subterrâneas acontecem pela má execução e má escolha dos materiais empregados, sem controle de características como tipo de solo, compactação para a mesma, umidade, compressibilidade, expansividade e homogeneização, pela falta de controle e gerenciamento nas etapas de execução no todo e pela busca de produtividade sem cuidar com a qualidade. Considerando o tempo entre o término da execução e o aparecimento das patologias, não foi degradado devido a ação do tráfego, que como mencionado, é de baixo índice.

Para uma melhora nas patologias encontradas em outras ruas, deve se ter um controle maior na execução, cuidando do grau de compactação, temperatura do asfalto, tipo de material na camada de base, aplicação correta do ligante, melhora na mão de obra, podendo haver um decréscimo nas patologias ou retardo no aparecimento, melhorando o desempenho e visualização dos remendos e evitando futuras correções para a empresa que executa o serviço.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9814: Execução de rede coletora de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1987.

AZAMBUJA, Andrey Reichelt. **Pavimentos Asfálticos: Análise de patologias na repavimentação de trechos devido a obras de rede de Esgoto Sanitário**. 2009. 85 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24085/000741732.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2018.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani; *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras; ABEDA, 2008. 501p.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005/2003 - TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **DNIT 154/2010-ES: Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos - Especificação de serviço**. Rio de Janeiro: 2010.

_____. **Manual de pavimentação**. 3.ed. Rio de Janeiro: 2006. 274p.

FILHO, Diógenes de Souza Vieira; SILVA, Fabíola Barreto da; VERAS, Rafael Lincoln Océa de Menezes; NÓBREGA, Fábio Augusto Rodrigues da Nóbrega. **Infraestrutura Urbana: Infraestrutura e o Crescimento Populacional no Brasil. Revista Eletrônica da Fanese**, Aracaju. V. 4, N. 1. set. 2015. Disponível em: <<http://app.fanese.edu.br/revista/wp-content/uploads/ARTIGO-09-INFRAESTRUTURA-URBANA-INFRAESTRUTURA-E-O-CRESCIMENTO-POPULACIONAL-NO-BRASIL.pdf>> Acesso em: 22 mai. 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de Pesquisa**. 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

GOOGLE EARTH. **Programa de Imagem por Satélite**. Lauro Muller/SC. Acesso em: 22 ago. 2018.

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 2008.

STUCHI, Eduardo Terenzi. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos**. 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

Dados para contato:

Autor: Manuela Mateus De Bona Cargnin

E-mail: manucargnin@gmail.com

ANÁLISE DE ERROS DE EXECUÇÃO E POSSÍVEIS PATOLOGIAS EM OBRAS DE CONTAINER NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA

Engenharias

Artigo Original

Jéssica Klima Emerenciano¹; João Paulo Mendes¹; Camila Lopes Eckert¹;
Glaucea Warmeling Duarte¹

1. Centro Universitário Barriga Verde - UNIBAVE

Resumo: O excesso de *containers* descartados e inutilizados junto com a necessidade de se utilizar materiais sustentáveis na construção civil, com custo reduzido, fez desse material uma alternativa ideal para a construção das mais diversas edificações. A construção em *container* está se tornando comum no Brasil e, com ela, surgem várias dúvidas no que diz respeito à forma de se trabalhar com o material para evitar patologias e falhas no processo. Devido à falta de conhecimento e metodologias em relação à execução de obras de *container*, ocorrem alguns erros no processo de execução do mesmo. Desta forma este trabalho propõe-se a identificar os possíveis erros de execução em obras de *container* executadas na região Sul de Santa Catarina. Para atingir o objetivo geral da pesquisa foram feitas vistorias em algumas obras de *container*, fazendo um levantamento dos erros encontrados nas mesmas. Como resultado percebe-se que os problemas mencionados foram decorrentes de erros de execução, por falta de uma metodologia adequada e de um padrão construtivo definido para este tipo de construção.

Palavras-chave: *Container*. Falhas na Execução de Obras. Sustentabilidade. Irregularidades em Obras.

EXECUTION ERROR ANALYSIS AND POSSIBLE ADVERSE EFFECTS ON CONTAINER CONSTRUCTIONS IN SANTA CATARINA SOUTH REGION

Abstract: The excess of discarded and unused containers together with the need to use sustainable materials in civil construction, with reduced cost, made this material an ideal alternative for the construction of several buildings. Container construction is becoming common in Brazil and, with it, several doubts arise as to how to work with the material to avoid pathologies and failures in the process. Due to the lack of knowledge and methodologies regarding the execution of container works, some errors occur in the execution process of the same. In this way, this work proposes to identify the possible errors of execution in works of container executed in the South region of Santa Catarina. In order to reach the general objective of the survey, surveys were carried out on some container works, making a survey of the errors found in them. As a result, it can be seen that the mentioned problems were due to errors of execution, due to the lack of an adequate methodology and a defined constructive standard for this type of construction.

Keywords: Container. Failures in the execution of construction. Sustainability. Irregularities in construction.

Introdução

A construção civil é uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social de um país, apesar de ser uma atividade pouco sustentável, desde a fabricação das matérias primas, a obra, durante o uso, até o final da vida útil das edificações (EDWARDS, 2005).

Ao analisar o contexto em que vivemos, verifica-se que a construção civil é um dos setores que mais consome os recursos naturais e degrada o meio ambiente, gerando uma grande quantidade de resíduos. Ela “não gera resíduos nocivos para a vida humana, contudo é responsável pelo consumo de 75% dos recursos naturais do planeta.” (PORTAL VGV, 2010).

Tendo em vista a importância da preservação do meio ambiente, a indústria civil está tentando diminuir a quantidade de resíduos gerados, diminuindo os impactos ambientais causados pelos mesmos. Desta forma novas técnicas construtivas estão sendo utilizadas (METALICA, 2015).

É nesta circunstância que surge o conceito da reutilização de *container* marítimo na construção civil, que tem sido vista como uma alternativa social, ambiental, e economicamente correta, podendo ser estabelecidos em residências, comércios, corporativos, empresariais, entre outros (METALICA, 2015). Em vários trabalhos atuais de pesquisa, foram vistos que em geral os erros construtivos têm como origem a má qualificação da mão de obra, no entanto ficou claro que são atípicas as empresas que investem no treinamento de seus operários. Outra verificação é que a maioria dos projetos sofrem modificações significativas, antes, durante ou até depois da execução (FÓRUM DA CONSTRUÇÃO, 2016).

As principais dificuldades técnicas e construtivas estão associadas com a falta de conhecimento e experiência na execução de adequações nos *containers*, pois é um tipo de construção relativamente recente no sul do Brasil (CARBONARI, 2016).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é fazer uma análise dos erros de execução das obras de *container* já existentes na região Sul de Santa Catarina, identificando os erros, verificando o método executivo utilizado, e procurando salientar as possíveis falhas cometidas na execução da mesma.

Pelo fato de não haver metodologias e normativas relacionadas no que diz respeito a manifestações patológicas em construções de *container*, será então realizado um levantamento das principais manifestações patológicas encontradas em construções convencionais, a fim de fazer uma análise comparativa com as obras de *container*. Considera-se para fim desta pesquisa, obras convencionais como sendo obras que utilizam em sua concepção, estrutura em concreto armado com vedação em tijolo cerâmico..

Método Construtivo Convencional

A característica fundamental da construção convencional é sua atribuição básica de vedação, fazendo a separação de ambientes e fachadas, tornando-se o método construtivo mais utilizado pelos brasileiros (HOMETEKA, 2014).

O método convencional é formado por pilares, vigas e lajes de concreto armado, com visto e vãos preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação. Na construção de elementos como pilares e vigas são utilizados aço estrutural e formas de madeira (MARTINS, 2009).

Esse sistema construtivo utiliza barras de aço (armaduras) inseridas no concreto como mostra a Figura 01, em formas de madeira. Com esse sistema é possível atingir estruturas que resistam a qualquer tipo de carga (PILOTTO, VALLE, 2011).

Após a construção das paredes, é necessária a execução de cortes nas mesmas para embutir as instalações hidráulicas e elétricas. A etapa de revestimento, identificada pela aplicação do chapisco, massa grossa (emboço), massa fina (reboco) e pintura, se inicia logo em seguida (MARTINS, 2009).

Um ponto forte é que não existe controle quanto às medidas do projeto, o que permite a criatividade, não há limites para futuras reformas, e podem ser classificadas esquadrias fora do tamanho padrão (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2014).

Como ponto fraco, seu tempo de execução é maior, e um custo mais elevado em comparação com o sistema de alvenaria estrutural (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2014). A maior parte das construções convencionais gera muito entulho devido à quebra de blocos do sistema. Esta é sua fundamental desvantagem econômica e ambiental, calculada em cerca de 20 a 30% de prejuízo em mão de obra e materiais (HOME TEKA, 2014).

Figura 01 – Construção de alvenaria convencional.



Fonte: Bowie Buddies (2015).

Método Construtivo de *Container*

Criados por volta de 1937, pelo norte-americano Malcolm Purcell McLean (1913-2001), os *containers* eram grandes caixas de aço atribuídas à melhoria do sistema de transporte de fardos de algodão no porto de Nova York. Com o tempo, os procedimentos de trabalho foram melhorados e a empresa passou a atender também os setores fluvial e ferroviário (LEVISION, 2003).

Depois, em função da necessidade de abrigos rápidos e de fácil manipulação, os containers foram usados como abrigos para pessoas, principalmente em situações extremas, em geral grandes desastres causados pelo homem ou pela força da natureza. (MENEGUSSO; PEZZARINI, 2014, p. 2).

Encontram-se atualmente variados modelos de container disponíveis na indústria, que variam em relação à forma, ao tamanho e à resistência. Normalmente, os mais utilizados na arquitetura são os da categoria Dry de 20 e 40 pés, ambos com portas nas duas laterais. As dimensões externas do container Dry Standard de 20 pés são: 2,44 metros de largura, 6,06 metros de comprimento e 2,59 metros de altura, suportando até 22 toneladas. O container de 40 pés possui as mesmas dimensões de largura e altura do mencionado anteriormente, distinguindo na medida de comprimento, tendo 12,92 metros e suportando a carga de até 27 toneladas. Os modelos Dry High Cube de 40 pés, também muito utilizados, possuem as medidas de 2,44 metros de largura, 2,79 metros de altura e 12 metros de comprimento (GRUPO IRS, 2016).

A estrutura do container é muito resistente em relação a diversas intempéries, têm uma vida útil alta e foram projetados de modo a suportarem grandes cargas sem a necessidade de outros equipamentos estruturais. No entanto, são muito leves, facilitando o seu transporte, podendo ser realizado até mesmo por terra, através de carretos e caminhões (BOZEDA; FIALHO, 2015).

Para serem utilizados na construção civil, os containeres são restaurados, modificados e equipados com o necessário, faltando pouco para seu acabamento. Logo, as unidades são transportadas e montadas no local com a ajuda de um guindaste e ligadas umas as outras através de um sistema rápido de engate e finalmente pintadas para protegê-las das ferrugens (METALICA, 2015).

Para construir casas superiores ao tamanho do container, os mesmos são agrupados, como mostra a Figura 02, podendo ficar lado a lado, um em cima do outro ou podem ficar separados e ter uma área de integração descoberta entre os dois, como um jardim (EXAME, 2015).

Figura 02 – Construção de container



Fonte: Habitissimo (2017).

Os containers necessitam também de revestimentos que proporcionem isolamento térmico e acústico. Alguns dos materiais usados para esse fim são: lã de rocha, lã de pet, XPS, drywall e OSB. Os pisos podem ser os mesmos usados em

construções de alvenaria, como pisos vinílicos, cerâmicos ou laminados (EXAME, 2015).

Patologias em Obras com Métodos Construtivos Convencionais

Na construção civil dá-se o nome de patologia aos estudos dos danos ocorridos em edificações. Essas patologias podem se manifestar de diversas formas, tais como: trincas, fissuras, rachaduras, entre outras. (LORTTEMANN, 2013)

Os atributos construtivos atuais favorecem o surgimento de patologias nas edificações. Sempre se está à procura de construções que sejam feitas com o máximo de economia, fazendo com que se reduza a qualidade da segurança, em função do conhecimento mais aprofundado dos materiais e métodos construtivos. Segundo Blog do Pet Civil (2014), as patologias não ocorrem somente ao desgaste das edificações em função do tempo. Em alguns casos, falhas na execução ou outros motivos podem causar danos antecipados, que prejudicam o desempenho esperado do edifício e de seus elementos (subsistemas, elementos e componentes). Dessa forma, uma patologia pode ocorrer seja na estrutura, na vedação ou nos componentes de abastecimento (PET CIVIL, 2014).

Para evitar problemas futuros nas edificações, muitas devem ser medidas podem ser tomadas desde que se uma visão completa e profunda de todo o processo construtivo que será utilizado. As gestões da produção de mão-de-obra devem ser observadas também de uma forma global, gerenciada por meio de procedimentos padronizados, racionalizados, eficientes e eficazes (SILVA, 2006, p.28).

Normativas para *Container*

Por ser um sistema construtivo novo e pouco utilizado no Brasil, não se sabe se haverá alguma restrição relacionada aos seguros residenciais, mesmo tendo documentações e permissões municipais como qualquer outra edificação (OCCHI, 2016).

Sendo assim, no que se diz respeito a normativas para patologias em obras de *container*, não foi estabelecida nenhuma norma específica. As normativas para *container* encontradas segundo Câmara Brasileira de Container (s.d.) são:

- NBR ISO nº 668: Containeres Séries 1 – Classificação, Dimensão e Capacidade.

- NBR ISO nº 5945: Dispositivos de Canto – Especificações.
- NBR ISO nº 5973: Tipos de Containeres - Classificação.
- NBR ISO nº 5978: Padronização.
- NBR ISO nº 5979: Terminologia.
- NBR ISO nº 6346: Códigos, Identificação e Marcação.

Procedimentos Metodológicos

A natureza da pesquisa utilizada foi aplicada, devido à mesma ser utilizada para amenizar os problemas relacionados aos erros de execução em construções de container. Segundo Appolinário (2004, p. 152) pesquisas aplicadas têm o objetivo de “resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas.”.

Quanto à abordagem da pesquisa a mesma é classificada como qualitativa, pois segundo Deslauriers (1991, p. 58) os pesquisadores que empregam os métodos qualitativos visam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que corresponde ser feito. Desse modo, a pesquisa será qualitativa por visar explicar porque os erros de execução surgem nas construções de container.

Conforme Triviños (1987) a pesquisa descritiva procura relatar os fatos e fenômenos de determinada realidade. Por essa razão a pesquisa desenvolvida pode ser classificada como tal, pois visa relatar os fatores que influenciam ou até mesmo causam as possíveis não conformidades nas construções de container.

Os containers marítimos em desuso são uma nova aposta quando se fala em obra limpa, sem desperdícios, métodos recicláveis, e menor tempo de construção. Os mesmos foram a ênfase na pesquisa abordada, tendo em vista analisar algumas obras da Região Sul de Santa Catarina com o material citado.

A primeira obra vistoriada está localizada em Nova Veneza (obra 01), a mesma possui mais de quatro anos de construção, sendo uma moradia familiar. A segunda e a terceira obra vistoriada estão localizadas em Criciúma (obra 02 e 03), logo a obra 02 trata-se de um estabelecimento comercial do ramo alimentício com cerca de mais de um ano de obra. E a obra 03 também do ramo comercial, sendo que esta se trata de um escritório, possui mais de três anos de obra. A quarta obra vistoriada está localizada na cidade de Bom Jardim Da Serra (obra 04). A mesma possui cerca de um ano de obra e trata-se de uma rede de hospedagem na serra catarinense.

A justificativa para as escolhas das obras citadas resulta pelo fato do método construtivo citado ser novo na região, escolhendo as obras mais antigas, para que nas mesmas viesse ser de fácil acesso constatar erros executivos.

Foi realizada uma análise em algumas obras de container situadas na região Sul de Santa Catarina, observando as possíveis não conformidades nas obras de container. É importante ressaltar, que as não conformidades avaliadas serão referentes apenas ao processo de execução da obra em container e não da sua utilização final. Sendo assim, foi realizado um levantamento dos erros de execução encontrados em cada obra, explicando o surgimento dos mesmos, e as possíveis melhorias para os erros encontrados.

Logo, será realizada uma pesquisa das manifestações patológicas encontradas em construção de alvenaria convencional, as mais comuns, fazendo um levantamento das causas das mesmas. Após, será feito um comparativo das patologias em construções convencionais com obras de container, a fim de averiguar possíveis semelhanças nas patologias de obras convencionais com obras de container.

Resultados e Discussão

Analisando as obras citadas foi possível perceber diversos tipos de erros de execução, que são descritos a seguir.

Erro na pintura

Este erro foi encontrado somente na obra 01. O motivo do surgimento de problemas relativo a pintura foi o tratamento inadequado do container para receber a primeira camada de tinta, pois o mesmo deve ser jateado com um abrasivo com o intuito de retirar a tinta original ou qualquer substância que venha ocasionar problemas na tinta que o mesmo receberá.

Outro motivo para o surgimento do problema na pintura foi à tinta inadequada para a estrutura. O aço, material do container, é um material muito expansivo, e a tinta utilizada foi de esmalte, quando a mesma secou, ela não expandia juntamente com o material do container, ocasionando fissuras na camada de tinta. Para que isso não ocorra, deve-se fazer a limpeza adequada no container, citada previamente, e utilizar tinta emborrachada, pois sua película elástica permite acompanhar a dilatação

e retração conforme a variação da temperatura do aço, evitando assim, falhas na pintura da estrutura.

Erros nas Aberturas

Este erro foi encontrado na obra 01 e 02. O motivo que ocasionou o problema na obra 01 foi a escolha do tipo do marco. O marco não galvanizado, como mostra a Figura 03 foi fixado no container com soldas. Devido à exposição às intempéries, percebeu-se o processo de oxidação no marco e nas soldas. Logo, o mesmo foi substituído por um marco galvanizado sendo fixado com parafusos e com placas do mesmo material em formato de “L” como mostra a Figura 04. Na parte superior da obra também foram trocadas as aberturas, as mesmas receberam marco de alumínio para acabar com os problemas, como mostra a Figura 05.

Já na obra 02 o problema ocorrido foi a oxidação da solda, que foi utilizada para fazer a fixação das aberturas na estrutura do container.

A solução para o caso na obra 01 seria a instalação de perfis de alumínio, pois, sua vida útil é maior e a própria estrutura da janela ou porta já encaixa na estrutura do container perfeitamente, tendo apenas que pré-preparar a estrutura do container, ou seja, logo após o corte da estrutura onde será instalada a abertura, passar um produto para promover aderência sobre as superfícies de aço, onde a mesma ajudará a não oxidar a parte recortada do container. Nos perfis de alumínio não é necessário solda para a fixação da mesma na estrutura do container. A mesma é fixada apenas com lâminas em formato de “L”, parafusando as mesmas na estrutura do container. E para evitar infiltrações pelas aberturas, aplica-se um preenchimento silicone do tipo PU como mostra a Figura 06, muito utilizada em vedação de navios. Aplica-se a mesma com uma pistola por dentro e for fora das aberturas para que haja maior segurança na vedação.

Para resolver o problema na obra 02, recomenda-se a troca da técnica de fixação adotada pela técnica citada acima, pois na obra 02 as armações já são de alumínio.

Figura 03 – Abertura não galvanizada



Fonte: Autores (2017).

Figura 04 – Perfil galvanizado instalado



Fonte: Autores (2017).

Figura 05 – Perfil alumínio parte superior



Fonte: Autores (2017).

Figura 06 – Vedação com massa de silicone tipo PU



Fonte: Autores (2017).

Erros nas Vigas Laterais do Container

Este erro foi encontrado na obra 01. As vigas laterais não receberam isolamento térmico e acústico, ocasionando o contato com a água. A viga fica exposta ao tempo sem nenhuma proteção, e a água em seu estado gasoso dentro do container em contato com a viga metálica extremamente gelada, gera uma reação química chamada condensação, que seria a passagem da água do estado gasoso para o líquido, provocando infiltrações no gesso como mostra a Figura 07, e também a oxidação da parte externa da estrutura como mostra a Figura 08. Vale ressaltar que essa não conformidade se sucedeu no inverno por ser a estação mais fria e úmida, vindo esfriar a estrutura do container.

Para que isso não ocorra, devem-se vedar todas as partes do container com manta térmica. Pois assim ele estará livre do contato direto com o tempo, protegendo o mesmo de futuros problemas.

Figura 07 – Gesso danificado



Fonte: Autores (2017).

Figura 08 – Parte externa oxidada



Fonte: Autores (2017).

Comparativo de Manifestações Patológicas Entre Sistemas Construtivos Convencionais e Construção de Container

Pelo fato de não possuírem metodologias e normas referindo-se de manifestações patológicas em obras de container, segundo referências bibliográficas é possível analisar e comparar as patologias que ocorrem em alvenaria convencional e que podem ou não ocorrer em obras de container.

Fissuras e Trincas

A patologia do tipo fissura abrange uma abertura superficial na parede. Pode atingir somente a camada de tinta, a massa corrida ou as cerâmicas do tipo azulejos. É estreita e prolongada e não gera grande preocupação. Sua espessura chega ao máximo 1 milímetro (ORÇA FASCIO, 2017).

O problema mais comum que envolve fissuras é com a tinta utilizada para pintar as paredes ou com a massa corrida. Embora a mesma não seja preocupante, exige-se que o proprietário do imóvel preste atenção na evolução da fissura, pois se continuar a se expandir ela pode evoluir para uma fenda ou rachadura (ORÇA FASCIO, 2017).

A trinca é vista como mais preocupante do que a fissura. Sua gravidade está próxima a de uma rachadura. Refere-se de uma abertura profunda e acentuada que não atinge apenas a tinta das paredes, a massa corrida ou os azulejos. Em geral há

separação em duas partes e sua espessura é de 1 a 3 milímetros. É mais perigosa que a fissura por poder afetar as estruturas da construção (ORÇA FASCIO, 2017).

Em obras de container as fissuras ocorrem apenas na pintura, por se tratar de uma obra limpa, e não possuírem a necessidade de argamassa e concreto, as fissuras surgem somente na pintura da estrutura.

O surgimento de patologias na pintura no container pode ocorrer devido à falta de cuidados na preparação do container para receber a tinta adequada para a estrutura.

Segundo Consoli, (2006) as pinturas são fundamentos construtivos que mais acontece patologia em face de que, além de seus próprios problemas, outras falhas na argamassa, na alvenaria ou na estrutura afetam sua película prejudicando o aspecto estético.

Corrosão na Armadura

Pode-se determinar corrosão como a ação destrutiva de um material com o ambiente, seja por reação química, ou eletroquímica. Os principais processos de corrosão que podem sofrer as armaduras de aço para concreto armado são a oxidação e a corrosão (ECIVIL, 2016). Por oxidação sabe-se que é o ataque provocado por uma reação gás-metal, com formação de uma película de óxido. Este tipo de corrosão é muito lento à temperatura ambiente e não provoca deterioração substancial das superfícies metálicas (ECIVIL, 2016).

Já no container esta patologia não ocorre devida o mesmo não necessitar desse tipo de estrutura. Já se não forem tomadas as devidas precauções com as estruturas dos containers, o problema de oxidação no container pode ocorrer em sua estrutura devido ao fato de ser totalmente constituído de aço.

Mofos ou Fungos

Os mofos e fungos aparecem devido à umidade, temperatura e o pH da superfície e do ambiente. Bolor ou mofo é uma colônia de fungos que se desenvolvem em ambientes úmidos e escuros. Há bolor que não exibem ameaça à saúde humana, mas existem aqueles que são prejudiciais. Relacionados a problemas de umidade na construção civil, em geral o mofo ou bolor é identificado em paredes internas de ambientes que possuem baixa ventilação, podendo ocorrer em paredes

externas, paredes com falta de existência de sol, sendo mais úmidas que as demais (FORUM DA CONSTRUÇÃO, 2016).

Na construção civil, os erros mais comuns são consecutivos da penetração de água e devido à formação de manchas de umidade. Esses erros criam problemas graves e de soluções difíceis, tais como: prejuízos na edificação, desconforto dos usuários, danos em equipamentos nos interiores das edificações e prejuízos financeiros.

Os problemas de umidade podem surgir em diversos elementos das edificações – paredes, pisos, fachadas, elementos de concreto armado, etc. em geral, eles não estão associados a uma única causa (SOUZA, 2008). No container pode ocorrer também, devido a algum tipo de infiltração ou vazamento.

Segundo o proprietário de uma das obras vistoriadas, deve-se ter o maior cuidado na instalação da rede hidráulica, devido ao fato de os materiais de uma construção comum não se adequarem na obra de container. O responsável pela obra possuía conhecimento do manuseio do material do container, fez-se as devidas adaptações para não se ter problemas futuros e até o presente momento não houve indícios de problemas relacionados com o mesmo.

Já no que se diz respeito à infiltração, deve-se ter cuidado na obra de container, observando sempre as vedações de todas as partes do container, a fim de evitar futuros problemas como os materiais utilizados para se fazer o isolamento térmico e acústico do mesmo.

Eflorescência

Eflorescências são formações de sais que surgem sob o aspecto de manchas de cor branca e que foram conduzidas pela umidade. Bastante comum em paredes de tijolos. Quando localizadas entre o reboco e a parede, as eflorescências concentram um plano capilar, por onde sobe a umidade, que aumenta a força de repulsão ao reboco. É normal que as pinturas não eliminem essas manchas, que voltam a aparecer (SANTOS, 2014).

Nas obras de container isso não ocorre, pois na mesma não se faz o uso de argamassas, devido sua estrutura já ser praticamente acabada.

Considerações Finais

A reutilização de container se torna muito interessante devido o mesmo ser um material nobre, com uma aplicação útil e sustentável para o ramo da construção civil. Ressaltando a economia gerada nos recursos naturais utilizados quando comparada com obras de sistemas construtivos convencionais.

Por se tratar de um método construtivo com crescente desenvolvimento no Brasil, e por se tratar de um material relativamente não convencional para construções em geral, ocorrem várias questões relativas à maneira de lidar com o container, surgindo erros na hora da execução das obras conforme citadas neste trabalho.

Por fim, verificou-se que mesmo com a falta de informações técnicas e metodológicas os erros encontrados foram pequenas falhas, que com alguns ajustes na hora da execução os mesmo podem ser minimizados, ou até mesmo eliminados.

Referências

APPOLINÁRIO, Fábio. **Dicionário de metodologia científica**: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2004.

BOWIE BUDDIES. **Construção civil**: tipos e modelos de construção. Disponível em: < <http://bowiebuddies.blogspot.com.br/2015/05/construcao-civil-tipos-e-modelos-de.html>> Acesso em: 10 set. 2017.

BOZEDA, Flávia Galimberte, FIALHO, Valeria Cassia dos Santos. **Casa container**. Disponível em: < http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2016/11/14.154_IC.pdf> Acesso em: 10 set. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DE CONTÊINERES, TRANSPORTE FERROVIÁRIO E MULTIMODAL. **Normas de Contêineres ABNT**. Disponível em: <http://www.cbccontainer.org/cbc/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid> Acesso: 22 ago. 2017.

CARBONARI, Luana Toralles. **Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil**. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8641165> Acesso: 22 ago. 2017.

CONSOLI, Osmar João. **Análise da durabilidade dos componentes das fachadas dos edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico**. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/88380/239904.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso: 22 ago. 2017.

DESLAURIERS, Jean Pierre. **Pesquisa Qualitativa**: guia prático. Québec (Ca): McGrawHill, Éditeurs, 1991.

ECIVIL DESCOMPLICANDO A ENGENHARIA. **Corrosão de armaduras.** Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/artigos/corrosao_de_armaduras.htm>. Acesso: 20 set. 2017.

EDWARDS, B. **O guia básico para a sustentabilidade.** 2 ed. RIBA Enterprises, Londres, 2005.

EXAME. **Containers viram casa com apelo moderno e preços atraentes.** Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/seu-dinheiro/containers-viram-casas-com-apelo-moderno-e-precos-atraentes/#5>>. Acesso em: 22 set. 2017.

FÓRUM DA CONSTRUÇÃO. **Principais problemas causados pela umidade na alvenaria.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=36&Cod=1802>>. Acesso: 22 ago. 2017.

_____. **Diferenças entre alvenaria estrutural e convencional.** Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1642>>. Acesso: 22 ago. 2017.

GRUPO IRS. **Containers.** Disponível em: <<https://www.grupoirs.com.br/containers/>>. Acesso em: 22 set. 2017.

HABITÍSSIMO. Casa de alvenaria vs casa container: qual você prefere? [S.l.:s.n.], 2017. Disponível em: <http://projetos.habitissimo.com.br/projeto/casa-de-alvenaria-vs-casa-container-qual-voce-prefere.htm>. Acesso em 22 set. 2017.

HOMETEKA. **Entenda a diferença entre construção convencional e alvenaria estrutural.** Disponível em: <<https://www.hometeka.com.br/aprenda/entenda-a-diferenca-entre-construcao-convencional-e-alvenaria-estrutural/>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

MARTINS, João Guerra. **Alvenaria: Condições Técnicas de execução.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAa9EAL/alvenaria-condicoes-tecnicas-execucao>> Acesso em: 10 set. 2017.

MENEGUSSO, Fernanda Jaqueline, PEZZARINI, Kevin Martins. **Uso de container na construção civil.** Disponível em: <<https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/5595317920d4c.pdf>>

METALICA. **Container City: um novo conceito em arquitetura sustentável.** Disponível em: <<http://wwwo.metlica.com.br/container-city-um-novo-conceito-em-arquitetura-sustentavel>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

ORÇA FASCIO. **Qual a diferença entre trinca e fissura.** Disponível em: <<http://blog.orcafascio.com/qual-diferenca-entre-trinca-e-fissura/>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

PET CIVIL. **Patologias em edificações**. Disponível em: <<https://blogdopetcivil.com/2014/04/11/patologias-em-edificacoes/>>. Acesso: 22 ago. 2017.

PILOTTO, Gisah Abramovici, VALLE, Thompson Ricardo. **Comparativo de custos de sistemas construtivos, alvenaria estrutural e estrutura em concreto armado no caso do empreendimento Piazza Maggiore**. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/2/2a/Tfc_2011_Thompson_Gisah.pdf> Acesso em: 02 out. 2017.

PORTAL VGV. **Construção Civil é responsável pelo consumo de 75% dos recursos naturais do planeta**. Disponível em: <http://www.portalvgv.com.br/site/tag/responsabilidade-ambiental/page/3/>. Acesso em: 05 jul. 2017.

SILVA, Fabrício Nunes Da. **Caracterização das manifestações patológicas presentes em fachadas de edificações multipavimentados da cidade de Ijuí/RS**. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Fabr%C3%ADcio-Nunes-da-Silva.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

SOUZA, Marcos Ferreira De. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

Dados para contato:

Autor: João Paulo Mendes

E-mail: eng.joaopaulomendes@gmail.com

Endereço completo: Rua Padre João Leonir Dall`Alba, 601. Bairro Murialdo. Orleans. SC.