

Aplicação de um processo de desenvolvimento de novos produtos: um estudo interdisciplinar de aplicação da sistemática de seleção de materiais na construção de telhado residencial

Daniela Camargo de Souza (FURB - Universidade Regional de Blumenau) danielacamargo.souza@gmail.com

Janaina da Silva Santos (FURB - Universidade Regional de Blumenau) janayna.sp@outlook.com

Raquel Andrade Rebelo (FURB - Universidade Regional de Blumenau) profraquel2015@gmail.com

Rodrigo dos Santos Cardo (FURB - Universidade Regional de Blumenau) rodrigocardososc@hotmail.com

Resumo:

O presente artigo tem como objetivo demonstrar entre as madeiras pré-selecionadas qual a madeira que apresenta as características necessárias na empregabilidade na construção de um telhado residencial na cidade de Blumenau, Santa Catarina. Para esta finalidade utiliza-se como base de conhecimento de gestão de projetos integrados no que tange o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) nas etapas de projeto informacional e conceitual. A sistemática de seleção de materiais utilizados foram: espécie, resistência à compressão paralela às fibras e o preço das madeiras selecionadas: Cambará, Pinus, Canela e Cedro. O ensaio de compressão efetuado nos corpos de prova seguiu as exigências da NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira e com os dados obtidos, foram analisadas as espécies com a maior resistência, sendo estas, Cedro e Cambará, seguidos pela Canela e Pinus, sendo que o Cedro e a Canela não são mais comercializados na região para fins desejados neste artigo. Para análise dos dados utilizou-se a Estatística Descritiva e o Teste *t* de *Student*. Os dados foram tratados por meio dos *Softwares Action 2.8*. Ao analisar duas espécies comumente encontradas conclui-se que o Cambará possui a melhor relação custo e benefício, resultando como a escolha certa a ser empregada na construção de telhados, por possuir boa resistência, baixa porosidade e dureza considerável em comparação ao Pinus.

Palavras-chave: Processo de desenvolvimento de produtos, Sistemática de seleção de materiais, Telhado residencial.

Application of a process of development of new products: an interdisciplinary study of the application of the systematic selection of materials in the construction of residential roof

Abstract

The current article aims to demonstrate among the the pre-selected timber which wood presents the necessary characteristics in the employability in the construction of a residential roof in the city of Blumenau, Santa Catarina. For this purpose, it is used as a knowledge base of integrated project management in the product development process (PDP) in the stages of informational and conceptual project. The systematic selection of materials used were: species, resistance of parallel compression to fibers and the price of the selected wood: Cambará, Pinus, Cinnamon and Cedar. The compression test performed on evidence's bodies followed the requirements of the NBR 7190 – Project of wood structure and with the greatest resistance, these being, Cedar and Cambará, followed be Cinnamon and Pinus, in order that Cedar and Cinnamon are no longer marketed in the region for the purpose requested in the this article. To analyze the data it was used the Descriptive Statistics and the T of

Student's test. The data was treated by *Softwares Action 2.8*. When analyzing two species commonly found, it is concluded that the Cambará has the best cost and benefit, resulting as the right choice to be used in the construction of roofs, considering it has good resistance, low porosity and considerable hardness compared to Pinus.

Key-words: Product development process. Systematic selection of materials. Residential roof.

1. Introdução

A construção de um telhado requer uma série de cuidados e há parâmetros que devem ser observados e considerados para a sua perfeita execução. O telhado em si, pode ser considerado dentro de um processo de desenvolvimento de produtos, que consiste em um conjunto de atividades por meio das quais busca-se, a partir de necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas um produto melhor (ROZENFELD et al., 2006). A madeira, principal elemento do projeto de telhado, com sua versatilidade de uso é um material que possui suas propriedades pouco conhecida por seus usuários. Devido seu fácil acesso, manuseio e não demandar de mão de obra especializada há algumas negligências em relação à sua utilização. Para Zenid et al., (2003) é importante o cuidado da escolha da madeira para o seu determinado fim:

O processo de escolha e especificação da madeira mais adequada a cada tipo de uso nas atividades do Setor da Construção, que tem se pautado fortemente pelo conservadorismo e pela falta de informação, precisa incorporar ao seu dia-a-dia espécies alternativas com propriedades semelhantes às das espécies tradicionais. (ZENID et al., 2003, p.8)

O mercado informal tem apresentado um grande crescimento nos últimos anos. A abertura de pequenas empresas e autonomia de serviços na área da construção civil tem chamado atenção pela amplitude de projetos que se pode executar, muitas vezes apenas com conhecimentos técnicos e alguns anos de experiência, no caso do pedreiro, ou com algum conhecimento científico e pouca experiência, é o caso do engenheiro recém-formado.

A construção de um telhado deve consistir num projeto que vá além da execução, e permeia o estudo das características do material a ser empregado para que este possa alcançar o desempenho desejado, sendo que este faz parte de um projeto total e único que pode ser feito a gestão por meio de projetos integrados. “O gerenciamento do projeto é uma atividade complexa formada por uma mistura de planejamentos, tomadas de decisões e muita negociação.” (ROZENFELD et al., 2006, p. 174).

A madeira é o material, ou matéria prima mais utilizado na construção de coberturas. Para Zenid et al., (2003), são utilizadas peças como vigas, caibros, pranchas e tábuas. Os produtos são comercializados em lojas especializadas, conhecidas como depósitos de madeira, e destinam-se principalmente à casas e pequenas edificações.

No presente artigo demonstra-se parte do processo de desenvolvimento de produto em sua parte inicial de planejamento, mais especificamente na parte do projeto informacional e projeto conceitual. Neste sentido, devido à dificuldade de escolha da madeira e sua utilização o trabalho se mostra relevante por apresentar o melhor desempenho quanto a resistência da madeira e custo monetário para as madeiras empregadas tendo como base a construção de um telhado de residências de pequeno porte na região de Blumenau, Santa Catarina.

2. Processo de desenvolvimento e planejamento de produtos e a seleção para o emprego de madeiras em telhados

O projeto informacional e conceitual fazem parte do processo de desenvolvimento de

produtos (PDP). O PDP é capaz de organizar e disciplinar as várias etapas do desenvolvimento de produto e/ou melhoria de produto ou processo. A estruturação do PDP pode melhorar o entendimento das demandas nas fases iniciais do desenvolvimento, reduzir o retrabalho de engenharia e facilitar o controle de custos, qualidade e tempo durante o desenvolvimento. Além disso, organiza a participação das diferentes áreas de conhecimento, as quais deixam de depender exclusivamente do conhecimento individual dos envolvidos (ECHEVESTE; RIBEIRO, 2010).

Neste sentido, o projeto informacional atende-se: a necessidade de requisitos dos usuários, requisitos dos projetos e especificações de projeto. A especificação de projetos divide-se em fatores de influência na manufatura, envolvimento de fornecedores, informações de segurança metas de dependabilidade, custo meta de produto e avaliação das especificações (BACK et al., 2008).

A saída do projeto informacional remete a fase do projeto conceitual onde nesta fase atualiza-se o plano do projeto e envolve diversas tarefas que buscam estabelecer a estrutura funcional do produto, neste sentido tem-se a definição da função global a ser executada pelo produto bem como suas subfunções (ROZENFELD et al., 2006; BACK et al., 2008). Dentre as subfunções encontram-se: processos de fabricação, envolvimento com fornecedores, estudo inicial de segurança e avaliação da concepção ((BACK et al., 2008).

Para Rozenfeld et al. (2006) todos os produtos são compostos de um ou mais materiais. Esses materiais desempenham uma ou mais funções como: suportar cargas, conduzir calor, isolar, conduzir eletricidade, resistir ao desgaste, resistir à corrosão, entre outras. A escolha ou seleção de um material inadequado pode levar a falha do componente e do produto como um todo causando custos desnecessários. Desta forma a seleção de um material deve atender às especificações e é uma parte importante do processo de produto, além do elevado número de fatores que devem ser considerados, a seleção de materiais torna-se complexa pelo elevado número de alternativas encontradas no mercado o que chama-se de sistemática de seleção de materiais (ROZENFELD et al., 2006; BACK et al., 2008).

Geralmente, as sistemáticas de seleção de materiais, não são realizadas nas empresas de forma rigorosa e minuciosa, sendo baseada na experiência e práticas anteriores, o que nem sempre significa uma solução ótima (ROZENFELD et al., 2006).

As situações de projeto também são diferentes: o projeto de um produto novo ou reprojeto de um produto existente, e mesmo que a seleção de materiais e processos seja normalmente pensada em termos do desenvolvimento de um produto, existem muitas razões para se revisarem os tipos de materiais e processos usados em um produto existente. Essas razões incluem as vantagens obtidas com novos materiais e processos; a melhoria do desempenho de serviços, incluindo aumento de vida e confiabilidade mais elevada; o atendimento de novas exigências legais; mudanças nas condições de operação; redução de custo; melhora de desempenho e competitividade (ROZENFELD et al., 2006, p.267).

A construção de uma edificação residencial de pequeno porte é realizada através de etapas, começando pela parte estrutural com suas sapatas, pilares, vigas partindo para a vedação com as paredes, vergas e contra-vergas, por fim a cobertura sendo o tipo de madeira utilizada para a construção do telhado foco do presente artigo. A construção do telhado requer grande atenção, pois há muita dificuldade na hora da escolha da madeira que dará suporte as telhas, devido ao fato de que nem toda construção é feita por profissionais qualificados, que possuem conhecimento acerca da melhor espécie a ser utilizada em cada região, além de ser suscetível a apresentar patologias, como também ocorre com aço e concreto. No caso específico da madeira, os problemas estão associados com o local, especialmente em regiões quentes e

úmidas onde tende a sofrer com a presença de organismos vivos como cupins e fungos. “Na etapa de projeto deve-se, na medida do possível, conceber a obra de tal maneira que a umidade da madeira seja sempre a menor possível, a fim de limitar os riscos de biodeterioração” (IBRACON, 2010).

Neste contexto, a construção de telhados deve-se levar em consideração a área onde o mesmo será construído para verificar a existência das espécies de madeira, pois dependendo da classe escolhida haverá necessidade de exportação desta para a região em questão. Tendo em vista que a madeira terá de ser transportada do local de coleta até o local da obra, o custo da mesma irá aumentar, tornando mais caro a execução do telhado. O estudo levantou fatores de sistemática de seleção de materiais em relação às madeiras escolhidas, sendo essas: espécie, resistência e preço.

2.1. Espécie

A escolha da espécie de madeira para um determinado uso é uma das etapas mais importantes a serem cumpridas. Para que haja um bom desempenho do material é essencial definir os requisitos de qualidade: propriedades físicas e mecânicas, durabilidade natural, tratabilidade com produtos preservativos e fixação mecânica. De acordo com Zenid et al., (2009) é relevante determinar a espécie da madeira, pois é ela que definirá sua resistência mecânica, bem como a resistência a ataques de organismos *xilófagos*.

O Cambará, conforme figura 1, é uma madeira brandamente dura, podendo ser utilizado para fins de acabamento, porém pode apresentar um plano superficial felpudo. Possui boa resistência para ataques de organismos *xilófagos* como cupins de madeira seca.



Figura 1 – Madeira da Espécie Cambará
Fonte: <http://www.artemadeiras.com.br> (2016)

O Pinus, conforme figura 2, é uma espécie de pinheiro, de cor clara, com fibras longas, sendo comumente encontrada nas regiões Sul e Sudeste brasileira e em países como Estados Unidos e Canadá. Possui resistência considerável bem como preços acessíveis.



Figura 2 - Madeira da Espécie Pinus
Fonte: <http://www.artemadeiras.com.br> (2016)

A Canela, conforme a figura 3, é uma madeira que pode ser muito empregada na construção civil, principalmente em construções leves e internas, como forros, móveis, caixotaria. Possui boa durabilidade bem como resistência a organismos *xilófagos* e a umidade.



Figura 3 – Madeira da Espécie Canela
Fonte: <http://www.artemadeiras.com.br> (2016)

O Cedro, conforme figura 4, é uma madeira leve com cor variando de bege rosado escuro a castanho claro rosado, possui textura grossa, é muito empregado na construção civil para fins de acabamento.



Figura 4 - Madeira da Espécie Cedro
Fonte: <http://www.artemadeiras.com.br> (2016)

2.2. Resistência

De acordo com o IBRACON (2010) é importante calcular a resistência das madeiras paralela às fibras, pois a mesma define a resistência de projeto, ou seja, o quanto de solicitações essa madeira pode receber sem que venha a apresentar deformações.

A resistência é a aptidão dos materiais de suportar tensões. É determinada convencionalmente pela máxima tensão que pode ser aplicada a corpos de prova do material considerado até o aparecimento de fenômenos, além dos quais a restrição de emprego do material em elementos estruturais, como os de ruptura ou deformação excessiva. (MOLITENO, 2009, p. 70)

A figura 5 representa o esquema de ação das forças de compressão paralela às fibras conforme o item A, e compressão normal às fibras, item B. Ressalta-se a resistência paralela às fibras é maior do que a resistência à compressão normal às fibras, devido ao esmagamento sofrido pelas fibras, conforme o item B.

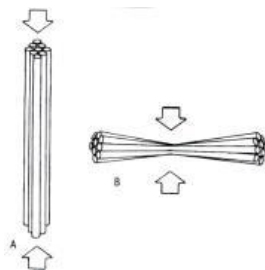


Figura 5 – Comportamento da madeira na compressão
Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAFI2UAJ/construcoes-madeira?part=2>

Com base nos valores de resistências adquiridos a partir de ensaios de compressão paralelo às fibras obteve-se diferentes valores de resistência característica das espécies analisadas, e de acordo com os dados obtidos, realizou-se a análise de mercado onde foram pesquisados os

preços, que serão discutidos na próxima seção.

2.2. Preço

De forma seminal Slack (2002) afirmou que tem sido moda diminuir a importância dos custos como objetivo da manufatura. Esta observação ainda é verdadeira quando à medida que os mercados e empresas ganham em sofisticação, argumenta-se que a qualidade, os serviços e as inovações ao consumidor são os que estão na linha de frente da competitividade e não o preço.

Na determinação do preço, Iudícibus (2013) observa que, na visão tradicional, principalmente no Brasil, se fabricava um produto quase a qualquer custo, sem preocupação de minimizá-lo, sobre o custo se calculava uma margem de lucro. Hoje, mais do que no passado, em economias competitivas quem determina o preço é o mercado.

O produto inovador, invariavelmente, em muitos casos, sofrerá rapidamente ataque da concorrência, provocando um ciclo de vida curto. Portanto, não há possibilidade de aceitação de ineficiências em ambientes competitivos. O preço dos bens ou serviços é determinado, em última instância, pela necessidades dos consumidores. Estes não irão pagar por valores superestimados ou mal calculados.

Neste contexto de pesquisa e tendo em vista que a função do engenheiro em qualquer área de atuação é produzir com qualidade e baixo custo, o preço, valor em reais da madeira no mercado, é um fator muito importante para a definição da melhor madeira a ser empregada na construção de um telhado.

De acordo com as características apresentadas, relata-se aqui estudo interdisciplinar feita pelos alunos do quinto semestre de 2016 do curso de Engenharia Civil, no laboratório de Materiais da Universidade Regional de Blumenau, realizados durante a disciplina de Materiais de Construção II e com respaldo na disciplina de Estatística IV conforme será mencionada na terceira seção.

3. Metodologia da pesquisa

Os dados foram coletados no decorrer de cinco aulas da disciplina de Materiais da Construção Civil, através da seleção de 48 corpos de provas de madeiras, que possuíam medidas padronizadas de acordo com a NBR 7190 sendo essas 15cm x 5cm x 5cm (altura x largura x espessura). (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997). Tais corpos de prova foram submetidos á uma identificação de espécie e ensaios de compressão paralela ás fibras realizadas no laboratório de materiais da Universidade Regional de Blumenau, no período de março de 2016.

As espécies analisadas foram Canela, Cedro, Cambará e Pinus, após a identificação dessas espécies foi possível empregar a Estatística Descritiva para o cálculo da média e desvio padrão das suas resistências aplicado na disciplina de Estatística a qual Barbetta et al (2004) enfatiza sua relevância quando diz: “Para o engenheiro conhecer as propriedades físicas de um novo material, ele pode medir algumas características (...) mas se ele subestimar a presença da variabilidade pode pôr a casa a pique!”

Posteriormente o preço foi pesquisado em três madeiras da cidade de Blumenau, visto que o valor monetário por metro cubico do material sofre alterações de acordo com a região do país a ser transportado.

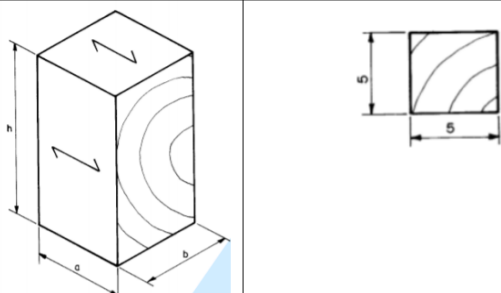
3.1 Teste de análise e atendimento às necessidades e especificações

3.1.1 Teste de resistência à compressão

A análise da resistência foi realizada por meio de procedimentos citados pela NBR 7190– Projeto de Estrutura de Madeiras a qual padroniza os ensaios de resistência das madeiras que tem por objetivo estimar a carga máxima suportada pelo corpo de prova. Através destes ensaios é possível determinar a resistência á compressão paralela às fibras (f_{c0}) e capacidade de suporte.

O experimento consiste na aplicação de uma carga de compressão nos corpos de prova, por meio de uma prensa hidráulica, até o ponto onde ocorre a ruptura destes. As cargas que geraram o colapso das peças ensaiadas, denominadas cargas de ruptura, são registradas em um relatório, conforme o modelo apresentado na figura 6.

Dimensões dos blocos estudados:



CP (Tipo)	Solicitação	h (cm)	a (cm)	b (cm)	Carga ruptura (kN)	Tensão de ruptura (MPa)

Figura 6 - Relatório preenchido com dados dos ensaios
Fonte: Elaborado pelo professor da disciplina de Materiais da Construção Civil

Estas cargas foram utilizadas para o cálculo das tensões de ruptura, que definem a resistência á compressão. Por definição a NBR 7190 traz que “a resistência a compressão paralela às fibras ($f_{wc,0}$ ou f_{c0}) é dada pela máxima tensão de compressão que pode atuar em um corpo-de-prova com seção transversal quadrada de 5,0 cm de lado e 15,0 cm de comprimento”(ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997, p.50).

Para a tensão de ruptura tem-se a equação 1:

$$f_{c0} = \frac{F_{c0,máx}}{A}$$

Onde:

$F_{c0,máx}$ é a máxima força de compressão aplicada ao corpo de prova durante o ensaio, em newtons (N);

A é a área inicial da seção transversal comprimida em metros quadrados (m^2);

f_{c0} é a resistência à compressão paralela às fibras em megapascals (MPa).

3.1.2 Medidas Descritivas

Segundo Montgomery et al. (2016, p. 99) “Técnicas estatísticas podem ser uma ajuda poderosa no planejamento de novos produtos e sistemas, melhorando os projetos existentes e planejando, desenvolvendo e melhorando os processos de produção”. Portanto no campo da estatística é importante tirar conclusões através de estatística descritiva, tais como média e desvio padrão. A média indica a posição central da distribuição das observações amostrais enquanto que o desvio padrão mede a dispersão das observações, indicando o quanto os dados variam em torno da média.

Para a média aritmética amostral tem-se a equação 2:

Onde: n é o número de observações;

X_i é o valor atribuído a cada observado de dados

$\bar{X}$ é o valor da média

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Para o cálculo do desvio padrão amostral tem-se a equação 3:

Onde: S é o desvio padrão amostral;

X_i é o valor atribuído a cada observação de dados;

$\bar{X}$ é o valor da média

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$n - 1$ é o grau de liberdade = número de observações - 1

3.1.3. O poder do teste estatístico: Teste T para duas amostras independentes

Para Barbetta et al. (2010) o poder de um teste estatístico é a probabilidade do teste rejeitar a hipótese nula (H_0) quando esta hipótese (H_0) é realmente falsa, ou seja, o poder de um teste é igual a $1 - \beta$. Este teste depende de alguns fatores, tais como, nível de significância, variabilidade da população e tamanho da amostra e da distância entre o valor “real” do parâmetro e o considerado verdadeiro em H_0 .

O teste estatístico permite testar a hipótese de que duas médias populacionais são idênticas e para amostras independentes aplica-se o teste t para verificar as diferenças existentes entre as duas amostras, cuja hipóteses são:

H_0 : em média, as populações são iguais

H_1 : em média, as populações são diferentes

ou, ainda:

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$

A estatística do teste tem a seguinte equação 4 que deve ser comparada com uma distribuição t de Student com $(n_1 + n_2 - 2)$ graus de liberdade:

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2 * (n_1 - 1) + s_2^2 * (n_2 - 1)}{(n_1 + n_2 - 2)} * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Onde: n_1 e n_2 são os tamanhos das amostras

$\bar{X}_1$ e $\bar{X}_2$ são as médias amostrais das amostras

S_1 e S_2 são os desvios padrões das amostras

Deve-se considerar as suposições básicas para a aplicação do teste:

1. as observações devem ser independentes;
2. as variâncias populacionais devem ser iguais nos dois grupos;
3. os dois conjuntos de dados devem provir de distribuições normais.

Segundo Barbetta et al. (2010) as médias populacionais forem iguais (H_0 verdadeira) e as suposições básicas puderem ser admitidas, então utiliza-se a distribuição t de Student, com $gl = n_1 + n_2 - 2$ graus de liberdade, para a realização do teste. Admitindo a abordagem clássica, busca-se os valores críticos da distribuição t , com os devidos graus de liberdade, o qual deixa

uma área a $\alpha = 0,05/2 = 0,025$ em cada calda da distribuição (pois o teste é bilateral), levando à regra de decisão.

Admite-se também a abordagem do valor $p > \alpha$, o que leva à aceitação da hipótese de médias iguais, ao nível de significância de 5%.

4. Apresentação e discussão dos resultados

Conforme a figura 7 constatou-se que o maior número de espécie analisadas foram o Cambará e o Pinus com 50% e 25% respectivamente, e com menor frequência as espécies Cedro e Canela 12,5% cada.

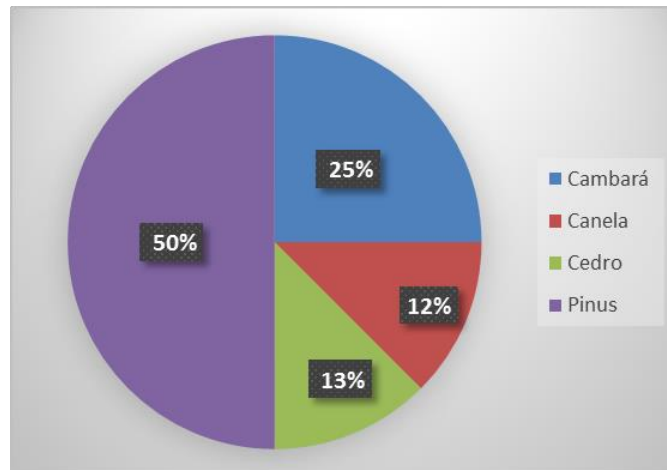


Figura 7 - Frequencia das espécies de madeiras

Fonte: Dados da pesquisa, utilizando o *Software Action 2.8*

Com relação á resistência o Cambará apresentou maior valor médio de compressão correspondente á 60,76 MPa, seguido do Pinus com 31,77 Mpa, conforme mostra a figura 8. Como a Canela e o Cedro são madeiras nobres, não se justifica a relevância de seus resultados, devido a questão da não utilização dessas espécies para a construção de telhados.

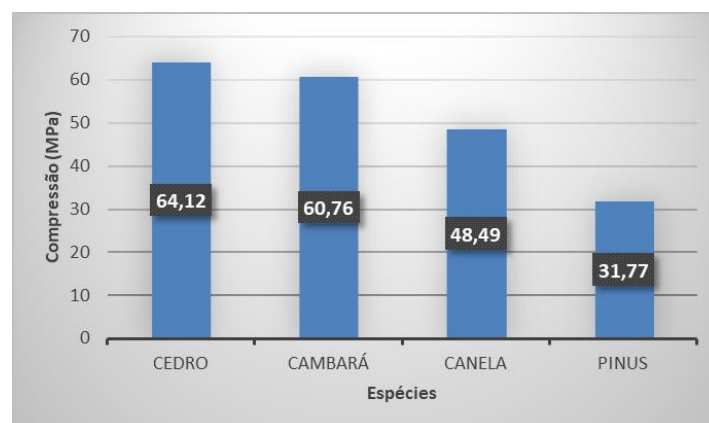


Figura 8 - Resistência por espécie em MPa

Fonte:Dados da pesquisa, utilizando o *Software Action 2.8*

De acordo com a tabela 1 a melhor média apresentada foi de 60,76 MPa com desvio padrão de 13,80 MPa para o Cambará, e para Pinus em média 31,77 MPa com desvio padrão de 6,67 MPa.

Espécie	Média (MPa)	Desvio Padrão (Mpa)
---------	-------------	---------------------

Cedro	64,12	1,17
Cambará	60,76	13,80
Canela	48,49	1,15
Pinus	31,77	6,67

Fonte: Dados da pesquisa, utilizando o Software Action2.8

Tabela 1- - Distribuição das espécies de madeira quanto à média e desvio padrão amostral

A partir da pesquisa de mercado os preços encontrados para as espécies comercializadas foram em média R\$ 1.560,88/m³ para o Cambará e R\$ 822,17/m³ para o Pinus, com desvio padrão de R\$ 157,99/m³ e R\$203,33/m³ respectivamente, como mostra a tabela 2.

Espécie	Média (R\$/m ³)	Desvio Padrão (R\$/m ³)
Cambará	1560,88	157,99
Pinus	822,17	203,33

Fonte:Dados da pesquisa, utilizando o Software Action 2.8

Tabela 2– Distribuição do custo/m³ através das médias e desvio padrão de acordo com as espécies

Dentre as espécies restantes a madeira mais viável, no âmbito financeiro é o Pinus, porém ao analisar o quesito resistência à compressão (fc0), o Cambará toma vantagem quanto ao Pinus possuindo uma média de 28,99 MPa a mais que a concorrente

De acordo com a tabela 3, conclui-se, então, ao nível de significância de 5%, que os dados comprovam uma diferença entre as espécies. Existe uma probabilidade razoável (inferior a 5%) de que as diferenças observadas nos dados não são provenientes de fatores casuais.

Poder do teste	Calculado	Valor de Referência
P(T<=t) bi-caudal	1,38819E-10	≤ 0,05
Stat t	9,2735	>2,0369

Fonte:Dados da pesquisa, utilizando o Software Action 2.8

Tabela 3 – Distribuição do poder do teste

5. Conclusão

Conclui-se então de que as espécies de Cedro e Canela analisadas no decorrer da pesquisa são inviáveis no que diz respeito à construção de telhados, pois a Canela não é mais comercializada na região e o Cedro é uma madeira muito nobre usada apenas para fins de acabamentos. Dentre as espécies restantes a madeira mais viável, no âmbito financeiro é o Pinus, porém ao analisar o quesito resistência à compressão (fc0), o Cambará toma vantagem quanto ao Pinus. As características físicas das madeiras também interferem na durabilidade destas, sendo o Cambará uma madeira de densidade média, e pouco suscetível ao ataque de organismos xilófagos, sendo assim se torna mais durável que a outra espécie analisada, que por sua vez possui uma alta porosidade e densidade baixa, tornando-se menos resistente aos efeitos de intempéries como a umidade, altamente prevalecente na região de Blumenau, além de ataques por organismos xilófagos. O presente estudo demonstrou a importância de uma sistemática de seleção de materiais no contexto de um processo de desenvolvimento de produtos. Na hora de construir um telhado deve se levar em consideração a qualidade da madeira, suas restrições de uso de acordo com as especificações requeridas de necessidades de uso. Blumenau predominam-se as madeiras de Pinus e Cambará, sendo a última mais

indicada para a construção de um telhado devido a sua alta resistência e durabilidade com relação ao Pinus, que por sua vez é mais barato, porém há uma grande necessidade de tratamento para que esta dure tanto quanto a concorrente, logo o valor a mais gasto na aquisição do Cambará será compensado pelo atendimento das necessidades, aplicabilidade e a qualidade do mesmo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: *Projeto de Estruturas de Madeira*. 1 ed. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

BACK, Nelson et al. *Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem*. Barueri : Manole, 2008. xxvi, 601 p, il.

BARBETTA, Pedro Alberto; REIS, Marcelo Menezes; BORNIA, Antonio Cezar. Estatística para cursos de engenharia e informática.3. ed. São Paulo : Atlas, 2010. 410 p, il.

ECHEVESTE, M. E.; RIBEIRO, J. L. D. *Diagnóstico e intervenção em empresas médias: uma proposta de (re) organização das atividades do Processo de Desenvolvimento de Produtos*. Produção, v. 20, n. 3, p. 378-391, 2010.

IBRACON. *Materiais de construção civil: e princípios de ciência e engenharia de materiais*. São Paulo: Geraldo C. Isaia, 2009. 1712 p.

ISAIA, Geraldo Cechella; INO, Akemi. *Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais*. São Paulo : Ibracon, 2007. 2v, il. +, 1 CD-ROM.

IUDÍCIBUS, Sérgio de. *Análise de custos: uma abordagem quantitativa*. São Paulo : Atlas, 2013. xi, 170 p, il.

MOLITERNO, Antonio; BRASIL, Reyolando M. L. R. F. *Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira*.3. ed. São Paulo : E. Blücher, 2009. xiii, 268 p, il.

MONTGOMERY, Douglas C; RUNGER, George C. *Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros*.6. ed. Rio de Janeiro : LTC, 2016. xvi, [636] p, il.

ROZENFELD, Henrique et al. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006. xxvii, 542 p., il.

SLACK, Nigel. *Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais*. 2. ed. São Paulo : Atlas, 2002. 218p, il.

ZENID, G.J; NAHUZ, M.A.R; MIRANDA, M.J.A.C; FERREIRA, O.P. *Madeira: uso sustentável na construção civil*. São Paulo: IPT, 2003. 59 p.

_____. *Madeira: uso sustentável na construção civil*. São Paulo: IPT, 2009. 99 p.: 5 e.