

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
ENGENHARIA FLORESTAL

ANDRÉ LUÍS BERTI

**DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EMPILHAMENTO EM MATERIAIS DE
Eucalyptus spp. COM DIFERENTES SORTIMENTOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2019

ANDRÉ LUÍS BERTI

**DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EMPILHAMENTO EM MATERIAIS DE
Eucalyptus spp. COM DIFERENTES SORTIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Eleandro José Brun

DOIS VIZINHOS

2019



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

Título: **DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EMPILHAMENTO EM MATERIAIS DE *Eucalyptus spp.* COM DIFERENTES SORTIMENTOS**

por

André Luís Berti

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 03 de junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Eleandro José Brun
Orientador(a)

Prof. Dr. Edgar de Souza Vismara
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Marcos Aurélio Mathias de Souza
Membro titular (UTFPR)

Prof. Dr. Maurício Romero Gorestein
Membro titular (UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

RESUMO

Uma das operações mais importantes na área florestal é a quantificação do estoque de madeira disponível, pois a informação é indispensável para projeções financeiras de empresas de base florestal. O inventário florestal é a ciência florestal que utiliza de técnicas para realizar a quantificação do estoque de madeira em pé. No entanto, com a madeira já explorada, a quantificação é realizada pelas medidas das dimensões de pilhas de madeira, obtendo as medidas de volume em metro estéreo. Como o metro estéreo considera as partes vazias da pilha como volume, é necessário um fator de correção desse valor para obter a quantidade de madeira real na pilha. Este fator é o fator de empilhamento. Este trabalho teve como objetivo a determinação de fatores de empilhamento para diferentes espécies de eucalipto com dois sortimentos, 1,90 metros c/c e 6,20 metros c/c. Foi utilizado o método do gabarito de área conhecida de 1m² (1x1m). Foram selecionadas 65 unidades de amostra na fazenda Taquari e 45 na Fazenda São José, totalizando 110 pilhas de madeira. Em cada pilha foi levantada 3 amostras com o gabarito, totalizando 330 amostras. O levantamento era feito o gabarito de 1m² sendo colocado na face da pilha e medindo duas vezes o diâmetro de cada tora. As toras que não estavam 100% dentro do gabarito eram medidas e por definição do medidor era atribuído uma porcentagem de participação dentro do gabarito em uma escala de 5 em 5%. Foram avaliadas 3 espécies de eucalipto: *E. urograndis*, *E. saligna* e *E. dunnii*, com dois comprimentos de tora 1,90m c/c e 6,20m c/c. Os resultados dos fatores foram: para o *E. urograndis* 1,90 m c/c, o valor obtido foi 1,42, para o 6,20m c/c, 1,63. O *E. saligna* teve um valor de 1,39 para o sortimento 1,90m c/c. O *E. dunnii* obteve para o sortimento 1,90m c/c um valor de 1,42 e para o sortimento de 6,20m c/c, 1,62.

Palavras Chave: Fator de empilhamento, fator de conversão, eucalipto, gabarito.

ABSTRACT

One of the most important operations in the forest area are the quantification of available wood stock, the information is indispensable for projections of forest-based companies. The forest inventory is a forest science to data analysis tool for quantifying standing wood stock. However, with a wood already exploited the quantification is performed by measuring the dimensions of the wood stacks, obtaining as measures of volume in frame volume (stere). The stereo meter is considering the parts of the volume include air spaces between logs, in order to get a quantity of real wood volume in the stack, a conversion factor value is required.

This is the stacking factor. The objective of this work was to identify stacking factor in different species of eucalyptus, with 1.90 meters and 6.20 meters of length. To carry out the work was used the grid method of known area of 1m² (1x1m). A total of 110 stack wood were selected in two farms: Taquari and São José, being these 65 in Fazenda Taquari and 45 Fazenda São José. Three samples were collected in each pile with a total of 330 samples. The survey was done on the 1m² grid being placed on the stack face and measuring twice diameters of each log. As logs that were not 100% in the grid were measured and geared towards defining a percentage of participation within feedback on a 5 by 5% scale. Three species of eucalyptus were evaluated: *E. urograndis*, *E. saligna* and *E. dunnii*, with two lengths 1.90m and 6.20m. The results of stakings factors were: for *E. urograndis* 1.90m, the value found was 1.42, for 6.20m, 1.63. *E. saligna* had a value of 1.39 for the assortment 1.90m c / c. *E. dunnii* for the assortment 1.90m a value of 1.42 and for the assortment of 6.20m, 1.62.

Key words: Stacking factor, conversion factor, eucalyptus, grid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Representação do volume em metro estéreo de uma pilha de madeira. ..	14
Figura 2: Materiais Utilizados	29
Figura 3: Processo de levantamento dos diâmetros das árvores.....	30
Esquema 1: Sequenciamento das atividades do método de levantamento do fator de empilhamento.....	20
Mapa 1: Localização do município de Manoel Vianna-RS.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Exemplos de fatores de empilhamento para <i>Eucalyptus grandis</i> em função do diâmetro e espaçamento	21
Tabela 2:	Fatores de empilhamento para espécies de <i>Eucalyptus</i>	21
Tabela 3:	Número de pilhas amostradas na Fazenda Taquari conforme mês de empilhamento e sortimento	27
Tabela 4:	Número de pilhas amostradas na Fazenda São José conforme mês de empilhamento e sortimento	28
Tabela 5:	Número de amostras levantadas nas Fazendas Taquari e São José por sortimento.	28
Tabela 6:	Resultado do fator de empilhamento médio de espécies com o sortimento 1,90 c/c.....	32
Tabela 7:	Resultado fator de empilhamento médio de espécies com o sortimento 6,20m c/c.....	33
Tabela 8:	Fatores de empilhamento na Fazenda São José para os dois sortimentos em diferentes datas.	33
Tabela 9:	Fatores de empilhamento na Fazenda São José para os dois sortimentos em diferentes datas.	34
Tabela10:	Fatores de empilhamento médio para as espécies e sortimentos estudados.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS

INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
PSF	Ponto de Saturação das Fibras
SI	Sistema Internacional de Unidades

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO GERAL	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 UNIDADES DE MEDIDA	13
3.1.1 Volume Estéreo	13
3.1.2 Volume Sólido Empilhado	15
3.2 FATOR DE EMPILHAMENTO	16
3.3 EUCALIPTO	22
3.3.1 <i>Eucalyptus dunnii</i>	24
3.3.2 <i>Eucalyptus saligna</i>	24
3.3.3 <i>Eucalyptus urograndis</i>	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 EQUAÇÕES UTILIZADAS	30
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	32
6 CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE	41

1 INTRODUÇÃO

Uma das operações fundamentais no setor florestal refere-se à medição do estoque de madeira, pois essa informação serve de suporte para exploração da floresta e projeções financeiras de indústrias de base florestal. O conhecimento da estimativa precisa do volume de recursos florestais disponível é de grande relevância devido à valorização da madeira como matéria-prima e produto (BERTOLA, 2002; FOELKEL, 2015).

O inventário florestal é ramo da ciência florestal que apresenta como objetivo fornecer as estimativas de volume de madeira por unidade de área e a sua estruturação na mesma. Porém, com a floresta já explorada, a avaliação do volume de madeira é realizada diretamente em pilhas de madeira no campo ou no pátio das indústrias, ou diretamente em cargas de caminhões utilizados para o baldeio, obtendo assim o volume em metro estéreo. O metro estéreo é uma medida de volume que leva em consideração as dimensões da pilha ou carga, incluindo o volume sólido de madeira e os espaços vazios entre as toras. A utilização de tal medida fundamenta-se em sua praticidade de medição e objetividade com pouca tecnologia, pois apenas é necessário uma trena ou vara graduada para medir a pilha (BATISTA *et al.*, 2002; BERTOLA, 2002).

Atividades como: recebimento de madeira e pagamento por serviços prestados, que utilizam este volume são muito questionados, pois ocorrem prejuízos econômicos e imprecisões gigantescas em seu levantamento causados por fatores como: diferentes sistemas de empilhamento (manual ou mecânico), forma de transporte e dificuldade em corrigir cargas mal empilhadas. Outro fator relevante é que, muitas vezes a estimativa do volume da madeira é realizada diretamente na pilha no caminhão, o que resulta em erros absurdos nas conversões, dada a dificuldade de visualizar a parte superior da carga e medir as dimensões das pilhas sobre a carroceria (BERTOLA, 2002). Por esta razão, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), determinou através da portaria Nº 130 de 7/12/1999, que devido a unidade de medida “estéreo” não estar incluída no Sistema Internacional de Unidades (S.I.), deveria ser abolida de forma gradual até 2009 (INMETRO, 1999)

Para buscar uma solução para este problema, muitas empresas e profissionais tem testado métodos de baixo custo operacional e que proporcionem

uma maior precisão para determinação da conversão da unidade estéreo para o metro cúbico. Esta conversão é possível através do conhecimento e aplicação de um fator corretivo, denominado fator de empilhamento, que leva em consideração apenas o volume sólido presente na pilha, excluindo os espaços vazios (MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003). Características da madeira como diâmetro, espessura da casca, comprimento das toras e rachaduras, além da forma de empilhamento, espécie, idade das árvores, umidade e outros fatores, interferem no volume da madeira empilhada e a utilização de um fator de empilhamento médio para diferentes situações, incorre em erros nas estimativas de volumes totais (BERTOLA, 2002).

Existem vários métodos com o objetivo de conhecer o volume real da madeira, entre eles estão: a utilização de gabaritos com área conhecida (*Grid method*), utilização de softwares de análises de imagens, métodos de medidas individuais, método do xilômetro em laboratório, princípio de Arquimedes por imersão em tanques e através de *Drive Through Scanners*. Porém, nenhum sistema é perfeito e todos tem limitações, pois uma série de fatores humanos e de procedimentos afetam os valores finais (TIMBER MEASUREMENTS SOCIETY, 2008). Este processo de estimativa de conversão gera muitos atritos devido a dúvidas e descréditos entre as partes envolvidas na comercialização de madeira, geralmente em toras de diâmetros abaixo de 30 cm, destinadas a usos menos nobres e que não possuem métodos de aferição de volumes individuais consagrados, como as toras de maiores diâmetros. Devido ao grande volume de madeira diariamente utilizada em empresas de base florestal, é essencial definir uma metodologia justa, rigorosa, auditável e transparente para definir fatores de conversão para estimar o estoque de madeira, na qual todas as partes envolvidas estejam seguras com os procedimentos utilizados (FOELKEL, 2015).

Diante deste contexto, novas metodologias para a conversão de unidade devem ser desenvolvidas e as já existentes aprimoradas, para que no futuro as informações delas decorrentes possam ser utilizadas com segurança em todas as situações existentes nos processos produtivos, em diferentes locais e com todas as espécies de interesse comercial. Com isso, o presente trabalho objetivou determinar o fator de empilhamento de metro estéreo (st) para metro cúbico (m³) em pilhas de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus spp.*, com dois diferentes comprimentos de tora e datas de empilhamento.

2 OBJETIVO GERAL

Determinar o fator de empilhamento de metro estéreo (st) para metro cúbico (m^3) em pilhas de diferentes materiais genéticos de *Eucalyptus spp.*, com dois diferentes sortimentos, utilizando o método com gabarito com área conhecida (1 m x 1 m).

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar o fator de conversão do *Eucalyptus urograndis*;
- Determinar o fator de conversão do *Eucalyptus dunnii*;
- Determinar o fator de conversão do *Eucalyptus saligna*;
- Definir o fator de conversão dos dois sortimentos utilizados nas Fazendas Taquari e São José.
- Avaliar fatores que interferem no valor do fator de empilhamento.
- Verificar capacidade do método do gabarito no levantamento do fator de empilhamento.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 UNIDADES DE MEDIDA

3.1.1 Volume Estéreo

A unidade metro estéreo é uma medida de volume correspondente as dimensões de um metro cúbico (1 m³). A palavra “estéreo” vem do grego “*stereos*”, que significa sólido, e suas origens remontam a Europa do século XVIII, sendo utilizada por diversos países da região como unidade de medida de volume. No Brasil é utilizada como medida de volume desde os tempos imperiais na comercialização de lenha. Recentemente tornou-se uma prática difundida, sendo usada no comércio de madeira para desde padarias e restaurantes que consomem em pequenas quantidades até grandes empresas que utilizam a madeira como produto ou matéria prima em larga escala (BATISTA *et al.*, 2002).

O uso do metro estéreo foi bastante difundido devido a sua praticidade, facilidade e rápida obtenção do volume de madeira empilhada, pois há pouca tecnologia empregada e utiliza-se de poucos instrumentos para levantamentos das dimensões da pilha como: vara graduadas e trenas ou fitas métricas. Para medir o volume em estéreo (st), multiplica-se o comprimento da pilha, pelo comprimento médio das toras e altura média da pilha (Figura 1) (FOELKEL, 2015).

Batista *et al.* (2002, p. 2), define o metro estéreo tecnicamente como:

1 estéreo é igual ao volume de uma pilha de madeira de um metro cúbico e, portanto, compreende a madeira propriamente dita e os espaços vazios entre as toras...e não faz nenhuma restrição as dimensões das toras da pilha, nem ainda ao método de empilhamento.

Foelkel (2015, p. 6) sustenta que volume em metro estéreo, “é o volume que se obtém pela medição de pilhas de toras de madeira, incluindo os volumes de espaços vazios entre as toras”.

Paula Neto *et al.* (1993, p. 46) define o volume estéreo como, “a unidade de volume correspondente a um metro cúbico de madeira empilhada, contendo toras

que variam e área seccional, curvatura e forma, o que permite a existência de muitos espaços não ocupados por madeira”.

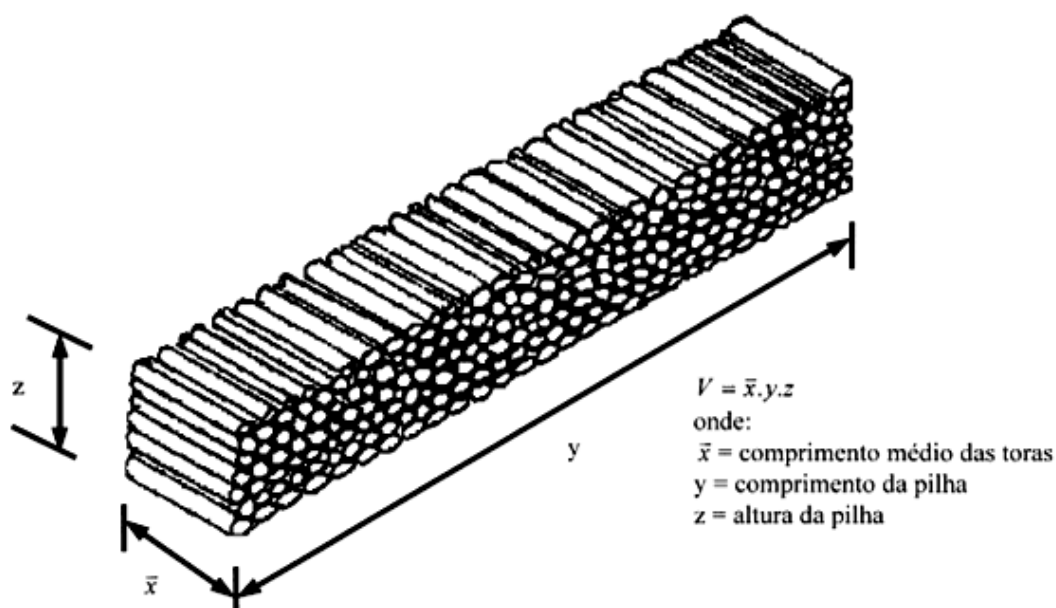


Figura 1: Representação do volume em metro estéreo de uma pilha de madeira.
 Fonte: INMETRO, 1999.

Porém, as transações de madeira utilizando o metro estéreo causam muitas controvérsias e inconvenientes, devido esta unidade também levar em consideração os espaços vazios não preenchidos por madeira e não somente o volume real de madeira, que é o que interessa para quem está realizando a compra. Também há problemas em fraudes, deliberadamente feitas ou não, onde, para obter um aparente maior volume de madeira em estéreo, práticas como: objetos estranhos no meio da pilha, toras em posições transversais, desgalhamentos mal conduzidos, empilhamentos mal realizados causando “gaiolas nas pilhas”, empilhamento maior próximo aos fueiros e no meio da pilha com menos volume, causando o efeito “V” em cargas de caminhões, entre outros procedimentos que aumentam os espaços vazios em pilhas, além de ocorrências de espaços vazios nas toras causados por fendilhamentos e rachaduras, que também aumentam o volume estéreo e interferem assim no preço da madeira (TIMBER MEASUREMENTS SOCIETY, 2008; BATISTA *et al.*, 2002).

Por esta razão, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), determinou através da portaria Nº 130 de 7/12/1999, que devido a unidade de medida “estéreo” não estar incluído no Sistema Internacional de Unidades (S.I.), do qual o Brasil é signatário, deveria ser abolida de forma gradual

até 2009, sendo não mais recomendada como unidade de medida para comercialização, devendo assim, com o objetivo de garantir a sua confiabilidade metrológica, utilizar outra medida para volume contida no S.I. em operações envolvendo produção, colheita, baldeio, transporte e comercialização da madeira roliça, utilizada como combustível ou como matéria prima industrial (INMETRO, 1999).

O volume estéreo, como medida de volume em pilhas de madeira, continua sendo utilizado devido a sua facilidade, objetividade e rapidez na obtenção da informação. Porém, para conhecimento de estoque, pagamentos por serviços prestados e compra e venda de madeira de forma segura, é necessário, a transformação do volume estéreo (st) em volume sólido de madeira, para isso, fatores de conversão para transformação entre unidades de volume devem ser medidos e calculados para cada ocasião (FOELKEL, 2015; BATISTA *et al.*, 2002).

3.1.2 Volume Sólido Empilhado

O volume sólido de madeira empilhada consiste no real volume que compõe a estrutura da madeira (fibras e água) e não leva em consideração o volume dos espaços vazios existentes na pilha. A unidade em que se mede o volume sólido é o metro cúbico (m^3). Segundo Batista *et al.* (2002), o volume sólido caracteriza a produção efetiva de madeira que pode ser efetivamente comercializado e reflete a capacidade produtiva da floresta.

Foelkel (2015, p. 7) define como, “consiste na medição apenas do volume de madeira sólida com ou sem casca, sem incluir espaços vazios entre as peças de madeira da pilha (seja no campo, nos pátios ou nas carrocerias de caminhões ou vagões de trens)”.

A cubagem é o procedimento direto para a determinação do volume da árvore, e consiste na medição das dimensões de diâmetros e comprimento, e na utilização de funções e equações que tornam possível o conhecimento do volume real individual. A árvore é um sólido irregular e pode apresentar diferentes formas, pois seu fuste apresenta formatos variados em função do ambiente, espécie, da idade e do manejo. Existem diversos métodos que permite conhecer o volume real da árvore, os quais são usados para elaboração de equações de volumétricas

utilizadas nas estimativas de volumes totais de estoque, entre os mais consagrados estão: Smalian, Newton, Huber e Hohenadl. Para se ter o volume de uma árvore é necessário o conhecimento de sua área transversal, comprimento em árvores abatidas ou altura em árvores em pé, e um fator de redução conhecido como fator de forma, utilizado pela diminuição do diâmetro ao longo do fuste (SANCHETTA *et al.*; MACHADO; FIGUEIREDO FILHO, 2003).

$$V_i = g.h.f$$

Onde:

V_i = Volume individual (m³)

g = Área transversal (m²)

h = Altura (m)

f = Fator de forma do fuste

A utilização de métodos diretos de cubagem geralmente é utilizado em toras de maiores diâmetros onde há um uso elaborado de cada tora, porém, em toras empilhadas, de diâmetros abaixo de 30 cm com destinação menos nobre, fica inviável operacionalmente o uso da cubagem individual devido ao grande número de unidades de toras, devendo assim, utilizar métodos indiretos para a quantificação e estimativa do volume empilhado (FOELKEL, 2015).

3.2 FATOR DE EMPILHAMENTO

O fator de conversão pode ser definido como: um fator matemático utilizado para transformação de unidades de volume de madeira. O fator de empilhamento, é um fator que converte o volume estéreo (st) para volume sólido (m³), e pode ser definido entre a razão entre o volume empilhado em estéreo e o volume sólido (com ou sem casca) obtido através da cubagem (PAULA NETO *et al.*, 1993; SOARES *et al.* 2006).

Rezende *et al.* (1991, p. 275) sustenta que fator de empilhamento é “definido pela razão entre o volume em estéreo e o volume sólido da pilha, evitando a medição individualizada das peças na pilha”.

Soares *et al.* (2006) apresentam os cálculos necessários para estimar o fator de empilhamento:

a) Fator de empilhamento:

$$f_e = \frac{\text{Vol empilhado}}{\text{Vol sólido}} > 1,0$$

$$f_c = \frac{\text{Vol sólido}}{\text{Vol empilhado}} < 1,0$$

Onde:

f_e = Fator de empilhamento (st para m³);

Volume empilhado = Volume estéreo (st);

Volume sólido = Volume obtido através da cubagem (m³).

Sabendo o fator de empilhamento médio para uma determinada situação, e o volume em estéreo de uma pilha pelo seu dimensionamento, é possível obter o volume sólido pelas seguintes equações (SOARES *et al.* 2006):

b) Volume sólido

$$\text{Volume sólido} = \text{Vol empilhado} \times \overline{f_e} \quad (se \leq 1,0)$$

$$\text{Volume sólido} = \frac{\text{Vol empilhado}}{\overline{f_e}} \quad (se \geq 1,0)$$

Onde:

$\overline{f_e}$ = Fator de empilhamento médio (st para m³);

Volume empilhado = Volume estéreo (st);

Volume sólido = Volume sólido (m³);

Diversos autores confirmam o fato de que utilizar um fator de empilhamento médio para diferentes situações, prática comum em determinados sistemas de inventário, erros substanciais podem ocasionar erros muito grande na estimativa do volume sólido, pois a variação de características é muito grande, mesmo em um

mesmo sítio, dentro da mesma espécie e de indivíduo para indivíduo (PAULA NETO *et al.*, 1993; SOARES *et al.* 2006; COUTO; BASTOS, 1988; BATISTA; COUTO, 2002). De acordo com Couto e Bastos (1988), utilizar um mesmo fator médio para cenários diferentes é dizer que todos os povoamentos apresentam as mesmas características, afirmação incorreta tratando-se de florestas plantadas. Batista e Couto (2002) e Paula Neto *et al.* (1993) sustentam que é necessário calcular o fator de empilhamento médio para cada situação ou para cada transação de madeira. Porém, calcular o fator de empilhamento para cada caso seria muito pouco prático e acarretaria maiores custos, portanto adota-se um fator médio, independentemente de como a pilha foi formada (BATISTA; COUTO, 2002). Soares *et al.* (2006) afirma, que a utilização de um fator médio é preocupante, porém inevitável se tratando do volume de madeira comercializada, e por isso um fator de empilhamento médio deve ser usado com critério para propiciar estimativas precisas do volume sólido de madeira.

Vários aspectos interferem no fator de empilhamento, e podem ser divididas em 3 grupos: características das árvores, do povoamento e de fatores humanos e operacionais. Dentro das características das árvores podemos citar: diâmetro, comprimento da tora, espessura da casca, idade da árvore, tortuosidade ou retilineidade, conicidade, presença de galhos ou nós, bifurcações, espécie, etc. Das características do povoamento o espaçamento, condição de clima e tempo e o sítio são os fatores que mais interferem. Os aspectos relacionados a fatores humanos e operacionais, a forma de empilhamento (mecânico x manual), o operador da máquina, o equipamento para empilhamento, qualidade no empilhamento das toras, altura das pilhas, número de vezes em que se manuseia o material, tempos de estocagem, fraudes no sentido de ganhar volume pelo aumento proposital do fator de empilhamento, etc. (PAULA NETO *et al.*, 1993; SOARES *et al.* 2006; COUTO; BASTOS, 1988; BATISTA; COUTO, 2002; REZENDE *et al.*, 1991; FOELKEL, 2015).

De acordo com Paula Neto *et al.* (1993), os fatores que mais interferem no fator de empilhamento são: o diâmetro e o comprimento das toras. Sustentam ainda que quanto maior o diâmetro, maior é o volume sólido na amostra e menor é o fator de empilhamento. Couto e Bastos (1988) e Bertola *et al.* (2003) também confirmam a tese anterior; e em seu estudo sobre qual fator que mais interfere no fator de empilhamento, Couto e Bastos (1988), encontraram que o diâmetro teve a maior variação, de 29%, encontrando valores de 1,19 à 1,54.

Zon (1903) e Paula Neto *et al.* (1993), declaram que quanto menor o comprimento da tora, maior é seu volume e conseqüentemente menor será o fator de empilhamento. Paula Neto *et al.* (1993) ainda afirma: que como as toras não são completamente lisas e retas, a presença de espaços vazios (gaiolas) aumentam quanto maior for o comprimento das toras, conseqüentemente aumentando o valor do fator de empilhamento. De acordo com a *Association of forest engineers for the province of Quebec* (1928) para uma mesma espécie o valor do volume sólido de uma pilha é maior em madeira descascada em relação a madeira com casca, o que diminui o valor do fator de empilhamento.

Rezende *et al.* (1991), ainda adiciona aos fatores das árvores que podem afetar o valor do fator de empilhamento a umidade. Durante a secagem ao tempo em que a madeira empilhada é exposta as condições ambientais, a madeira sofre alterações dimensionais, que surgem a partir do ponto de saturação das fibras (PSF), quando a madeira inicia sua contração. Caso a superfície da madeira atingir rapidamente o PSF, haverá a formação de tensões nos planos da madeira (longitudinal, radial e tangencia) que caso essas tensões excederem os limites da resistência da madeira, resultará em rachaduras. Essas rachaduras alteram as dimensões da madeira, resultando assim na interferência deste aspecto no valor do fator de empilhamento. Ainda afirma, que como o fator varia a medida em que a pilha está exposta, para chegar a um valor constante, a pilha deve ficar no mínimo um período de 75, no processo de secagem natural.

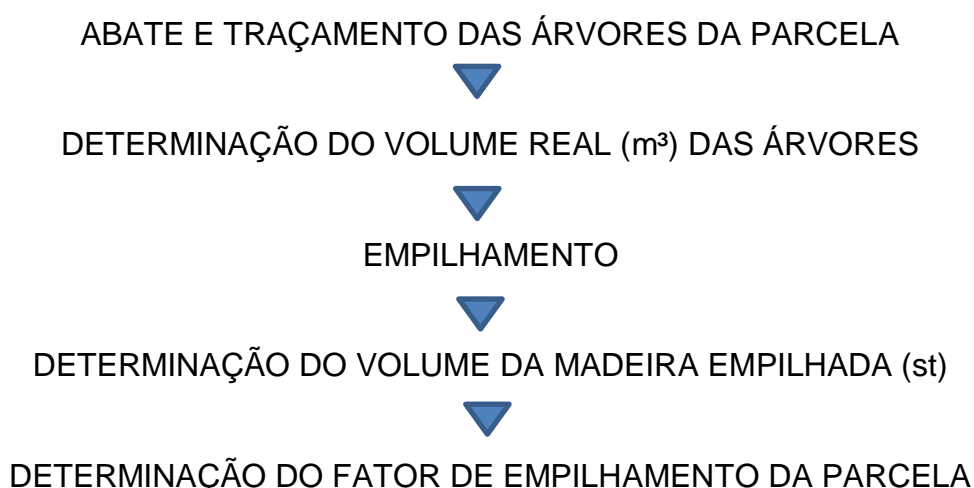
A tortuosidade ou retilineidade, a presença de galhos nós e bifurcações são de difícil quantificação, porém quando há a presença desses efeitos, o valor do fator de empilhamento tem um leve aumento, pois espaços vazios aparecerão (PAULA NETO *et al.*, 1993). Couto e Bastos (1998) suportam também, que a altura da pilha e a rotação da floresta também influenciam o fator de empilhamento na casa dos 4%.

Outra situação que aumenta o valor do fator de empilhamento e talvez a mais polêmica, quando de uma proporção excessiva, é a presença das chamadas “gaiolas”, como são chamados os espaços vazios entre as toras presentes nas pilhas. A presença das gaiolas é um fator que gera atritos entre contratantes de serviços terceirizados de colheita e empresas terceirizadas de colheita, e também entre compradores e vendedores de madeira, visto que, com maior ocorrências de gaiolas, sugere-se que a pilha foi mal construída e que pode haver fraude no sentido de ganhar volume pelo aumento proposital do fator de empilhamento, uma vez que o

volume de madeira empilhada (st) tende a aumentar, e sugere-se que há maior quantidade de madeira sólida (m^3). Porém outras possibilidades que acarretam a ocorrência de gaiolas são: o sistema de empilhamento (empilhamento mecanizado tende a aumentar a presença de gaiolas e o fator de empilhamento), operadores inexperientes, qualidade no empilhamento das toras (a presença de toras atravessadas, irregularmente dispostas, objetos estranhos no meio da pilha, etc. tendem a aumentar as gaiolas e o fator de empilhamento), desgalhamentos mal conduzidos e etc. Também quanto maior for o comprimento da tora, maior a probabilidade de haver gaiolas, aumentando o fator de empilhamento (BATISTA; COUTO, 2002).

A forma convencional de obtenção do fator de empilhamento em inventários, consiste no abate e traçamento de árvores selecionadas presentes nas parcelas, com objetivo de obter o volume sólido do torete (m^3) através da cubagem. Após a aferição do volume real, os toretes são empilhados, e é medido o volume estéreo (st), seguindo com o cálculo do fator de empilhamento (Cálculo a). Com o valor do fator para cada parcela levantada, é possível calcular um fator de empilhamento médio para o povoamento (SOARES *et al.* 2006).

Esquema 1: Sequenciamento das atividades do método de levantamento do fator de empilhamento



Fonte: Soares *et al.* (2006).

Ainda apresenta outras formas de levantamento do fator de empilhamento, através de processamento digital, como o software Digitora®, do qual utiliza-se de

uma imagem digital da pilha e pontos virtuais equidistantes na face perpendicular da pilha, dos quais o software calcula o fator de empilhamento pela sobreposição nas toras empilhadas. Outro software é o NeuroDIC®, que também utiliza imagens da pilha para o cálculo do fator de empilhamento, e segundo Barros (2017), apresentou um resultado mais preciso na obtenção do fator de empilhamento em relação ao software Digitora®.

Fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis*, no qual, Rezende (1988), fez uma pesquisa para verificar os valores dos fatores de empilhamento, por classe de diâmetros em diferentes arranjos espaciais (Tabela 1).

Tabela 1: Exemplos de fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis* em função do diâmetro e espaçamento

Classe de Diâmetro	Espaçamentos					
	1 x 1		3 x 1		3 x 2	
	Nº árvores	fe	Nº árvores	fe	Nº árvores	fe
5,0-7,4	118	1,5356	21	1,5554	6	2,1555
7,5-9,9	68	1,4396	38	1,4694	6	1,4576
10-12,4	28	1,4055	34	1,4558	16	1,4407
12,5-14,9	31	1,3719	19	1,4384	25	1,3063
15,0-17,4	32	1,2422	26	1,4033	28	1,2774
17,5-19,9	3	1,2156	15	1,2598	18	1,2372
20,0-22,4	3	1,0723	9	1,2511	10	1,1958
22,5-24,9	-	-	-	-	3	1,1958
Média		1,4402		1,4319		1,3503

Fonte: REZENDE (1988)

Paula Neto *et al.* (1993), em seu estudo sobre fatores de empilhamento em diferentes diâmetros para *Eucalyptus grandis*, encontrou o valor médio de 1,3204 para diâmetros variados, no espaçamento 3 x 2 metros. Cailliez (1980) sustenta em seu estudo sobre diferentes espécies que o fator de empilhamento pode variar de 1,25 a 2,22 e ocasionar imprecisão de até 78% na estimativa final. Couto e Bastos (1988), realizando um trabalho com diferentes espécies de eucalipto destinado a energia, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, encontrou valores de fatores de empilhamento de 1,42 e 1,47, respectivamente. Guimarães (1983) apresentou algumas estimativas sobre os fatores de empilhamento de diferentes tipos de *Eucalyptus*.

Tabela 2: Fatores de empilhamento para espécies de *Eucalyptus*

Espécie	fe
<i>E. cloeziana</i>	1,21
<i>E. grandis</i>	1,23

<i>E. propinqua</i>	1,25
<i>E. saligna</i>	1,26
<i>E. camaldulensis</i>	1,26
<i>E. pilularis</i>	1,27
<i>E. citriodora</i>	1,28
<i>E. pellita</i>	1,31
<i>E. maculata</i>	1,33
<i>E. terenticornis</i>	1,39
<i>E. microcorys</i>	1,61

Fonte: GUIMARÃES (1983)

3.3 EUCALIPTO

O *Eucalyptus* é um grupo de espécies que formam um dos maiores gêneros de plantas do mundo. Descritos pelo francês L' Hérítier em 1789, foi classificado no grupo das Angiospermas, ordem Myrtales e da família Myrtaceae. Existem mais de 800 espécies do gênero nativos da região da Oceania, em países como Austrália, Papua-Nova Guiné, Timor Leste, Indonésia e Filipinas. Sua ocorrência e distribuição é muito diversificada. É possível encontrar espécies de *Eucalyptus* em regiões tropicais com latitudes 3°S, até temperadas, com latitude 43°S, além de regiões muito úmidas até locais extremamente secos, desde o nível do mar até elevadas altitudes (FLORES, *et al.*, 2016).

O gênero *Eucalyptus* propagou-se velozmente por todos os cantos do mundo devido a sua capacidade de adaptabilidade e rápido crescimento, e passou a ser utilizada para fins comerciais em diversos países (FERREIRA *et al.*, 2010; FONSECA *et al.*, 2010). Não há data precisa da introdução do eucalipto no Brasil, estima-se que a inserção ocorreu na metade do Século XIX nos estados do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro e São Paulo, e foram plantados com fins ornamentais, para obtenção de seu óleo essencial e para quebra ventos. Certo é que, Edmundo Navarro de Andrade, engenheiro agrônomo, considerado o pai da eucaliptocultura no Brasil iniciou em 1903, no Horto florestal de Jundiaí-SP, pesquisas sobre os usos do eucalipto para fins econômicos, financiados por companhias ferroviárias, com o objetivo de tornar a lenha, combustível requerido pelas locomotivas, mais acessível ao longo do trecho das ferrovias. Inicialmente a técnica utilizada por Navarro de Andrade era comparar o crescimento de espécies exóticas com nativas, e naquela pesquisa, não tardou em recomendar o plantio de novos exemplares e a aquisição de um horto maior, para intensificar as pesquisas do eucalipto. Após os primeiros

resultados, a técnica usada foi a de selecionar, dentre muitas espécies de eucalipto de diferentes locais de origem, aquelas que melhor se adaptaram ao estado de São Paulo. As espécies selecionadas pelas primeiras pesquisas foram *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. pellita*, *E. resinifera*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*. Estima-se que em 1941, ano da morte de Navarro de Andrade, havia cerca de 24 milhões de árvores de eucalipto plantadas pela Companhia Paulista (EMBRAPA, 2014; FLORES, *et al.* 2016; HASSE, 2006).

A partir da década de 40, os plantios de eucalipto foram se expandindo para a produção de carvão para siderúrgicas e para o segmento de celulose e papel. Contudo, a partir da década de 60, ocorreu um enorme incentivo governamental para fomento do setor florestal, a criação de uma ampla rede de órgãos de pesquisa, como a Embrapa Florestas, Universidades, institutos de pesquisa e empresas privadas. Com isso, houve a necessidade de expansão de plantios de eucalipto em outras regiões do país e a necessidade de seleção de materiais genéticos aptos para cada local. Nesta época, os métodos de pesquisa de Lamberto Golfari sobressaíram-se, e se mostraram válidos nas regiões Sul e Nordeste, e no estado de Minas Gerais, posteriormente com Carpanezi nos estados do Paraná e Santa Catarina, e em outros países nos trabalhos de Booth e Pryor em 1991 e Jovanovic e Booth, em 2002. A metodologia utilizada por Golfari para a escolha de espécies de eucalipto se baseou na similaridade bioclimática, ou seja, em aproximações das distribuições naturais do *Eucalyptus* na região da Oceania com as regiões bioclimáticas do Brasil. O sucesso do programa governamental de incentivo foi enorme, além de intensificar a pesquisa, inovação e desenvolvimento de instituições de pesquisa que são referência mundial do setor, resultou em aproximadamente 5 milhões de hectares de florestas plantadas até 1987, ano de seu fim (FLORES, *et al.*, 2016; FOELKEL, 2005; PAIVA *et al.*, 2011).

Atualmente, o Brasil é líder em produtividade para plantios de eucalipto com uma média de 35,7 m³/há. Além da produtividade, o país apresenta também, o menor tempo de rotação no mundo, que é o tempo entre o plantio e a colheita das árvores (IBA, 2017). Segundo o mesmo relatório de 2017 da Indústria Brasileira de Árvores, existem no país 5,7 milhões de hectares de plantios de eucalipto, estabelecidos principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, representando 24%, 17% e 15% respectivamente. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, apresentou em 2016, um panorama geral das

florestas plantadas no país, e indicou que a área plantada de Eucalipto é de 7,54 milhões de hectares, destacando os mesmos entes da federação citados pelo Ibá.

As espécies do gênero *Eucalyptus* que vem sendo mais utilizadas devido as características de suas madeiras, do rápido crescimento, capacidade de adaptação, retorno econômico do investimento, além do melhoramento genético empregado 12 são: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. benthamii* e híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*. Diversos são os produtos gerados a partir do eucalipto, abrangendo mercados distintos, dentre eles estão a madeira roliça, celulose e papel, serrados, óleos essenciais, chapas de fibra, lâminas e para geração de energia. Em companhia dos benefícios econômicos gerados a partir da extração do eucalipto, durante o crescimento e desenvolvimento da cultura, o plantio promove benefícios ambientais, tais como: melhoria na qualidade do ar, conforto térmico, redução dos níveis de poluição sonora e quebra ventos, podem ser empregados na recuperação de áreas degradadas, redução da erosão e assoreamentos de rios, melhoria da vazão de corpos d'água e diminuição da pressão sobre as florestas nativas (EMBRAPA, 2014; GOULART *et al.*, 2012).

3.3.1 *Eucalyptus dunnii*

O *Eucalyptus dunnii* é uma árvore subtropical, nativa da Austrália e de restrita distribuição natural. É encontrada apenas entre as latitudes 28°S e 30°S, na faixa do litoral de Queensland e Nova Gales do Sul. As exigências climáticas da espécie são: temperatura média anual entre 16 e 19 ° C, precipitação anual entre 900 e 1.600 mm e a altitude entre 100 e 900 metros.

Ocorre no tipo climático Cfa, e em menor proporção no Cfb e Cwb, sendo recomendada para plantio nos estados do sul do Brasil. (FLORES, *et al.*, 2016)

3.3.2 *Eucalyptus saligna*

O *Eucalyptus saligna* é uma árvore subtropical, nativa da Austrália e de distribuição natural entre as latitudes 33°S e 36°S, na faixa costeira de Nova Gales do Sul. As exigências climáticas da espécie são: temperatura média anual entre 13 e 18 ° C, precipitação anual entre 900 e 1.400 mm e a altitude desde o nível do mar até 600 metros de altitude.

Ocorre no tipo climático Cfb, e em menor proporção no Cfa e Cwb, sendo recomendada para plantio onde há o tipo climático Cfb, onde possui alta aptidão climática, sul, centro e leste do Paraná, parte litorânea do estado de São Paulo, e uma pequena parte do sul do Rio de Janeiro. Para os outros tipos climáticos citados possui média aptidão. (FLORES, *et al.*, 2016)

3.3.2 *Eucalyptus urograndis*

Além da grande produtividade, resistência e adaptabilidade da cultura do eucalipto, outra vantagem da planta é sua facilidade que em conseguir a obtenção de cruzamentos entres as espécies do gênero. Um exemplo desse processo de hibridação é o *Eucalyptus urograndis*. Estima-se que esse híbrido é utilizado em aproximadamente 600.000 hectares no Brasil. O híbrido é resultado da combinação do *E. grandis* x *E. urophylla*, onde reúne as características positivas de cada um dos dois. Por um lado o *E. grandis* fornece o bom rendimento volumétrico e qualidade da madeira e o *E. urophylla* é conhecido pela sua grande adaptabilidade e resistência a doenças, principalmente em relação ao cancro do eucalipto. (IPEF, 2008).

O plantio comercial do *E. urograndis* é utilizado, resultado das combinações de características, para diversos fins, como: celulose, carvão, madeira serrada etc. Por conta de sua grande adaptabilidade, o híbrido, é recomendado para plantio em quase todo o país, apenas em regiões de altitude do Sul do país com presença de geadas severas não é sugerido seu plantio, devido a ser sensível às geadas nos primeiros anos (FARIA *et al.* 2013).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi executado entre os meses de fevereiro e março do ano de 2019, em duas fazendas: Fazenda Taquari e Fazenda São José, localizadas nos municípios de Manoel Viana-RS e Cacequi-RS respectivamente, situadas no sul do estado do Rio Grande do Sul. A região de estudo está localizada na chamada Campanha Gaúcha, tipo de vegetação característica do Pampa, com uma vegetação do tipo savana-estépica gramíneo-lenhosa. As matas nativas de maior densidade cobrem as margens de rios, faixas de vertentes de morros e áreas baixas úmidas. Enquanto as gramíneas nativas recobrem os espaços destinados à criação de gado. (CARDOSO *et. al.*, 2003). O clima predominante é o Cfa, subtropical úmido com verão quente, com temperatura média anual de 18° C e precipitação anual de 1600 a 1900 mm (FLORES, *et al.*, 2016). Os solos da região são predominantemente arenosos, que são suscetíveis às erosões eólicas e hídricas. (EMBRAPA, 1999).



Mapa 1: Localização do município de Manoel Vianna-RS.
Fonte: Wikipédia, 2019.

Os povoamentos possuem aproximadamente 12 anos de idade, e são dispostos no espaçamento 3 x 1,5. Inicialmente foram plantados com o objetivo de obter poupa de celulose, porém, a área foi vendida e hoje a madeira é utilizada para a transformação em cavaco para energia.

As pilhas amostradas foram empilhadas mecanicamente logo após o corte, escolhidas como amostras de acordo com o mês em que foram colhidas. Empilhadas entre os meses de novembro e dezembro de 2018 e janeiro, fevereiro e março de 2019. Também foram selecionadas por sortimento existente, 1,90 metros c/c e 6,20 metros c/c. As duas fazendas amostradas apresentavam materiais genéticos diferentes plantados, enquanto a Fazenda Taquari apresenta *Eucalyptus urograndis* (Anexo 1), a Fazenda São José possui o *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus saligna*, fato que foi possível também realizar a separação do fator por material (Anexo 2).

Segundo a tabela 3, na Fazenda Taquari foi realizado a medição de 8 pilhas de cada sortimento existente por data de colheita e empilhamento. Para os meses que não foi realizado a colheita de 8 pilha, o maior número possível de pilhas foi amostrado. Para a Fazenda Taquari no mês de novembro/18, somente 1 pilha foi amostrada para o sortimento de 1,90 metros c/c, e não houve a colheita de madeira com o sortimento 6,20 metros c/c para o mês de janeiro/19. Totalizando 65 pilhas amostradas, 33 pilhas de 1,90 metros c/c e 32 pilhas de 6,20 metros c/c.

Tabela 3: Número de pilhas amostradas na Fazenda Taquari conforme mês de empilhamento e sortimento

FAZENDA	Colheita		N. de pilhas por sortimento		Total geral
	Ano	Mês	1,90 m c/c	6,20 m c/c	
Taquari	2018	Nov.	1	8	9
		Dez.	8	8	16
	2019	Jan.	8	0	8
		Fev.	8	8	16
		Mar.	8	8	16
	Total geral			33	32

Conforme tabela 4, na Fazenda São José foi realizado a medição de 5 pilhas de cada sortimento existente por data de colheita e empilhamento. Não houve no mês de janeiro/19 a colheita de madeira do sortimento de 6,20 metros c/c. Totalizando 45 pilhas amostradas, 25 pilhas de 1,90 metros c/c e 20 pilhas de 6,20 metros c/c.

Tabela 4: Número de pilhas amostradas na Fazenda São José conforme mês de empilhamento e sortimento

FAZENDA	Colheita		N. de pilhas por sortimento		Total geral
	Ano	Mês	1,90 m c/c	6,20 m c/c	
São José	2018	Nov.	5	5	10
		Dez.	5	5	10
	2019	Jan.	5	0	5
		Fev.	5	5	10
		Mar.	5	5	10
Total geral			25	20	45

O procedimento de medição do fator de conversão consistiu no levantamento de dados de 3 (três) amostras por pilha selecionada. As amostras estavam sistematicamente localizadas na posição de 25%, 50% e 75% do comprimento da pilha. De acordo com a tabela 5, foi avaliado ao total 330 amostras, na Fazenda Taquari apresentou 195 amostras, sendo 99 amostras do sortimento 1,90 c/c e 96 do sortimento 6,20 c/c, enquanto a Fazenda São José totalizou 135 amostras onde 99 amostras do sortimento 1,90 c/c e 96 do sortimento 6,20 c/c.

Tabela 5: Número de amostras levantadas nas Fazendas Taquari e São José por sortimento.

FAZENDA	Sortimento		Total geral
	1,90 c/c	6,20 c/c	
Taquari	99	96	195
São José	75	60	135
Total geral	174	156	330

Para a avaliação do fator de conversão foi necessário o seguinte material:

- Gabarito de 1 m²;
- Spray de cor azul ou vermelha;
- Trena de 8 m;
- Fita métrica 50 m;
- Prancheta de campo;
- Ficha de campo;
- Giz escolar;
- Equipamentos de proteção individual;
- Mapa das pilhas.



Figura 2: Materiais Utilizados

O primeiro passo foi medir 10 comprimentos das toras da pilha, 5 medidas em cada lado, para configurar a largura média (L) da pilha. A segunda etapa foi mensurar com fita métrica de 50 m e marcar com giz escolar o comprimento da pilha de 10 em 10 metros. Com o valor do comprimento da pilha (C) foi possível localizar os pontos de 25%, 50% e 75% do comprimento da pilha. Primeiramente, nas posições marcadas (25%, 50% e 75% do comprimento da pilha), era aferida a altura da pilha nesses 3 (três) pontos. Após o conhecimento de altura média da pilhas (h), o gabarito de 1 m² (1 x 1 metro) era fixado na pilha, nos mesmos locais em que eram aferidos as alturas (25%, 50% e 75% do comprimento da pilha), a 1 metro do solo, e delimitado o seu perímetro com spray na pilha. O seguinte passo foi medir com trena 2 (dois) diâmetros das árvores contidas no gabarito, sinalizar com giz escolar para evitar remarcações e definir o percentual de inclusão das árvores de borda da amostra, que não entraram completamente dentro do gabarito, com escala visual de 5 em 5% (Figura 3).



Figura 3: Processo de levantamento dos diâmetros das árvores.

Os dados foram apontados pelo ajudante, e após encerramento das atividades de campo, foram digitalizados em planilhas eletrônicas no software Microsoft EXCEL®.

4.1 EQUAÇÕES UTILIZADAS

a) Volume estéreo da amostra:

$$V_{st} = L * 1 \text{ m}^2$$

Onde:

V_{st} = Volume estéreo da amostra (st);

L = Largura média da pilha (m);

1 m² = Área do gabarito (1 metro quadrado);

b) Área basal individual:

$$g_i = \frac{d^2 * \pi}{40000}$$

Onde:

g_i = Área da secção transversal individual da tora (m^2);

d^2 = diâmetro médio ao quadrado (cm);

c) Volume individual:

$$Vol_i = g_i * L$$

Onde:

Vol_i = Volume individual da tora (m^3);

g_i = Área da secção transversal individual da tora (m^2);

L = Largura média da pilha (m);

d) Fator de empilhamento:

$$Fe = \frac{V_{st}}{\sum Vol_i}$$

Onde:

Fe = Fator de empilhamento (st para m^3);

V_{st} = Volume estéreo da amostra (st);

$\sum Vol_i$ = Soma dos volumes individuais contidos na amostra (m^3);

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos para os fatores de empilhamento, utilizando madeira de 1,90 metros de comprimento com casca, foram muito parecidos para as três espécies (Tabela 6). A variação mostrou baixa dispersão em relação à média, então, pode-se concluir que as amostras não variaram entre si. Para o comprimento estudado de 1,90 metros c/c, geralmente destinado a lenha em empresas florestais, caso não seja feita um estudo para a situação, é possível utilizar com segurança, para as três espécies avaliadas e toras mecanicamente empilhadas, um fator de empilhamento de 1,4. Este fator representa que: a cada 1,4 metros estéreo (st), medido na pilha, teremos, 1,0 metro cúbico (m³) de madeira sólida.

Tabela 6: Resultado fator de empilhamento médio de espécies com o sortimento 1,90m c/c.

Espécie	Sortimento 1,90 c/c			Fe	
	Fe médio	Desvio Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
<i>E. saligna</i>	1,39	0,10062	7,23	1,142	1,594
<i>E. dunni</i>	1,42	0,08260	5,82	1,290	1,600
<i>E. urograndis</i>	1,42	0,11879	8,39	1,166	1,740

Pelos valores encontrados para os fatores de empilhamento no sortimento de 6,20 metros de comprimento com casca, os resultados médios foram parecidos, porém diferenciam-se entre si pela variação. Houve uma dispersão maior entre as amostras de 6,20 m c/c, em relação às amostras de 1,90m c/c, concluindo assim que diferem estatisticamente entre os grupos de amostras, e dentro do grupo dos 6,20 m c/c houve também variação: o *E. dunni* apresentou uma variação considerada média, com o coeficiente de variação de 15,53%. Já o *E. urograndis* apresentou uma variação considerada de baixa à média, com um coeficiente de variação de 12,29%, não podendo ser associado ao grupo dos 1,90 m c/c em confiabilidade, porém, é mais confiável e mais homogêneo dentro de seu grupo de sortimento. (Tabela 7)

Os valores mínimos e máximos de fatores de empilhamento encontrados nas amostras, tanto para o *E. dunni* como para o *E. urograndis* tiveram grande amplitude, maiores do que Cailliez (1980) encontrou que variavam de 1,25 a 2,22.

Os valores médios encontrado do fator de empilhamento para madeira de 6,20m de comprimento c/c são, para o *E. dunni*: 1,62, isto representa que a cada 1,62 metros estéreo (st), medido na pilha, teremos, 1,0 metro cúbico (m³) de madeira

sólida. E para o *E. urograndis*: 1,63, o que mostra que a cada 1,63 metros estéreo (st), medido na pilha, obteve-se, 1,0 metro cúbico (m³) de madeira sólida.

Tabela 7: Resultado fator de empilhamento médio de espécies com o sortimento 6,20m c/c.

Espécie	Sortimento 6,2 c/c			Fe	
	Fe médio	Desvio Padrão	CV (%)	Mínimo	Máximo
<i>E. dunni</i>	1,62	0,25184	15,53	1,180	2,320
<i>E. urograndis</i>	1,63	0,19979	12,29	1,215	2,260

Como o coeficiente de variação das amostras de comprimento de 6,20 metros c/c foi maior que o coeficiente de variação das amostras de 1,90 metros c/c de comprimento, é possível afirmar que os dados relativos às amostras de 1,90 metros c/c são mais homogêneos. A heterogeneidade do sortimento 6,20 metros c/c pode ser explicado por diversos fatores, mas todos esses fatores circundam o fator comprimento. Com maior comprimento, o empilhamento sofre maior influência da conicidade e tortuosidade das toras, presença de galhos, bifurcações, que elevam o fator de empilhamento; pilhas mal construídas que geram “gaiolas”, e aumentam fator de empilhamento.

Não foi possível tirar conclusões acerca da variação temporal das amostras ao longo dos meses pelo fato de que não foram as mesmas amostras medidas durante os 5 meses, e sim, amostras diferentes medidas no mesmo período levando em consideração o tempo de pátio das amostras. Porém, estes valores foram levantados pela necessidade da empresa, onde se realizava a pesquisa, de ter valores de fator de empilhamento com datas diferentes para pagamento de serviços de colheita e empilhamento de terceiros. (Tabela 8; Tabela 9)

Tabela 8: Fatores de empilhamento na Fazenda São José para os dois sortimentos em diferentes datas.

Fazenda São José	Sortimento	
	1,90 c/c	6,20 c/c
Data		
Nov/18	1,422	1,576
Dez/18	1,348	1,431
Jan/19	1,404	-
Fev/19	1,455	1,619
Mar/19	1,417	1,700
Média	1,41	1,58

Tabela 9: Fatores de empilhamento na Fazenda Taquari para os dois sortimentos em diferentes datas.

Fazenda São José	Sortimento		
	Data	1,90 c/c	6,20 c/c
	Nov/18	1,428	1,660
	Dez/18	1,403	1,614
	Jan/19	1,449	-
	Fev/19	1,409	1,643
	Mar/19	1,414	1,584
	Média	1,42	1,63

Durante a pesquisa, não foi possível avaliar a influência do diâmetro no fator de empilhamento, devido ao fato de que, havia grande variabilidade de diâmetros, não sendo possível sua distinção. E assim não podendo provar o que declararam Couto e Bastos (1988), Bertola *et al.* (2003) e Paula Neto *et al.* (1993) que o fato que mais interfere é o diâmetro. Porém, estes mesmos autores, também sustentaram que junto ao diâmetro, o comprimento era um fator que exercia grande influência no fator de empilhamento, o que pode ser confirmar, pois foi observado que as amostras do sortimento 6,20 metros c/c tiveram um maior fator de empilhamento em relação ao sortimento 1,90 metros c/c. Com isso é possível afirmar que: quanto maior for o comprimento da tora, o fator de empilhamento tende-se a aumentar.

Couto e Bastos (1988) apresentaram um valor de 1,47 para o *E. saligna*, um pouco acima do valor encontrado nesta pesquisa: 1,39. Essa leve diferença entre fatores de empilhamento pode ser explicada pelo comprimento das peças utilizadas para estudo, enquanto esta pesquisa utilizou peças de 1,90 metros c/c, os autores utilizaram peças de 2,20 metros c/c. E como já dito no parágrafo acima, quanto maior o comprimento, maior o fator de empilhamento.

Guimarães (1983) apresentou um valor de fator de empilhamento de 1,29 para *E. saligna*, abaixo do valor encontrado nesta pesquisa de 1,39, e estatisticamente longe. Essa diferença pode ser explicada pela forma de empilhamento utilizada, enquanto o autor utilizou empilhamento manual, esta pesquisa usou empilhamento mecânico. Então é possível afirmar que o método de empilhamento interfere no valor do fator de empilhamento: o método mecânico de empilhamento aumenta o fator de empilhamento.

Tabela 10: Fatores de empilhamento médio para as espécies e sortimentos estudados.

Sortimento	1,90 c/c	6,20 c/c
Média	1,411	1,624
CV (%)	7,65	13,54

Outro elemento importante de análise é o espaçamento, Rezende (1988), encontrou um fator de empilhamento médio de 1,4319 para diâmetros variados com o espaçamento de 3x1 metros. Neste trabalho, levando em conta o espaçamento de 3x1,5 metros, encontrou-se semelhanças apenas para as toras de comprimento de 1,90 metros c/c, o fator de empilhamento de 1,411 em média para as espécies diferentes.

6 CONCLUSÕES

- Considerando-se a metodologia e o tamanho da amostragem, ainda a sua distribuição ao longo dos meses de colheita, pode-se afirmar que a pesquisa cobriu todas as situações operacionais existentes; e cumpriram as expectativas da empresa;
- A metodologia do gabarito empregada no trabalho mostrou-se ser rápida, barata e operacional, sendo recomendada para pesquisas de fatores de empilhamento, porém é recomendável fazer cubagens em algumas para construção de equações volumétricas para melhor estimativa do volume - consequentemente – e do fator de empilhamento;
- Não foi possível observar a interferência do diâmetro no fator de empilhamento, devido a grande variabilidade de diâmetros nas amostras. Recomenda-se a metodologia para pesquisas semelhantes com discriminação de diâmetros;
- Foi possível observar o comportamento do comprimento em relação ao fator de empilhamento: quanto maior o comprimento utilizado, maior será o fator de empilhamento;
- Quanto maior o comprimento, maior é a influência de características da madeira como: a conicidade e tortuosidade. Além de fatores relacionados ao empilhamento, como: maior presença de “gaiolas” na pilha e pilhas mal construídas;
- A forma de empilhamento interfere no fator de empilhamento. O método mecânico tende a aumentar o fator de empilhamento em relação ao método manual;
- Não se pôde tirar conclusões a respeito da amostragem por data, pelo motivo de não ser o mesmo local amostrado ao longo dos cinco meses, e sim amostras diferentes relacionadas ao tempo de pátio da pilha tomadas no mesmo período. Os valores resultantes dessa pesquisa utilizando datas diferentes foram importantes para empresa realizar pagamento de serviços de terceiros;

- Recomenda-se a metodologia para estudo de variações temporais da amostra, tomando medidas do mesmo local marcado pelo gabarito e com as mesmas toras medidas;
- Os valores dos fatores encontrados para o sortimento de 1,90 metros c/c, para o *E. saligna*, *E. dunni* e *E. urograndis* são, respectivamente: 1,39, 1,42 e 1,42.
- Os valores dos fatores encontrados para o sortimento de 6,20 metros c/c, para o *E. dunni* e *E. urograndis* são, respectivamente: 1,62 e 1,63.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF FOREST ENGINEERS FOR THE PROVINCE OF QUEBEC. Studies of the board foot, cubic foot, and cord units of wood measurement. **Journal of Forestry**, n. 27, p. 913-928, 1928.
- BARROS, Vinícius A. de. **Determinação de Fatores de Empilhamento por meio de Classificação de Imagem Utilizando Redes Neurais**. Viçosa-MG, 2017.
- BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. **O Estéreo**. Laboratório de Métodos Quantitativos do Depto. de Ciências Florestais, ESALQ-SP, 2002.
- BERTOLA, A. M. S. **Uso de fotografias digitais para quantificar o volume sólido de madeira empilhada**. Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- BERTOLA, A.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, J. C.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. L.; Determinação de fatores de empilhamento através do Software Digtora. Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 837-844, 2003.
- CAILLIEZ, F. **Forest volume estimation and yield prediction**. Rome, FAO, 1980.
- CARDOSO, Cristina B.; ROBAINA, Luiz Eduardo de Souza; MEDEIROS, Edgardo Ramos. **Mapeamento geológico-geomorfológico das microbacias arroio São João e Sanga da Divisa, no município de Alegrete-RS**. Departamento de Geociências/CCNE/UFSM. Santa Maria-RS, 2003.
- COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. Fator de empilhamento para plantações de Eucaliptus no estado de São Paulo. **IPEF**, n. 38, p. 23-27, abr., 1988.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Embrapa Florestas. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa produção de informação; 1999.
- FARIA, Jaqueline R.; SILVA, Jeruza F.; NERIS, Keila Patricia; RODRIGUES LOPES, Flávia Lara; COSTA SILVA, Mirian; LISBOA, Eduardo; JULIANA; Centeno, Alberto José; MARQUES LOPES, Flavio; **DESENVOLVIMENTO DE EUCALIPTUS UROGRANDIS NO MUNICÍPIO DE CORUMBÁ-GO** Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, vol. 17, núm. 2, 2013, pp. 9-27. Universidade Anhanguera Campo Grande, Brasil

FERREIRA, L. R.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do Eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010.

FLORES, T. B.; ALVARES, C. A.; SOUZA, V. C.; STAPE, J. L.; ***Eucalyptus no Brasil***: Zoneamento climático e guia para identificação. Piracicaba, SP: IPEF, 2016.

FOELKEL, C. E. B. Eucalipto no Brasil, história e pioneirismo. **Visão Agrícola**, n. 4, p. 69, jul., 2005.

FOELKEL, C. Medição da madeira na forma de toras empilhadas. **Eucalyptus Newsletter**, n. 48, out., 2015.

FONSECA, S. M.; RESENDE, M. D. V.; ALFENAS, A. C.; GUIMARÃES, L. M. S. **Manual prático de Melhoramento genético do Eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2010.

GOULART, I. C. G. R.; MARTINS, G.; SANTAROSA, E.; PENTEADO, J. F.; DERETI, R. M.; IEDE, E. T. **Diagnóstico preliminar das demandas por tecnologias florestais em cooperativas agropecuárias do estado do Paraná**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

GUIMARÃES, D. P. **Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus***. Planaltina, EMBRAPA – CPAC. **Boletim de Pesquisa**, n. 20, 1983.

HASSE, G. **Eucalipto: Histórias de um imigrante vegetal**. Porto Alegre, RS: Já Editores, 2006.

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria Nº 130**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior-MDIC, 7 de dezembro de 1999.

IPEF – Instituto de pesquisas florestais. **Guia do Eucalipto: Oportunidades para um desenvolvimento sustentável**. Maio, 2008.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: [s.n.], 2003. 309p.

OLIVEIRA, L. C. de S. **Perguntas e respostas em secagem de madeiras**. São Paulo: IPT, Divisão de Madeiras, 1981. 35p.

PAIVA, H. N.; JACOVINE, L. A. G.; TRINDADE, C.; RIBEIRO, G. T. **Cultivo de Eucalipto: Implantação e Manejo**. Editora Aprenda Fácil, 2011.

PAULA NETO, F. de; REZENDE, A. V.; CAMPOS, J. C. dos C.; REZENDE, J. L. P. Análise do comportamento dos fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis*. Departamento de Engenharia Florestal da UFV, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 17, jan./abr., 1993.

REZENDE, A. V. **Análise dos métodos de estimação do volume sólido da madeira e do comportamento do fator de empilhamento para *Eucalyptus***

grandis. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG: UFV, 1988. 131 f.

REZENDE, A. V.; PAULA NETO, F. de. Estudo do comportamento dos fatores de empilhamento para *Eucalyptus grandis* em função do tempo de secagem dos toros nas pilhas. Departamento de Engenharia Florestal da UFV, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 15, set./dez., 1991.

SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F. de.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2006.

TIMBER MEASUREMENTS SOCIETY. **Review of various wood measurement methods**. Woodtech October 28, 2008.

ZON, R. Factors influencing the volume of solid wood in the cord. **Forestry Quarteley**, v. 1, p. 126-133, 1903.

ANEXOS

Anexo 1: Materiais genético de cada talhão e pilhas avaliados nos dois sortimentos.

Fazenda	Sortimento	MG	Talhão	Pilha	
Taquari	1,90	<i>E. urograndis</i>	6	2	
				6	
				7	
				53	
				54	
				55	
			15	57	
				58	
				62	
				63	
				1	
				4	
			18	9	
				66	
				67	
				23	68
					71
					73
			88		
			92		
			110		
			26	113	
				114	
				115	
				116	
				117	
				118	
6,20	<i>E. urograndis</i>	1	119		
			120		
			124		
			125		
			126		
			127		
			1		
			2		
			3		
			31	4	
				5	
6					
7					
11					
12					
3	9				
	11				
	12				
	13				
	14				
	17				
6	20				
	1				
	5				
8	6				
	3				
	4				
				5	

	6
	65
15	66
	67
	65
	69
19	70
	71
	72
23	81

Anexo 2: Materiais genético de cada talhão e pilhas avaliados nos dois sortimentos.

Fazenda	Sortimento	MG	Talhão	Pilha
				63
				65
				67
				68
				69
				70
				71
	1,90	<i>E. saligna</i>	7	72
				80
				81
				82
				89
				100
				101
				103
				15
				24
				32
			1	34
				35
				36
				41
				43
São José				45
	6,20	<i>E. dunni</i>		46
				50
			4	38
			5	37
				56
				57
				58
			8	45
				46
				49
				6
				22
			1	31
				53
				58
				59
	1,90	<i>E. dunni</i>		60
				65
			5	43
				44
			8	48
				50
				51