

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

BRUNO HENRIQUE RODRIGUES COSTA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE COBERTURA
INFLÁVEL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

BRUNO HENRIQUE RODRIGUES COSTA

**ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE COBERTURA
INFLÁVEL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso superior de Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Guelbert

CAMPO MOURÃO

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Construção Civil
Coordenação de Engenharia Civil



TERMO DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso Nº 60

ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA IMPLANTAÇÃO DE COBERTURA INFLÁVEL NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

por

Bruno Henrique Rodrigues Costa

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10h20min do dia 08 de agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Esp. Sérgio Oberhauser Q. Braga
(UTFPR)

Prof. Me. Jorge Cândido
(UTFPR)

Prof. Dr. Marcelo Guelbert
(UTFPR)
Orientador

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

Prof. Dr. Marcelo Guelbert

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer” - Mahatma Gandhi.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por ser o alicerce que me sustenta diante das dificuldades do dia-a-dia, meu guia na hora de escolher os meus caminhos e é meu grande orientador nas tomadas de decisões mais importantes de minha vida.

À minha mãe Ivone, por ser meu maior exemplo e minha melhor amiga. Pessoa dedicada à família e exímia profissional, passos que seguirei como espelho para o resto da vida. Agradeço pelas palavras nos momentos de fraqueza, pelo amor incondicional que sempre me mostrou, pela confiança que depositou em mim e por todas as coisas que passamos juntos e aquelas que ainda vamos passar.

Ao meu pai Teixeira, por ser exemplo de caráter e de profissionalismo, pelo amor, companheirismo e todo apoio necessário para a minha formação como homem. Sempre demonstrando presteza e comprometimento com seus deveres, se tornando uma grande fonte de inspiração para mim.

Ao meu irmão Caio, que amo incondicionalmente, meu grande parceiro ao longo dos anos, que sempre enfrentou todas as dificuldades ao meu lado e torceu por minhas conquistas.

Aos meus irmãos Júlio e Rodrigo, pelo amor e companheirismo, que mesmo distantes sempre foram grande inspiração para mim, exemplo de homens que espero um dia poder igualar.

A minha namorada Fernanda, por estar ao meu lado apoiando em todas as decisões, pelo amor, pelas conversas diárias que são tão reconfortantes, por me ajudar a melhorar como pessoa sendo uma grande parceira e amiga.

Ao Seu Luis e Dona Mara, por me acolherem em sua família me aceitando como um verdadeiro filho, pelos almoços, conselhos, ajudas e tantas outras coisas das quais eu não consigo nem expressar o quanto sou grato.

Aos meus amigos Murilo, Cebola e Fransão, por demonstrarem que o verdadeiro laço de amizade persiste ao decorrer dos anos, mesmo com a distância e todas as dificuldades que enfrentamos.

Ao meu companheiro de morada Stefam, que muito mais do que um amigo se tornou um irmão e foi essencial para os anos longe de minha família, criando laços para a vida toda.

Aos amigos do UDX, pelas rodas de terere e churrascos que sempre revigoram minhas energias e dão alegria para enfrentar os desafios do dia-a-dia.

Aos amigos da Equipe GB, por todos os eventos e as resenhas que só esses “mundiça” têm.

Aos amigos de graduação, pelas caronas que sempre serão lembradas e por conviverem ao meu lado, enfrentando as mesmas provas e trabalhos que tanto nos tiraram o sono. Principalmente aos meus amigos de sala Oswaldão, Rycachitolfen, Renan e Ospiabom que estão comigo desde o começo da faculdade.

Ao meu orientador, Professor Marcelo Guelbert, pela amizade, instrução, profissionalismo, ajuda e paciência necessárias para a conclusão deste trabalho.

À todos os que não foram citados mas que de maneira direta ou indireta me apoiaram na graduação e até mesmo antes dela.

RESUMO

COSTA, B. H. R. **Análise de viabilidade para implantação de cobertura inflável na indústria da construção civil.** 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

Este trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade em se aplicar um sistema de cobertura inflável durante o processo construtivo de uma obra localizada em Guarapuava-PR, comparando este custo com os gastos gerados por paralisações recorrentes a chuvas. Desta forma, foram analisados quantos dias de chuvas significativas ocorrem anualmente no município em estudo a ponto de se paralisar a obra, comparando o gasto gerado pela mão de obra ociosa com o preço de implantação da cobertura inflável orçada. Ocorrem cerca de 20 dias de chuvas significativas ao ano pelo critério adotado para classificação. O custo da cobertura inflável com área de 2100 m² é de R\$ 60.900,00/mês. A construção de uma unidade das 400 casas que compõe o empreendimento gera um investimento de R\$ 6.431,69 ao empregador para o pagamento de seus funcionários. A empresa tem um gasto de R\$ 302.384,00 com a paralisação e reposição dos serviços no empreendimento. Há uma diferença de R\$ 428.416,00 entre se utilizar a cobertura inflável e paralisar a obra nos dias de chuva, inviabilizando a utilização do cobrimento nesta obra.

Palavras-chave: Cobertura inflável. Chuvas significativas. Custo.

ABSTRACT

COSTA, B. H. R. **Viability analysis for deployment of inflatable coverage in the construction industry**. 2014. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

This study had the objective to analyze the viability to apply a system of inflatable coverage during the construction process of a work located in Guarapuava-PR, comparing this cost with the expenses generated by outages to rain days. Thus, was analyzed how many days of significant rainfall that occur annually in the city to point of paralyzing the work, comparing the spending generated by the hand of idle work with the price of implantation the inflatable coverage which was budgeted. Occur about 20 days significant rainfall for criterion used for classification. The cost of the inflatable coverage area of 2,100 m² is R\$ 60,900.00 / month. The construction of a unit of 400 homes that make up the enterprise generates an investment of R\$ 6,431.69 for the employer to pay its employees. The company has an expense of R\$ 302,384.00 with the paralysation and replacement services in the enterprise. There is a difference between R\$ 428,416.00 using the inflatable coverage and paralyze the work on rainy days, making unfeasible the use of coverages in this work.

Keywords: Inflatable coverage. Significant rainfall, Expense.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PAVILHÃO INFLÁVEL (250 M ²), FORMADO POR UM CONJUNTO DE TUBOS DE BAIXA PRESSÃO.....	16
FIGURA 2 – EXEMPLOS DE MEMBRANAS INFLÁVEIS TUBULARES DE ALTA PRESSÃO.....	17
FIGURA 3 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS COBERTURAS INFLÁVEIS ..	21
FIGURA 4 – LOCAÇÃO DAS CASAS E DOS QUARTEIRÕES	23
FIGURA 5 – DIMENSÕES DO GALPÃO INFLÁVEL.....	25
FIGURA 6 – LOCAÇÃO DAS CASAS DENTRO DA COBERTURA INFLÁVEL	25
FIGURA 7 – MODELO DE GALPÃO INFLÁVEL PADRÃO UTILIZADO.....	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO DA INTENSIDADE DE CHUVA	24
TABELA 2 – CUSTO POR HORA DE SERVIÇO DO PROFISSIONAL	27
TABELA 3 – FUNCIONÁRIOS E DIAS DE SERVIÇO POR ETAPA.....	29
TABELA 4 – ANÁLISE DE CHUVAS SIGNIFICATIVAS.....	30
TABELA 5 – CUSTO DAS EQUIPES POR ETAPA E DIAS DE SERVIÇO.....	33
TABELA 6 – CUSTO COM A PARALISAÇÃO DA OBRA.....	35
TABELA 7 – COMPARAÇÃO ENTRE PARALISAÇÃO DA OBRA E COBERTURA INFLÁVEL.....	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 CONCEITOS GERAIS.....	13
3.2 CARACTERÍSTICAS	14
3.3 PROPRIEDADES	18
3.4 CONCEITO DOS INFLÁVEIS NO MERCADO	20
4 DESENVOLVIMENTO	22
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	22
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	22
4.3 ANÁLISE DAS CHUVAS SIGNIFICATIVAS.....	23
4.4 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA COBERTURA INFLÁVEL	24
4.5 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA MÃO DE OBRA	26
4.5.1 Carga horária de serviço	26
4.5.2 Remuneração de hora normal diurna.....	27
4.6 PADRÃO CONSTRUTIVO E TEMPO DE EXECUÇÃO DAS CASAS.....	28
4.6.1 Padrão construtivo	28
4.6.2 Tempo de execução	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 ANÁLISE DAS CHUVAS SIGNIFICATIVAS.....	30
5.2 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA COBERTURA INFLÁVEL	31
5.3 TEMPO DE EXECUÇÃO DO EMPREENDIMENTO	31
5.4 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA MÃO DE OBRA	32
5.5 CUSTO COM MÃO DE OBRA PARALISADA.....	34
5.6 COBRIMENTO INFLÁVEL E PARALIZAÇÃO DA OBRA.....	35
6 CONCLUSÃO	37
6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	37
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Muito se fala sobre a interferência das chuvas na construção civil, pois ela geralmente paralisa o serviço gerando atrasos de cronograma, prejuízos, podendo até estragar materiais armazenados. A necessidade em se combater as intempéries desenvolveu soluções alternativas, dentre estas, as coberturas infláveis que se destacam com sua crescente inserção no mercado.

Como proposta de estudo, as coberturas infláveis serão analisadas, suas propriedades físicas e nichos de utilização, a fim de se descobrir a viabilidade de seu uso com relação ao custo. De modo que se torne possível avaliar se realmente uma obra coberta gera economia ao proprietário.

A construção civil brasileira encontrou uma solução criativa para enfrentar fenômenos climáticos, principalmente o chamado “período das chuvas” em algumas regiões do país. Adaptando uma ideia já testada na agricultura, as empreiteiras têm conseguido dar continuidade às obras, faça chuva, faça sol, usando galpões infláveis. Normalmente utilizados para a estocagem de grãos, esses equipamentos ganharam dimensões maiores e passaram a abrigar desde construções habitacionais para o programa Minha Casa, Minha Vida, até trechos de rodovias, gasodutos e ampliações em refinarias de petróleo (SANTOS, 2012).

Estudar a necessidade de uma construtora do município de Guarapuava-PR com relação ao cobrimento de suas obras no período de execução de seu empreendimento.

O objetivo deste trabalho é mostrar se as coberturas infláveis como forma de combater as intempéries climáticas, geram economia no desenvolvimento da obra com relação ao cronograma e principalmente a mão de obra.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um estudo comparativo de viabilidade de implantação de uma cobertura inflável durante o processo construtivo, ou paralisar a obra localizada em Guarapuava-PR nos períodos chuvosos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como forma de analisar a relação custo/benefício da implantação de uma cobertura inflável na obra, será necessário:

- Analisar quantos dias de chuvas significativas ocorrem anualmente no município de Guarapuava a ponto de se paralisar a obra.
- Comparar os custos de implantação da cobertura inflável com o gasto gerado pela mão de obra paralisada em dias chuvosos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os fenômenos climáticos afetam diretamente a produtividade na construção civil, os períodos de chuva que em sua maioria provocam paralizações nas obras se destacam como principal causador de transtornos e atrasos nos cronogramas. Deste modo as coberturas infláveis, muito utilizadas para a armazenagem de grãos, vêm sendo adaptadas para abrigar construções como forma de não se interromper o serviço.

Utilizando os dados pluviométricos obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA, constatou-se que nos últimos 30 anos em Guarapuava chovem em média 123 dias no ano (ANA 2014). Fator este que aliado com o forte vento da cidade prejudica o desenvolvimento de obras, pois estas intempéries geram dias ociosos de trabalho levando a gastos desnecessários, uma vez que paga-se pela mão de obra que não trabalha nos dias de chuva.

Como forma de se combater o dia inativo dos trabalhadores surge à ideia de se cobrir a área de execução dos projetos, uma vez que sem a interferência de intempéries não há a necessidade de se interromper o processo de construção. Desde modo o trabalhador não fica parado nem um dia sequer, contribuindo para a entrega mais rápida do empreendimento.

Este projeto de pesquisa deve constatar a viabilidade da utilização de uma cobertura pneumática com membrana de PVC com relação aos custos de sua locação. Mostrando assim se haverá uma economia quando se comparar este custo com o gasto em mão-de-obra ociosa nos períodos de chuva.

3.1 CONCEITOS GERAIS

Segundo Huntington (2003) a partir da década de 60, tecidos de poliéster com revestimento de PVC ou laminados passaram a ser amplamente utilizados. Este material sintético provou ser consideravelmente mais forte que o algodão ou outras

fibras naturais, por não estar sujeito ao apodrecimento e possuir uma boa resistência à radiação ultravioleta, o que leva sua durabilidade para em torno de 10 a 15 anos.

Seaman e Bradenburg (2000) apontam que uma das aplicações mais dinâmicas nos últimos 30 anos tem sido tecidos de alto desempenho para estruturas arquitetônicas. Dois tipos básicos de sistemas de construção evoluíram utilizando tecidos de alta atuação na estrutura arquitetônica, pelo ar suportado e a estrutura da membrana de tensão. Estas estruturas também competem com os sistemas de construção convencionais, que têm uma vida longa, útil comprovada.

O aluguel de armazéns infláveis é uma solução rápida e eficiente para empresas que precisam de armazenagem por tempo determinado. Voltados principalmente para a armazenagem industrial, os galpões infláveis podem ser permanentes ou transitórios. Sua montagem é rápida e podem ser desmontados ou realocados em seguida, de acordo com a conveniência. São fixados ao solo por meio de estacas metálicas ou chumbadores e o acesso a elas são feitos por eclusas. As portas são projetadas para cada estrutura e podem ser dimensionadas para permitir a passagem de empilhadeiras, caminhões ou carretas (TEIXEIRA *et. al.*, 2009).

Oñate e Kröplin (2005) afirmam que estruturas infláveis têm características únicas. Por causa da sua capacidade de dobragem e estabilização pneumática do ar que não pode ser comparada com quaisquer conceitos estruturais clássicos. Elas podem ser utilizadas para cobrir grandes espaços ou para apoiar outros elementos, em telhados permanentes ou abrigos com um elevado grau de transparência, em edifícios móveis como alojamento temporário em missões logísticas civis como desastres e situações de resgate, na construção de túneis e barragens, aplicações aeroespaciais, bem como nas estruturas de dirigíveis extremamente leves entre outras utilizações.

3.2 CARACTERÍSTICAS

As coberturas pneumáticas são aquelas que se fazem suportadas ou enrijecidas por pressão de gases. Seu desenvolvimento teve início a partir de 1910

com o trabalho do engenheiro inglês Frederik W. Lanchester, não tendo este conseguido levar à prática nenhum projeto do gênero. Suas ideias foram concretizadas, a partir de 1948, pelo engenheiro americano Walter Bird, com a realização de várias obras pneumáticas por sua empresa, Birdair, para o exército dos EUA (JOTA e PORTO, 2004).

Embasado em seus estudos Schierle (1990-2006) propõem que estruturas pneumáticas são membranas flexíveis, que derivam sua estabilidade da pressão do ar. Elas geralmente possuem “*synclastic curvature*” (a curva está em um determinado ponto do mesmo sinal em duas direções perpendiculares, de modo que este não é um ponto de sela) como cúpulas, mas “*anticlastic curvatures*” (possuem curvas em sinais opostos em duas direções perpendiculares em um determinado ponto; em forma de sela) são possíveis também. Dois tipos genéricos de estruturas pneumáticas podem ser desenvolvidas: as estruturas infladas de baixa pressão e as estruturas infladas de alta pressão. A pressão de ar nas estruturas de alta pressão é de cem a mil vezes maior do que em estruturas apoiadas de ar de baixa pressão.

Segundo Oñate e Kröplin (2005) alguns esforços têm sido feitos nos últimos anos para desenvolver estruturas infladas formadas através da montagem dos tubos de alta pressão. As desvantagens destas estruturas são a criação das articulações e sua grande vulnerabilidade a perdas de ar. Em geral, as estruturas infladas de alta pressão são de difícil manutenção e tem um custo elevado.

Estruturas infláveis com baixa pressão na membrana, são formadas por um conjunto de elementos auto suportáveis. São ideais para cobrir grandes espaços se adaptando facilmente a qualquer formato e com fácil manutenção, a perda de ar através dos poros do material e as costuras permite manter a baixa pressão interna constante. Podemos observar na figura 1 um exemplo de cobertura inflável formado por um conjunto de tubos de baixa pressão.



Figura 1 – Pavilhão inflável (250 m²), formado por um conjunto de tubos de baixa pressão.

Fonte: Oñate e Kröplin (2005, p. 246).

As estruturas de ar suportadas têm tipicamente uma única camada de tecido que encerram um espaço, em forma de cúpulas ou formas semelhantes. O tecido é suportado pela pressão do ar em seu interior. No entanto, considerando o conforto humano, a pressão do ar pode ser apenas ligeiramente maior do que a pressão atmosférica no exterior. A baixa pressão de ar faz com que as estruturas de ar apoiadas sejam mais vulneráveis para se agitar sob carga de vento. Uma vez que o espaço utilizável está sob pressão de ar, deve-se ter aberturas de bolsas de ar, geralmente em forma de portas giratórias para minimizar a perda de pressão do ar. Estruturas de ar apoiadas exigem fornecimento de ar contínuo, geralmente com estabilidade em seu gerador de energia elétrica para manter a pressão do ar em caso de queda de energia (SCHIERLE, 1990-2006).

Estruturas de ar insuflado estão hermeticamente com os volumes fechados e são infladas sob alta pressão, muito parecido como uma bola de futebol para proporcionar estabilidade. Elas podem ter várias formas tubulares ou formas de almofada, com a pressão de ar elevada entre duas camadas de tecido, que proporcionam espaço utilizável sob pressão atmosférica normal. A pressão do ar varia de 2 a 70 metros de coluna d'água, produzindo de 2,8 a 100 libras por

polegada quadrada de pressão, o suficiente para resistir à gravidade e carga lateral. Sem a pressão do ar não teriam estabilidade. As estruturas de ar infláveis também exigem algum suprimento de ar contínuo para compensar a perda de pressão devido a vazamentos de membrana (SCHIERLE, 1990-2006). Temos na figura 2 um exemplo de estruturas de membranas infláveis tubulares de alta pressão.

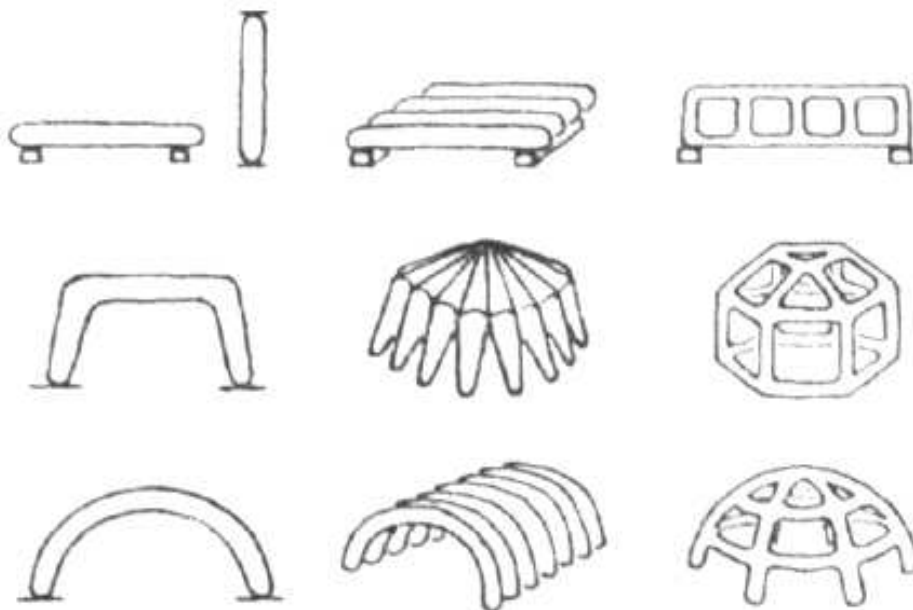


Figura 2 - Exemplos de membranas infláveis tubulares de alta pressão.

Fonte: Herzog (1977).

Oliveira (2001) relata que no âmbito da Engenharia Civil a ideia de se usar o ar para suportar carregamentos desperta ainda hoje questões com relação aos riscos de despressurização e aos efeitos da pressão interna sobre o homem. No caso de despressurização, sabe-se que os riscos são mínimos devido ao pequeno peso próprio da cobertura e ao fato desta ocorrer lentamente, permitindo a desocupação da área coberta. No que se refere ao efeito da pressão interna sobre o homem, mesmo pessoas sensíveis não percebem as tão pequenas variações de pressão das estruturas *air supported*. Com relação a esta pressão interna Herzog (1977, apud OLIVEIRA, 2001, p. 26) comenta:

O sistema de bombeamento de ar deve assegurar uma pressão interna de acordo com as indicações de projeto. O sistema a ser empregado depende

do tipo da estrutura pneumática, do seu porte e da permeabilidade de sua membrana. Cabe ressaltar que um sistema de reserva deve entrar em operação sempre que houver ou interrupção de energia elétrica ou defeito do sistema principal. Diferentes equipamentos podem ser empregados na estabilização de estruturas pneumáticas, os quais são distintos pelo tipo de controle da corrente de ar. No caso dos ventiladores axiais a corrente de ar circula na direção do eixo do equipamento, possibilitando o arranjo de sistemas em série. No caso dos ventiladores radiais a corrente de ar é tomada na direção do eixo do equipamento, porém, é soprada na direção de um ângulo reto da entrada. Altas velocidades são necessárias para produzir a pressão de ar e a direção da corrente de ar não pode ser invertida. No caso de equipamentos tangenciais, o eixo com hastes atua como um impulsor que gira dentro de um cilindro. O ar entra e sai tangencialmente à área deste cilindro.

A evolução das estruturas pneumáticas trouxe consigo uma grande preocupação com ensaios e testes de qualidade, sendo necessário uma teorização mais fundamentada, ensaiada e experimentada desse tipo de estrutura, que se tornou mais resistente as tentativas de vandalização ou esforços de punção, que podem ser combatidos com o conjunto de ventiladores que mantêm a estrutura tensa, permitindo a sua manutenção sem a necessidade de uma desmontagem completa. (ESTRUTURAS PNEUMÁTICAS, 2014).

3.3 PROPRIEDADES

Para Seaman e Bradenburg (2000) antes de arquitetos e engenheiros utilizarem tecidos de poliéster revestido de PVC, como material de construção, é necessário entender a atuação das propriedades destes tecidos arquitetônicos. Algumas destas propriedades são semelhantes às dos materiais de construção convencionais, mas muitas são únicas para o material flexível. Propriedades de alto desempenho em um tecido arquitetônico são alcançadas pela seleção adequada da fibra base, a trama do tecido selecionado, os compostos de revestimento formulados adequados e os processos de revestimento utilizados para produzir o tecido. O tipo de fio selecionado e o desenho de tecelagem do tecido base geram as seguintes propriedades de desempenho segundo os autores:

- Alta resistência à tração
- Características do estiramento uniaxial e biaxial

- Resistência a rasgar propagação
- Resistência à perfuração
- Estabilidade dimensional do tecido de base em mudanças de temperatura e umidade.
- Resistência ao ataque químico
- Resistência à degradação de luz UV
- Retenção de essas propriedades em anos de exposição ao ar livre.

Seaman e Bradenburg (2000) indicam que a composição adequada do revestimento de vinil e os processos de revestimento adequados irão conferir as seguintes características para o tecido arquitetônico:

- Proteção do tecido de base
- Qualidade de adesão ao tecido de base
- Alta temperatura, o desempenho de peso morto.
- Não-Absorção
- Resistência à abrasão
- Resistência à chama
- Capacidade de Cor
- Não desbotamento das cores
- Flexibilidade no tempo frio
- Flexibilidade de anos de exposição ao ar livre
- Soldabilidade
- Reparabilidade no campo
- Resistência química
- Manutenção dessas propriedades depois de anos de exposição ao ar livre.

Estruturas insufláveis são formadas por membranas flexíveis em sua parte exterior, sendo o seu interior preenchido com ar ou até mesmo gás hélio. Este fluido interior tem o importante papel de manter a membrana exterior sob a força mínima necessária para a sustentação da estrutura. Desta forma a força da membrana se relaciona diretamente com a pressão interna do ar. A forma final do inflável e sua resistência estrutural dependem da força da membrana externa e o design padrão.

Na escolha do tipo de membrana são levadas em consideração características tais como: flexibilidade, resistência, permeabilidade, resistência ao fogo, peso próprio, trabalhabilidade, durabilidade, isolamento térmico e translucidez (HERZOG, 1977). Firth (1993) esclarece que de maneira usual as coberturas pneumáticas são confeccionadas com membrana de tecido poliéster revestido com PVC, sendo empregada nos projetos mais requintados, uma membrana constituída por fibras de vidro revestidas com teflon ou com silicone.

Os métodos de produção usados para emendar as faixas de membrana dependem essencialmente dos materiais que a compõem. As emendas devem apresentar características tais como resistência, flexibilidade e permeabilidade próximas das características da membrana original. As emendas podem ser desmontáveis ou não desmontáveis. As desmontáveis são compostas de fecho, juntas com cavilha e amarração, com cordas ou com cabos. As não desmontáveis são compostas de costura, solda, rebatamento e o grampeamento (HERZOG, 1977).

3.4 CONCEITO DOS INFLÁVEIS NO MERCADO

De alguns anos para cá, vários países e muitos profissionais já tratam as membranas têxteis como sendo o quinto material de construção, vindo logo após os quatro grupos conhecidos: pedras, madeiras, metais e vidro. O trabalho de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias nesse setor tem sido constante; envolve municípios, empresas construtoras, fabricantes de membranas e cabos, além de universidades e profissionais do segmento (ASSIS, 2012).

Jota e Porto (2004) relatam que a década de 70 foi marcada por grandiosas estruturas que cobrem pavilhões, aeroportos e estádios de futebol. Assim, entre as grandes realizações desse período encontram-se coberturas pneumáticas, estruturas tensionadas, e, na última década do século, novas formas de estruturar coberturas com as chamadas estruturas *tensegrity*. Eles citam que:


Nos anos 90 e no começo do século XXI, tem continuidade o desenvolvimento e uso de softwares computacionais, do mesmo modo que com o surgimento de novas membranas de alta resistência e maior durabilidade. É um período marcado pela facilitação do acesso à alta

tecnologia computacional e pela contínua pesquisa por materiais ainda mais resistentes ao tempo (JOTA e PORTO, 2004, p.17).

Assis (2012) destaca que uma das vantagens das membranas de PVC é em caso de incêndio, onde o fogo pode criar buracos, o que possibilita a ventilação e a saída dos gases de combustão, evitando a asfixia das pessoas no interior da estrutura. As membranas devem atender aos padrões de resistência ao fogo de acordo com as normas técnicas existentes no país. Padrões que englobam a segurança das pessoas e do patrimônio e requerem certas características, tais como: material auto extingüível, baixa propagação de chama e não gotejamento de partes incandescentes.

No que diz respeito às características de utilização das coberturas infláveis, podemos ressaltar algumas vantagens e desvantagens da mesma, que se tornam de fácil compreensão ao se observar a Figura 3, que é autoexplicativa:

Vantagens e desvantagens do armazém



I N F L Á V E L

VANTAGENS	DESvantagens
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Dispensa o uso de fundações (obras de engenharia) para instalação ▲ Rapidez na montagem (sem necessidade de equipamentos como muncks, guindastes, etc.) ▲ Não há necessidade de aprovação de projetos ▲ Sem colunas internas ou tirantes, permitindo ocupação de 100% da área coberta ▲ Pode ser instalado sobre qualquer tipo de piso (terra, concreto, cimentado, asfalto, diversos tipos de pedras, etc.) ▲ Os ventiladores inflam o armazém em poucos minutos ▲ Suporta até 120 km/h de vento ▲ Possui eclusa para passagem de empilhadeiras com duas portas corrediças (devem permanecer fechadas) ▲ O sistema de ventilação elétrica proporciona aeração a cada 15 minutos do produto armazenado, evitando proliferação de fungos e bactérias 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Otimização do armazenamento vertical somente no centro ▼ É necessária a instalação de uma antecâmara (eclusa) para entrada e saída, o que dificulta o acesso ▼ Uso contínuo de ventiladores ▼ Rasgos na parede podem comprometer a estrutura ▼ Dificil controle interno de umidade e temperatura ▼ Consumo constante de energia elétrica ▼ Necessidade de motor reserva para o caso do sistema principal não funcionar ▼ Concentração de gases provenientes de caminhões e ou empilhadeiras, quando da operação em seu interior ▼ Podem ocorrer condensações de água na parte interna da cobertura, inviabilizando a armazenagem de produtos perecíveis ▼ Portas devem permanecer fechadas

Figura 3 – Vantagens e Desvantagens das coberturas infláveis.
Fonte: Jornal Logweb (2003)

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área em estudo do presente trabalho situa-se no município de Guarapuava – PR, região esta com altitude média de 1.068 m e clima temperado marítimo, segundo a classificação de Köppen que é o sistema de classificação global dos tipos climáticos mais utilizados em geografia, climatologia e ecologia. Silva *et. al.* (2008) classificam os solos deste município como Latossolo Bruno ácrico húmico e Latossolo Bruno distrófico húmico, além de profundos, de coloração relativamente homogênea com matizes avermelhadas e/ou amareladas, estes solos apresentam distribuição mais ou menos uniforme de argila ao longo do perfil, elevada estabilidade de agregados e baixo conteúdo de silte em relação à argila.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Trata-se de um empreendimento de uma construtora e incorporadora localizada no município de Guarapuava-PR, para a construção de 400 casas populares do projeto “Minha Casa, Minha Vida”. Cada casa possui 40 m² com 5 m de frente e 8m de comprimento, dispostas em um terreno com 60 m², possuindo este, dimensão de 5 m x 12 m. As casas estão locadas em 20 quarteirões, disposta de 20 a 20 em cada quadra, como podemos observar na Figura 4.

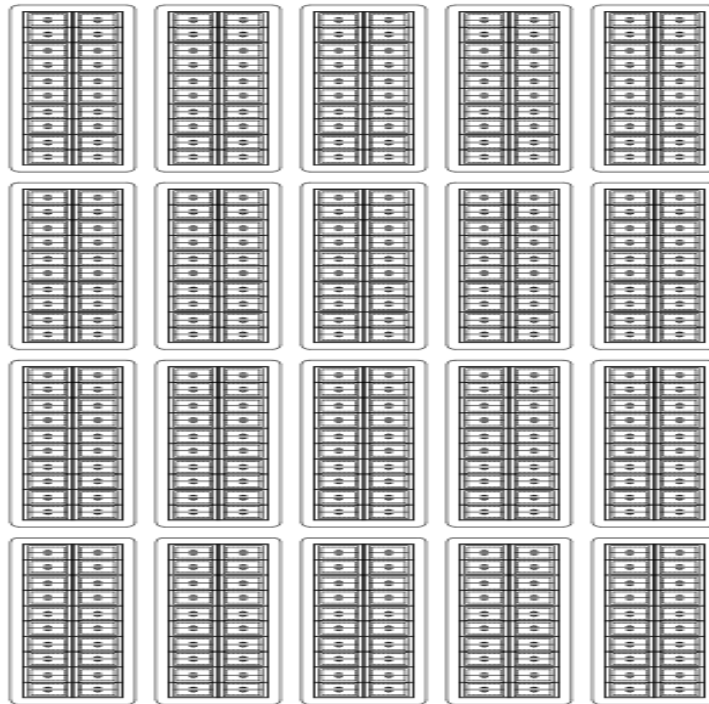


Figura 4 – Locação das casas e dos quarteirões.
Fonte: autoria própria.

4.3 ANÁLISE DAS CHUVAS SIGNIFICATIVAS

Para a obtenção dos dados pluviométricos da região estudada serão utilizadas as informações obtidas no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA (2014), sendo levadas em consideração as chuvas do ano de 1980 até o ano de 2010.

Como forma de se analisar o nível de interferência da chuva na obra, é necessário adotar um critério de classificação para o nível de chuva. Desde modo os eventos de precipitação serão classificados segundo a proposta de Moreira (2002) como se observa na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização da intensidade de chuva.

Intensidade	Acumulado em 24 horas
Chuvisco	0 -1 mm
Chuva Fraca	1 – 10 mm
Chuva Moderada	10 – 20 mm
Chuva Moderada a Forte	20 – 30 mm
Chuva Forte	30 – 40 mm
Chuva Muito Forte	40 – 50 mm
Chuva Extremamente Forte	> 50 mm

Fonte: Moreira 2002

Para o desenvolvimento do estudo é necessário limitar os dias de chuva que geram paralização na obra, ou seja, aqueles dias onde ocorre um escoamento superficial significativo do solo devido a saturação pelo excesso de água. Desde modo, será considerado que haverá paralização da obra quando o acumulo de água no solo for maior do que 20 mm em um período de 24 horas caracterizando assim uma chuva moderada a forte.

4.4 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA COBERTURA INFLÁVEL

Para avaliação de custos de uma cobertura inflável deve-se pensar que podem existir diversas formas estruturais que atendem as necessidades do projeto. Assim, o contato com o fabricante é essencial para a análise da melhor opção de cobrimento. Expondo as necessidades deste projeto a uma determinada empresa do ramo de coberturas, definiu-se como melhor opção o projeto exposto na Figura 5, uma vez que esta cobertura tem potencial para cobrir um quarteirão inteiro do empreendimento oque possibilita o trabalho nas casas de maneira simultaneamente.

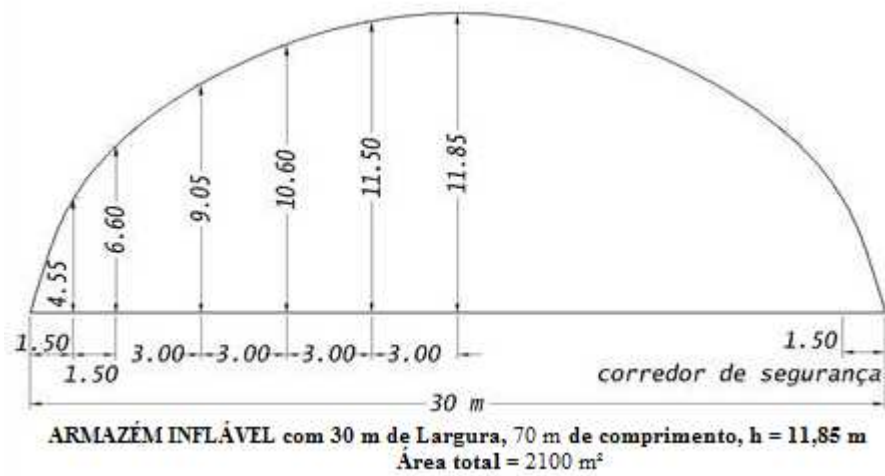


Figura 5 – Dimensões do galpão inflável.

Fonte: autoria própria

Nota-se uma largura de 30m e um comprimento de 70 m, suficientes para se cobrir uma quadra inteira tornando possível a execução de 20 casas simultaneamente. A fim de se compreender melhor o esquema da disposição das casas, bem como a estrutura da cobertura, foi montado um esquema didático que pode ser observado nas Figuras 6 e 7.

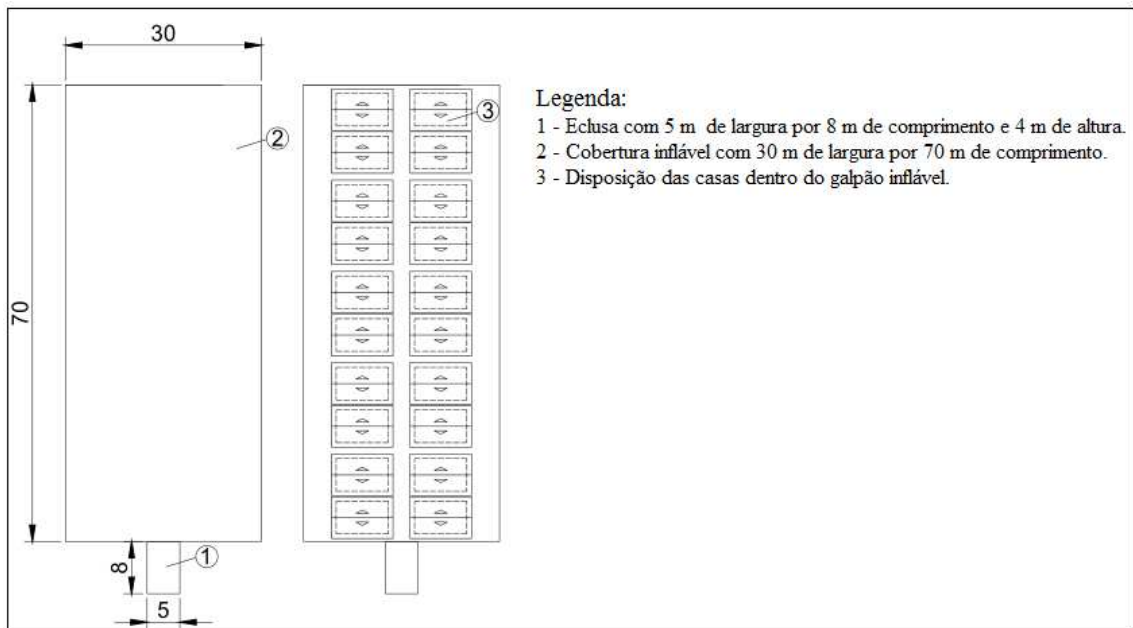


Figura 6 – Locação das casas dentro da cobertura inflável.

Fonte: autoria própria

Na Figura 6 temos que conjunto de 20 casas é completamente coberto pela estrutura inflável, o que possibilita a circulação de caminhões munck e funcionários devido ao grande espaço de 2100 m². A entrada dos caminhões é possível devido as dimensões que se podem obter na eclusa, fixada para este projeto em 5 m de largura, 8 m de comprimento e 4 m de altura.

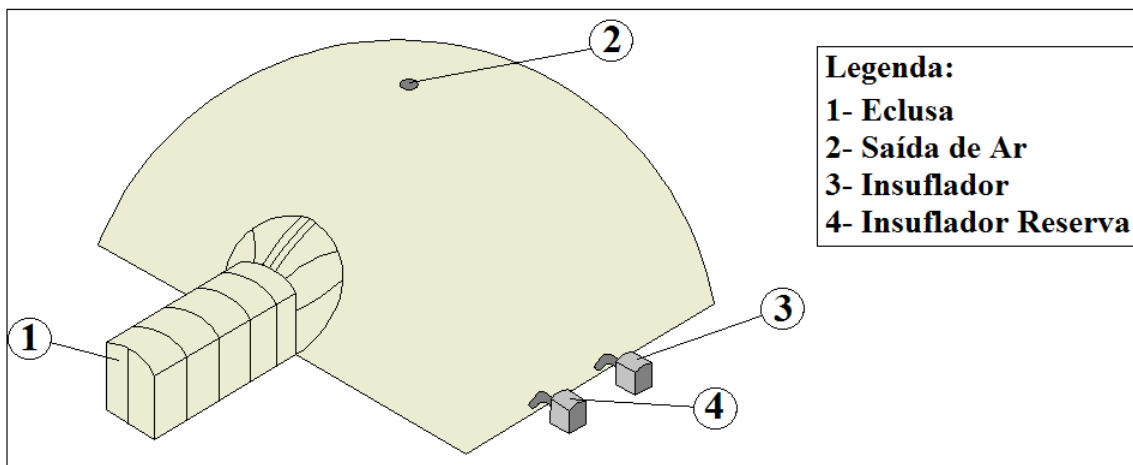


Figura 7 – Modelo de galpão inflável padrão utilizado.

Fonte: autoria própria

A Figura 7 esquematiza o padrão de cobertura adotado para orçamento, apresentando a eclusa para a entrada e saída de caminhões e funcionários, bem como o insuflador responsável pelo enchimento da estrutura. Por fim, foi solicitado a uma empresa um orçamento para se constatar o valor necessário de investimento na cobertura inflável.

4.5 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA MÃO-DE-OBRA

4.5.1 Carga horária de serviço

Será fixada uma jornada de trabalho de 44 horas semanais, de modo que sejam cumpridas 8 horas na segunda-feira e 9 horas nos outros quatro dias da

semana, a fim de se liberar os funcionários aos sábados e domingos. As equipes de trabalho seguirão nas segundas-feiras um expediente que vai das 8h00min da manhã até o meio dia, com uma pausa de uma hora para refeição, retornando as atividades a 13h00min da tarde com encerramento às 17h00min totalizando assim 8 horas de serviço. Com relação aos demais dias da semana o expediente será das 8h00min da manhã até 12h00min com uma pausa de uma hora para refeição, retornando as atividades a 13h00min da tarde com encerramento as 18h00min cumprindo deste modo 9 horas de serviço.

4.5.2 Remuneração de hora normal diurna

Para se definir o valor pago a cada funcionário foi necessária uma consulta às informações Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias da Construção e do Mobiliário de Guarapuava, obtendo assim a Tabela 2.

Tabela 2 – Custo por hora de serviço do profissional.

Profissional	Unidade	Custo R\$
Pedreiro	h	6,28
Ajudante de Pedreiro	h	4,45
Eletricista	h	6,28
Auxiliar de Eletricista	h	4,45
Encanador	h	6,28
Auxiliar de Encanador	h	4,45
Telhadista	h	6,28
Pintor	h	6,28
Ajudante de Pintor	h	4,45
Azulejista	h	6,28

Fonte: STICMGUARAPUAVA, Maio 2014.

Nesta tabela observamos o custo por hora de serviço de cada profissional dentro do mercado da construção civil de Guarapuava. Considerando estes valores e aplicando os encargos sociais contidos no ANEXO A, é possível se calcular os custos totais com a mão de obra ao final do empreendimento.

4.6 PADRÃO CONSTRUTIVO E TEMPO DE EXECUÇÃO DAS CASAS

4.6.1 Padrão construtivo

Através de informações cedidas pelo engenheiro responsável pelo empreendimento, fixou-se que:

- Terreno já estará nivelado.
- Fundação em Radier: moldada *in loco*, está será a única das etapas que não contará com o cobrimento inflável, uma vez que as casas devem ser concretadas sequencialmente devido ao tempo de cura do concreto.
- Paredes em concreto armado entregues por uma empresa terceirizada, já com esquadrias e tubulações previamente definidas.
- Laje pré-moldada.
- Instalação hidrossanitária e elétrica.
- Cobertura cerâmica com treliças metálicas

4.6.2 Tempo de execução

Para determinação do tempo total de execução das 400 casas, é necessário se definir quantas casas serão construídas simultaneamente, para assim se definir o número de trabalhadores. Desde modo, fixou-se que serão construídas 20 casas ao mesmo tempo, com uma equipe de trabalho em cada moradia.

Segundo informações do fabricante do cobrimento inflável, deve-se considerar um dia para a montagem do barracão, desta forma ao término de cada quadra será necessária uma paralisação para a desmontagem e montagem da cobertura.

Como forma de se projetar o um prazo final para a execução das casas, foi solicitado ao engenheiro responsável da empresa quantos funcionários são necessários para se executar cada etapa de uma das casas do projeto, bem como o

tempo de serviço necessário para cada uma destas fases da casa tipo, retornando-nos assim a Tabela 3.

Tabela 3 – Funcionários e dias de serviço por etapa.

Etapa	Funcionários	Dias de Serviço
Radier	3	1
Paredes	3	3
Instalação Hidrossanitária	2	4
Instalação Elétrica	2	2
Laje	3	0,5
Cobertura	3	3
Acabamento	3	4
Total	18	-

Fonte: engenheiro responsável.

Para a etapa do Radier será considerado a utilização de um cimento CP II que apresenta rápida secagem, com a utilização de agregados para garantir boa resistência. Desta forma espera-se que ao final de uma semana possam ser iniciadas as etapas subsequentes de execução das casas.

Para cada uma das etapas será considerada a utilização de equipes qualificadas e devidamente treinadas, compostas por:

- Radier: Dois pedreiros e um ajudante.
- Paredes: Um pedreiro e dois ajudantes.
- Instalação hidrossanitária: Um encanador e um ajudante.
- Instalação elétrica: Um electricista e um ajudante.
- Laje: Dois pedreiros e um ajudante.
- Cobertura: Dois telhadistas e um ajudante.
- Acabamento: Um pintor, um ajudante e um azulejista.

A partir destas projeções feitas pelo engenheiro para uma unidade das 400 casas, podemos estimar uma data de entrega para o projeto, sabendo desta forma quantos meses de locação serão necessários para a cobertura inflável.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DAS CHUVAS SIGNIFICATIVAS

Com o os dados pluviométricos obtidos no Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – ANA (2014) foi possível a elaboração da Tabela 4, que expõe o número de dias em que ocorreram precipitação entre os anos de 1980 e 2010 na cidade de Guarapuava, mostrando também quantos destes dias se enquadram no critério de 20 mm adotado para classificação de chuvas significativas.

Tabela 4 – Análise de chuvas significativas.

Análise de Chuvas 1980 - 2010		
Ano	Dias de chuva	Dias com chuva significativa
1980	141	18
1981	126	12
1982	137	26
1983	171	30
1984	133	25
1985	126	8
1986	140	14
1987	126	20
1988	116	10
1989	144	20
1990	155	19
1991	119	11
1992	157	20
1993	148	17
1994	134	18
1995	118	16
1996	125	19
1997	135	22
1998	129	29
1999	112	17
2000	142	17
2001	156	21
2002	111	32
2003	96	23
2004	74	20

2005	83	26
2006	67	13
2007	82	18
2008	X	x
2009	X	x
2010	81	34

Fonte: ANA 2014.

Nota-se pela tabela a quantidade de chuvas em cada ano no município de Guarapuava, bem como aqueles que se enquadraram na classificação adotada. Removendo os dados de 2008 e 2009, uma vez que os mesmos não constavam no banco de dados, é possível se obter a média de aproximadamente 20 dias de chuvas significativas ao ano.

5.2 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA COBERTURA INFLÁVEL

Conforme foi solicitado a uma empresa do ramo de coberturas infláveis no Brasil, obtivemos que o custo mensal para a locação de um galpão nas dimensões propostas de 30 m x 70 m gira em torno de R\$ 60.900,00/mês.

5.3 TEMPO DE EXECUÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O radier não entrará no tempo final de execução de uma das casas, uma vez que o mesmo é dependente do tempo de cura do concreto. Basicamente 20 raders serão concretados por dia, com uma equipe de três funcionários em cada casa, finalizando a fundação das 400 casas em 20 dias caso não ocorram chuvas neste período.

Desta forma devemos considerar que a etapa de construção da parede só poderá ser iniciada ao término do sétimo dia de cura do concreto. A instalação hidrossânitária, instalação elétrica, laje e a cobertura podem ser feitas de maneira simultânea, soma-se ao prazo de execução apenas o valor de 4 dias que é referente

a etapa da instalação hidrossanitária, uma vez que esta é a mais demorada destas quatro etapas. Obtém-se assim que o prazo para a execução é de 11 dias por unidade.

A obra da quadra seguinte começa apenas ao final da quadra anterior, deste modo, para estimar o prazo final devemos considerar os seguintes fatores:

- O empreendimento deveria ter sido iniciado no dia 6 de Janeiro de 2014.
- Serão gastos 7 dias com a secagem dos primeiros 20 radiers, sendo possível a continuidade da obra somente no dia 13 de Janeiro.
- Uma unidade demora 11 dias para ser construída.
- Não haverá expediente aos finais de semana e feriados
- Ao término das obras de um quarteirão haverá um dia de paralização para desmontagem e montagem do galpão inflável.

Seguindo estas considerações, estima-se que sejam necessários 227 dias de trabalho para se concluir a obra, uma vez que 20 casas serão construídas simultaneamente, com uma equipe em cada casa, o que significa um quarteirão pronto a cada 11 dias. Como temos 20 quadras a serem construídas, são 220 dias de obras que somados aos 7 dias de secagem dos radiers iniciais retornam 227 dias. Com a análise do calendário de 2014, foi possível constatar-se que dentro deste período de execução do empreendimento, contaremos com 6 feriados e 15 paralizações para montagem do galpão inflável durante os dias úteis de serviço.

5.4 LEVANTAMENTO DE CUSTO DA MÃO DE OBRA

Como resultado das informações fornecidas pelo engenheiro responsável da empresa e os valores consultados no STICMGUARAPUAVA, foi possível se calcular o custo total da mão de obra ao final do processo de construção, através das seguintes equações:

$$HS = DS \times NQ \times MHD \quad (1)$$

Onde:

- HS = Horas de serviço
- DS = Dias de Serviço (Tabela 2)
- NQ = Número de quadras
- MHD = Média de horas trabalhadas ao dia (8,8 h)

$$CESE = (CHF_1 \times HS) + (CHF_2 \times HS) + \dots (CHF_n \times HS) \quad (2)$$

Onde:

- CESE = Custo por equipe sem encargos sociais
- CHF_n = Custo por hora do funcionário (Tabela 3)
- HS = Horas de serviço
- n = equipe de serviço

$$CECE = (CHF_1 \times HS \times 2,8731) + (CHF_2 \times HS \times 2,8731) + \dots (CHF_n \times HS \times 2,8731) \quad (3)$$

Onde:

- CECE = Custo por equipe com encargos sociais
- CHF_n = Custo por hora do funcionário (Tabela 3)
- HS = Horas de serviço
- 2,8731 = Equivale a soma de 187,31% de encargos sociais (ANEXO A)
- n = equipe de serviço

Com o auxílio destas equações torna-se possível a formulação da Tabela 5, que é apresentada a seguir.

Tabela 5 – Custo das equipes por etapa e dias de serviço.

Equipe	Horas de serviço	Custos por equipe sem encargos sociais (R\$)	Custos por equipe com encargos sociais (ANEXO A) – (R\$)
Radier	176	2.993,76	8.601,37
Paredes	528	8.015,04	23.028,01
Instalação Hidrossanitária	704	7.532,80	21.642,49
Instalação Elétrica	352	3.776,96	10.851,58
Laje	88	1.496,88	4.300,68
Cobertura	528	8.981,28	25.804,11
Acabamento	704	11.975,04	34.405,49
Total	-	44.771,76	128.633,74

Fonte: autoria própria.

A tabela remete quantas horas de serviço cada equipe prestará ao longo da obra, tornando possível se estimar o custo unitário por equipe. Com posse dessas informações consegue-se calcular quanto terá sido o valor total pago as 20 equipes ao término das atividades, retornando-nos assim R\$ 2.572.674,80 em pagamentos. Para fins de compreensão, podemos expor os custos com mão de obra no empreendimento como sendo de R\$ 6.431,69 por casa, ou até mesmo de R\$ 160,79 por metro quadrado da construção.

5.5 CUSTO COM MÃO DE OBRA PARALISADA

Para a avaliação do valor gasto com os funcionários paralisados é necessário considerarmos que:

- Cada dia de paralisação equivale a um dia à mais que as equipes terão que trabalhar, deste modo, o empregador além de pagar pelo dia em que o funcionário não trabalhou, ainda paga pelo dia em que o serviço terá que ser repostos.

Como não é possível saber com exatidão em qual dia do ano ocorrerá uma precipitação significativa, é necessário trabalharmos com o valor médio do custo de todas as equipes de serviço, que pode ser calculado com a seguinte equação:

$$CME = \frac{\left(\frac{CECE}{HS} \times MHD\right)_1 + \left(\frac{CECE}{HS} \times MHD\right)_2 + \dots + \left(\frac{CECE}{HS} \times MHD\right)_n}{n} \quad (4)$$

Onde:

- CME = Custo médio por equipe com encargos sociais
- CECE = Custo por equipe com encargos sociais
- HS = Horas de serviço
- MHD = Média de horas trabalhadas ao dia (8,8 h)

Para o cálculo do custo total gerado pelos 20 dias de paralisação, nos valem da seguinte equação:

$$CT = NQ \times (DP + DR) \times CME \quad (5)$$

Onde:

- CT = Custo total com paralisação e reposição de serviço
- NQ = Número de equipes que trabalha em um quarteirão
- DP = Dias de paralisação
- DR = Dias de reposição
- CME = Custo médio por equipe com encargos sociais

A partir dos resultados obtidos com a análise das chuvas, assim como dos salários dos funcionários, podemos formular a Tabela 6.

Tabela 6 – Custo com a paralisação da obra.

Dias de Paralisação	Dias de reposição do serviço	Custo médio por equipe (R\$/dia) Com encargos sociais	Custo Total em 12 meses (R\$)
20	20	377,98	302.384,00

Fonte: Autoria própria.

Através das informações da tabela, percebemos que os 20 dias de paralisação devido às chuvas, geram uma necessidade de mais 20 dias de serviço para a reposição do tempo perdido, gerando ao empregador um gasto de R\$ 302.384,00 para a empresa.

5.6 COBRIMENTO INFLÁVEL E PARALISAÇÃO DA OBRA

O tempo de execução do empreendimento se estende pelo período aproximado de 12 meses. Uma vez delimitado este prazo, podemos utilizá-lo como base para o cálculo do custo total com a locação da cobertura inflável, que nos apresenta ao final do décimo segundo mês um investimento de R\$ 730.800,00.

A partir da análise dos dias em que ocorrem paralisação da obra devido às chuvas, constatou-se que há um gasto de R\$ 302.384,00. Valendo-nos deste

resultado, é possível realizar uma comparação com o investimento para a utilização do galpão inflável, que nos retorna a Tabela 7.

Tabela 7 – Comparação entre paralisação da obra e cobertura inflável.

Preço da cobertura para 12 meses (R\$)	Gasto com mão de obra ociosa (R\$)	Diferença (R\$)
730.800,00	302.384,00	428.416,00

Fonte: Autoria própria.

Em suma, ao se realizar a comparação entre os valores percebemos uma diferença significativa de R\$ 428.416,00, que serve como base para se definir a viabilidade de ambas as situações.

6 CONCLUSÃO

Por ser uma tecnologia relativamente nova dentro mercado brasileiro, a cobertura inflável apresenta um custo relativamente alto com relação a sua implantação em obras. Para o empreendimento em estudo constatou-se a necessidade da aplicação de R\$ 730.800,00 para locação do cobrimento pneumático.

Com a análise dos dados pluviométricos do município de Guarapuava, foi possível à constatação da necessidade de se paralisar as atividades por 20 dias durante a fase de execução das obras, período este, que gera um custo de R\$ 302.384,00 aos cofres da empresa com o pagamento dos funcionários.

Pela correlação dos resultados obtidos, percebemos que há uma diferença de R\$ 428.416,00 entre se paralisar a obra nos dias chuvosos e se utilizar o galpão inflável. Evidencia-se assim que a melhor solução é a interrupção das atividades nos dias com precipitação considerável. Através da paralisação da obra como saída mais rentável, é possível um atraso nos prazos de entrega do empreendimento devido às ações da chuva.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para a elaboração de trabalhos futuros, vinculados à pesquisa aqui desenvolvida, tem-se a recomendar que:

- Como foi realizada uma análise referente apenas a locação da cobertura pneumática, abre-se uma possibilidade para a avaliação dos custos com relação a compra da mesma, verificando-se os custos com a manutenção do equipamento.
- Avaliar o uso de outros tipos de cobrimento como, por exemplo, tendas de circo, estruturas tensionadas de tecido como as de estacionamentos de supermercado, dentre outras.
- Modificar os critérios de paralisação da obra, adotando outros métodos para as análises das precipitações.
- Dentre outros fatores, levar em consideração a análise do conforto térmico dos funcionários.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **HidroWeb: Sistemas de informações hidrológicas**. Brasil: ANA, 2014. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acesso em: 4 jan 2014.

ARMAZÉNS estruturais e infláveis. Jornal Logweb, São Paulo, 15 ed., 2003. Disponível em: <<http://www.logweb.com.br/novo/upload/revistalogweb/15/logweb15.pdf>>. Acesso em: 8 dez. 2013.

ASSIS, Regina G. de. **Um estudo sobre arquitetura têxtil no Brasil: o segmento de mercado das estruturas tensionadas feitas com membranas de poliéster/PVC**. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação Têxtil e Moda da Escola de Ciência, Artes e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-09012013-104014/pt-br.php>> Acesso em: 20 dez. 2013..

ESTRUTURAS PNEUMÁTICAS. 14 jun, 2011. Disponível em: <<http://estruturaspneumaticas.wordpress.com/>>. Acesso em: 14 jan. 2014,

FIRTH, Ian P. T. **Design construction and maintenance of air-supported membrane structures in the UK**. In: FOUTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPACE STRUCTURAS, 9., 1993, Guildford, Reino Unido.

HERZOG, T. **Pneumatic Structures: a handbook for the architect and engineer**. Londres: Crosby Lockwood Staples, 1977. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=dzxSAAAAMAAJ>>. Acesso em: 22 mar. 2014

HUNTINGTON, Craig G. **The tensioned fabric roof**. Reston: American Society of Civil Engineers, 2003.

JOTA, Fabiano de O.; PORTO, Cláudia E. **Evolução das Estruturas de Membrana**. Disponível em: < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeqWAAH/evolucao-das-estruturas-tensionadas> > Acesso em: 10 jan. 2014.

OLIVEIRA, Maria Betânia de. **Estudo das estruturas de membrana: Uma abordagem integrada do sistema construtivo, do processo de projetar e dos métodos de análise**. 2001. 173 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos 2001. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/100/100133/tde-09012013-104014/pt-br.php> >. Acesso em: 21 dez. 2013, 20:40.

OÑATE, Eugenio; KRÖPLIN, Bern. **Textile composite and inflatable structures**. Holanda: Springer, 2005.

SANTOS, Altair. **Galpões infláveis otimizam cronograma de obras**. 17 jan. 2012. Disponível em: < <http://www.cimentoitambe.com.br/galpoes-inflaveis-otimizam-cronograma-de-obras/> >. Acesso em: 5 jan. 2014.

SCHIERLE, G. G. **Architectural Structures**. Los Angeles: C/O Chauncey Jemes, 1990-2006. Disponível em: <<http://www.usc.edu/dept-00/dept/architecture/mbs/struct/Structures.pdf>>. Acesso em: 7 Jan. 2014.

SEAMAN, Richard N.; BRADENBURG, Frank. **Utilization of vinyl-coated polyester fabrics for architecture applications – Parte 1 e parte 2.** Revista *Fabric Architecture*, jul. 2000. Disponível em: <http://fabricarchitecturemag.com/articles/0700_id_part1.html>. Acesso em: 17 jan. 2014.

TEIXEIRA, Edgar Antônio et al. Transporte. 3. Ed. Brasília: **Câmara Interamericana de Transportes**, 2009. Disponível em: <http://www.citamericas.org/imagens/files/livros/livro_transporte_vol_3.pdf>. Acesso em: 23 Dez. 2013.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes.** 1928. Wall-map 150cmx200cm.

SILVA, Valentim da et. al. **Variáveis de acidez em função da mineralogia da fração argila do solo.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, vol.32, nº 02, seção II - química e mineralogia do solo, Viçosa Mar./Apr. 2008.

MOREIRA, J. L. B. **Estudo da distribuição espacial das chuvas em belo horizonte e seu entorno.** 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SINDICATO DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO E DO MOBILIÁRIO DE GUARAPUAVA. Brasil: STICMGUARAPUAVA, 2014. Disponível em: <<http://sticmguarapuava.org.br/conteudo/7d38b1fd5f299cb334e5eae33da860d.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2014.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CÍVIL. Brasil: SINDUSCON, 2014. Disponível em: < http://www.sinduscon-pr.com.br/principal/home/?sistema=conteudos%7Cconteudo&id_conteudo=400

ANEXO A - Tabela de Encargos Sociais (Folha de salários) - sem desoneração.

Fonte: SINDUSCON-PR.

Grupo I	
INSS	20,00%
FGTS	8,00%
Salário Educação	2,50%
SESI	1,50%
SENAI	1,00%
SEBRAE	0,60%
INCRA	0,20%
Seguro Acidente	3,00%
SECONCI	1,00%
Total Grupo I	37,80%
Grupo II - encargos com incidência do Grupo I	
Repouso semanal remunerado	17,76%
Férias + bonificação de 1/3	14,80%
Feriados	4,07%
Auxílio enfermidade e faltas justificadas	1,85%
Acidente de trabalho	0,15%
Licença Paternidade	0,04%
13º Salário	11,10%
Adicional noturno	0,54%
Total Grupo II	50,30%
Incidência do GRUPO I sobre o GRUPO II	19,01%
Grupo III	
Aviso prévio	18,16%
Demissão sem justa causa	5,06%
Indenização adicional	1,43%
Incidência do GRUPO I no aviso prévio (sem FGTS e SECONCI)	5,23%
Total Grupo III	29,87%
Grupo IV	
EPI - Equipamentos de Proteção Individual	3,34%
Seguro de vida	0,68%
Vale transporte	3,75%
Vale compras	22,15%
Café da manhã	5,42%
Total Grupo IV	35,34%
SUBTOTAL	172,32%
Grupo V	

ISS e COFINS	8,70%
Total Grupo V	8,70%
TOTAL	187,31%

Obs.: O grupo V tem meramente o objetivo de indicar dada a expressiva participação relativa dos custos da mão-de-obra + encargos sociais na atividade de construção civil, a incidência de tributos indiretos que se adicionam, por dentro, a essa significativa parcela de custos.