

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

STÉFFANY DE LIMA ARAUJO

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DOS COLABORADORES NA
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE A GRANEL EM EMPRESA DE
PAINÉIS

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2022

STÉFFANY DE LIMA ARAUJO

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DOS COLABORADORES NA
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE A GRANEL EM EMPRESA DE
PAINÉIS

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Industrial Madeireira.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2022

STÉFFANY DE LIMA ARAUJO

INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO DOS COLABORADORES NA
DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE A GRANEL EM EMPRESA DE
PAINÉIS

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Industrial Madeireiro.

Aprovada em 23 de Março de 2022

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 REJANE COSTA ALVES
Data: 11/10/2022 10:51:44-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Rejane Costa Alves
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientadora

Prof. Dr. Djeison Cesar Batista
Universidade Federal do Espírito Santo
Examinador



Danila Estevam Alves da Cruz
Empresa Colaboradora

“Não espere por grandes líderes; faça você mesmo, pessoa por pessoa. Seja leal às ações pequenas porque é nelas que está a sua força.”

Madre Tereza de Calcutá

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, saúde, oportunidade de estudar, por me dar forças nos momentos necessários, por me conduzir e nunca me desamparar. Sei que sem ele não teria chegado nem na metade do caminho. À Nossa Senhora, pela sua sempre e poderosa intercessão, a todos os anjos e santos que me acompanham desde o nascimento.

Aos meus pais, Josye Mary Lima e Igor Silva, aos meus avós Terezinha Oliveira e José Oliveira, a meu bisavô Antônio Vieira (*in memoriam*) e à toda minha família, pelos conselhos, apoio e estímulos durante toda a minha vida, por estarem sempre comigo, me dando todo o apoio necessário.

A meu namorado, João Viana, pelo incentivo e apoio. Aos meus amigos, por toda a amizade e companheirismo, em especial à Vanessa Gomes, Matheus Gaspar, Milena Stoffle, Líbini Gonçalves, Daliana Merçon, Fabíola Delatorre, Lorrainy Oliveira, Letícia Ribeiro e Lucas Mulin. À Alexa Melo, Sofia Rocha, Maria Naruna Félix, Ramon Oliveira, Fernanda Catein, Joice Pinto, Daniela Minini, Vaniele Bento e Nauan Cirilo, pela convivência e informações trocadas.

Aos professores Rejane Alves, Graziela Vidaurre e João Gabriel Silva, pela paciência, determinação, conhecimento e conselhos durante toda a graduação. Aos demais professores, por todo o conhecimento fornecido, em especial ao Djeison Batista, Ananias Júnior e Fabrício Gonçalves pelo apoio e incentivo no estágio obrigatório.

À minha orientadora, Rejane Alves, por toda paciência e apoio na realização deste TCC, porque foram dias muito atarefados. À Universidade Federal do Espírito Santo, ao departamento de Ciências Florestais e da Madeira e ao curso de Engenharia Industrial Madeireira, pela qualificação profissional, oportunidades e experiências.

À Danila Estevan, pelo apoio na realização deste trabalho e orientação no estágio obrigatório. Aos meus colegas de estágio, Lucas Miranda, Anderson Souza, Franciele Arruda, Laila Afif e Mariana Dantas, pela troca de informações e apoio. À empresa colaboradora, pela oportunidade de estágio e realização deste trabalho.

Essa conquista não é só minha, mas de todos vocês. Meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Neste trabalho foi avaliada a influência do treinamento dos colaboradores nos resultados de densidade a granel em uma empresa de painéis no sudeste do Brasil. O estudo foi realizado em uma empresa produtora de painéis MDP e HPP localizada no município de Botucatu - SP. Foram realizadas medições periódicas de parâmetros do processo de transformação de toras em cavacos, pelo período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022. A densidade a granel dos cavacos foi medida conforme a Norma Brasileira Regulamentadora 14984 e o método do balde, que é uma metodologia interna a empresa. Os métodos foram chamados, respectivamente, de método 1 e método 2. Com a finalidade de padronizar os métodos de análise dos cavacos entre os colaboradores e aumentar a confiabilidade dos dados, foram realizados treinamentos teórico-práticos com as quatro equipes responsáveis pela coleta de dados. Os resultados de densidade a granel aumentaram no treinamento, todavia, o coeficiente de variação diminuiu após o treinamento dos colaboradores. O método 1 apresenta uma vantagem em relação ao método 2, visto que dispõe de menor coeficiente de variação. Indicando que em breve ele poderá ser o método padrão da empresa. Os treinamentos realizados no decorrer do trabalho foram suficientes para diminuir o erro absoluto ocorrido durante as medições, revelando o quão importante são os investimentos em capacitações nas empresas e demais organizações.

Palavras-chave: Capacitação. Cavacos. Não conformidade.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 O problema e sua importância	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo geral	3
1.2.2 Objetivos específicos.....	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Painéis de madeira.....	4
2.2 Qualidade e densidade a granel dos cavacos.....	4
2.3 Controle de qualidade	6
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	7
3.1 Densidade a granel dos cavacos	7
3.2 Treinamento dos colaboradores.....	9
3.2.1 Melhorias implantadas com o treinamento	9
3.3 Análise dos dados	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1 Avaliação qualitativa do treinamento.....	11
4.2 Análise dos dados de controle e treinamento.....	12
5 CONCLUSÃO.....	16
6 REFERÊNCIAS.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados de densidade a granel de controle e treinamento.....	12
Tabela 2 – Efeito do treinamento no erro absoluto.....	14

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Equipamento medidor de densidade a granel produzido e adaptado pela empresa.	8
Figura 2 – Modelo de ficha de registro dos dados.....	10

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é destaque mundial na fabricação de painéis de madeira reconstituída de árvores plantadas, devido aos avanços tecnológicos e a automação das empresas e processos produtivos (IBÁ, 2017). O País reúne um número significativo de empresas no setor de painéis, como Arauco, Berneck, Eucatex, Fibraplac, Floraplac, Placas do Brasil, entre outras.

Para garantir o reconhecimento mundial do setor brasileiro de painéis de madeira, a qualidade é um fator de suma importância, pois define se as expectativas dos *stakeholders* (qualquer indivíduo que, de alguma forma, é impactado pelas ações de uma determinada organização) foram atendidas. O controle de qualidade se refere a um conjunto de atividades e técnicas operacionais que são empregadas para se cumprir os requerimentos de qualidade. Qualquer ação que sirva para melhorar, dirigir ou assegurar a qualidade, pode ser considerada uma atividade de controle de qualidade (HELDEMAN, 2003).

A empresa brasileira em estudo se mantém como uma das maiores produtoras de pisos, divisórias, portas, painéis MDP e MDF, chapas de fibras de madeira, tintas e vernizes, e utiliza a norma *International Standard Organization 9001* (ISO 9001) para assegurar uma produção contínua de painéis de qualidade, e alcançar suas metas e padronizações. Mello *et al.* (2009) destacaram que essa apresenta o modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processos, cuja meta é a melhoria contínua.

A ISO 9001 fornece padrões ideais de trabalho para a organização em sua posse, mas manter-se dentro desses parâmetros não é algo fácil. Muitas vezes acontecem os erros de medições influenciados por diversos fatores como: materiais e métodos de análises, pouco treinamento para a atividade realizada, entre outros. Por mais precisas que as análises sejam realizadas, os resultados obtidos podem não ser exatos.

Em decorrência do exposto acima, além da implantação da ISO 9001, a empresa conta com investimentos em treinamento dos colaboradores, de forma a promover a produtividade e a qualidade. No cenário atual é necessário que as organizações estimulem seus colaboradores a adquirirem cada vez mais conhecimento, conduzindo-os juntamente com a empresa para um diferencial

estratégico, competitivo e de sucesso (CHIAVENATO, 2010). Conforme o mesmo autor, a demanda pela geração de informações úteis e significativas é grande para que favoreçam o aprendizado individual e organizacional, produzindo assim melhores resultados.

1.1 O problema e sua importância

A utilização de madeira engenheirada pelo mercado madeireiro nacional e internacional tem se tornado cada vez mais frequente e necessária. Com base nisso, são necessários estudos que visam à caracterização das propriedades da madeira utilizada, uma vez que as mesmas irão influenciar em todo o rendimento e por consequência no custo do processo.

Na busca por padronizações no sistema, homogeneidade e qualidade dos produtos, além de diminuição de custos, a empresa utiliza a norma ISO 9001. As padronizações e a utilização da norma são necessárias para que haja produtos com propriedades uniformes e a qualidade assegurada.

Na empresa em estudo a principal variável indicadora dos parâmetros do processo é a densidade a granel dos cavacos, e às vezes comparada com os valores de densidade básica da madeira determinados nos laboratórios internos. A densidade a granel dos cavacos é um indicador quantitativo calculado para a fim de obter padrões ideais de processo, conforme a ISO 9001 da empresa. Destaca-se ainda que a mesma seja calculada em amostragem que leva em consideração um mix de diferentes clones de *Eucalyptus* spp.

A densidade básica da madeira é utilizada como indicador de produção, através dela ajustam-se os demais implementos necessários a fabricação de painéis na empresa, como a afiação das facas do descascador, picador e moinhos, a prensagem dos painéis, a velocidade de avanço dos cavacos no secador, a montagem dos colchões, entre outros. Entretanto, a densidade básica, que é realizada com os cavacos processados no momento segundo a metodologia de Smith (1954), necessita de no mínimo sete dias de preparação até ser possível obter esse valor, logo, muitos painéis já foram produzidos e adaptações foram feitas no processo.

Para se encontrar o valor de densidade a granel, a empresa faz uso de dois métodos, o popularmente chamado de “balde”, que é a usado desde a fundação da empresa e segue uma metodologia interna, e o conforme a Norma Brasileira Regulamentadora 14984 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003), que é uma metodologia ainda nova para a empresa e, portanto, em processo de adaptação. Em decorrência, o primeiro método citado (mais arcaico) não foi descartado pela empresa, e a partir dele são obtidos dois valores de densidade a granel. A intenção da empresa é que esses resultados sejam o mais parecidos possível, a fim de mostrar a viabilidade e assertividade dessa nova metodologia que está sendo implantada, para que o método do balde possa ser descartado e passe a utilizar apenas uma metodologia da ABNT.

Na tentativa de comparar os resultados obtidos pelos métodos do balde e da ABNT, este trabalho se justifica. Serão realizados treinamentos teórico-práticos com os colaboradores (responsáveis pela análise) em busca de capacitação e padronização do processo analítico, visando diminuir o erro absoluto entre os dois métodos e se ter o emprego futuro de apenas uma metodologia.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência do treinamento dos colaboradores nos resultados de densidade a granel em uma empresa de painéis no sudeste do Brasil.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar os valores de densidade a granel dos cavacos de madeira antes e após o treinamento, conforme as duas metodologias utilizadas;
- Analisar a eficiência das duas metodologias mencionadas no trabalho;
- Obter os valores do erro absoluto entre os dois métodos de determinação de densidade a granel, antes e após o treinamento;
- Verificar a eficácia do treinamento nos resultados de densidade a granel e erro absoluto obtidos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Painéis de madeira

Os painéis de madeira são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes estágios de desagregação (partículas, fibras, lascas), que são aderidos pela ação conjunta de pressão e temperatura, podendo ou não utilizar resinas para ajudar no processo de aglomeração (MATTOS; GONÇALVES; CHAGAS, 2008). Uma vantagem desses produtos engenheirados é a possibilidade de utilizar madeira sob condições não ideais (como por exemplo, com presença de nós, grã irregular, lenho juvenil), e estas poderem ser aplicadas para utilizações com maior valor agregado, como pisos, mobiliário e uso estrutural.

Os painéis surgiram para atender a demanda provinda da escassez e encarecimento da madeira maciça e podem ser divididos em dois grupos: i) painéis fabricados de madeira reconstituída e; ii) aqueles fabricados à base de madeira processada mecanicamente. Os painéis de madeira reconstituída são fabricados utilizando o processamento químico e/ou mecânico da madeira, que passa por diferentes processos de desagregação, como o *Medium Density Particleboard* (MDP) e o *Medium Density Fiberboard* (MDF). Os painéis de madeira processados mecanicamente, por sua vez, são formados por camadas de lâminas ou sarrafos de madeira maciça, como os painéis compensados (MATTOS; GONÇALVES; CHAGAS, 2008).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of United Nations* (2021), em 2020 a produção mundial total de painéis à base de madeira foi de cerca de 367 milhões de m³, um aumento de quase 300% comparado ao ano 2000. Tratando-se das exportações mundiais, essas ficaram em cerca de 88 milhões de m³, representando um acréscimo de cerca de 500% em relação ao ano 2000.

2.2 Qualidade e densidade a granel dos cavacos

Os cavacos de madeira são pequenos pedaços de madeira obtidos através da picagem de toras, sobras das serrarias, indústrias moveleiras e da madeira descartada. Foelkel, Brasil e Barrichelo (1971) ao estudarem diferentes métodos de

determinação de densidade com cavacos de madeira, encontraram uma média de 0,46 a 0,55[g/cm³] para espécies de *Eucalyptus*. Soprani (2016) concluiu que a qualidade de cavacos produzidos a partir de madeiras com médio e alto diâmetro apresentou resultados granulométricos melhores, ao analisar a distribuição granulométrica dos cavacos de clones de *Eucalyptus*.

O picador de toras exerce influência direta no tamanho dos cavacos, principalmente o ângulo das facas. Ceragioli (2013) ao avaliar a densidade de carga da produção de cavacos em função da granulometria e do material genético de um sistema florestal de curta rotação de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake x *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, concluiu que o material processado foi compatível com a maioria das regulagens escolhida pelo operador do picador, fazendo com que a maioria do material particulado se encontrasse na classe granulométrica adequada.

A densidade dos cavacos é um importante indicador de qualidade no processo produtivo dos painéis. A densidade a granel realizada com os cavacos de madeira é uma das formas mais utilizadas para se converter volume de madeira em peso seco, em fábricas de celulose, painéis e usos energéticos da madeira, pois todas costumam converter as toras e cavacos para aplicação em seus processos industriais (FOELKEL, 2015). Em que madeiras mais densas apresentam maiores quantidades de substâncias por unidade de volume, menor porosidade, e por consequência, produzem cavacos mais densos (FOELKEL, 2021).

A determinação do tamanho dos cavacos é de extrema importância no processo produtivo, uma vez que, sua correta classificação granulométrica assegura o fluxo dos mesmos pelo sistema de produção. É importante destacar também que, cavacos com dimensões grandes podem impedir o fluxo do material pelo sistema, causando entupimentos (LIPPEL, 2014). Além disso, quando eles apresentam grandes granulometrias, demandam mais energia e tempo de trabalho durante o processamento, gerando a troca repentina das ferramentas de corte e mais custos de trabalho, tempo e energia.

O tamanho dos cavacos é influenciado por fatores intrínsecos à madeira como espécie, dureza (maior desgaste dos implementos de corte), presença de contaminantes (sílica, metais), densidade e teor de umidade; e também, por fatores do próprio processo produtivo e equipamentos, como por exemplo, modelos do maquinário, velocidades de avanço, rotação e amperagem de trabalho, ângulo de

corde das facas e outros. Fatores estes, já estudados por diversos autores como Queiroz *et al.* (2004), Soprani (2016) e Coelho e Silva (2018).

2.3 Controle de qualidade

Atualmente a qualidade dos bens e serviços oferecidos pelas organizações é um fator primordial para adquirir vantagem no mercado competitivo. A preocupação com a qualidade de uma forma geral teve início da década de 20, quando foi desenvolvido um sistema de mensuração de variabilidades que ficou conhecido como Controle Estatístico de Processo (CEP), além de criar o Ciclo PDCA (*Plan, Do, Check e Action*), que é um método essencial da gestão da qualidade (LOPES *et al.*, 2012).

A certificação da qualidade dos produtos disponibilizados oportuniza a possibilidade para as empresas de atuarem em mercados competitivos, dinâmicos e exigentes. A importância do controle de qualidade na produção pode vir a ser o diferencial entre as empresas (LOPES *et al.*, 2012).

De acordo com Paladini (2000) a verdadeira função do controle da qualidade é analisar, pesquisar e prevenir a ocorrência de defeitos, sendo que, prevenir é a sua principal finalidade.

Em dezembro de 2000, a série da ISO 9000 foi revisada e apenas a norma ISO 9001 passou a ser sujeita a certificação, visto que ela especifica condições fundamentais para um sistema de gestão da qualidade, na qual uma organização necessita comprovar sua habilidade para oferecer produtos que atendam os requisitos do cliente e os regulamentares aplicáveis (PRATA, 2006).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma empresa produtora de painéis *Medium Density Particleboard* (MDP) e *High Density Particle Panel* (HPP), localizada no município de Botucatu – SP. A madeira estudada foi proveniente de clones de *Eucalyptus* spp. plantados em fazendas na vizinhança da empresa, com idade de corte de aproximadamente sete anos. O município de Botucatu tem um clima quente e temperado e, segundo a classificação de Köppen e Geiger, o clima é Cfa, com temperatura média de 20,5°C e grande pluviosidade média anual (1696 mm). O solo é classificado como Latossolo Vermelho- Amarelo, de textura média.

Foram realizadas medições periódicas dos parâmetros de densidade a granel dos cavacos durante o processo de transformação de toras em cavacos, pelo período de dezembro de 2021 a fevereiro de 2022.

3.1 Densidade a granel dos cavacos

As análises para a determinação da densidade a granel foram realizadas com a utilização dos dois métodos: do balde e da norma Regulamentadora 14984 (ABNT, 2003). As medições foram realizadas por trabalhadores da empresa nos três turnos de trabalho (7, 15 e 23 horas de cada dia), totalizando três medições/dia. Os cavacos foram coletados na esteira que transporta os cavacos do picador para o silo.

Os métodos do balde e da ABNT serão chamados, respectivamente, de Método 1 e Método 2. Em que: o método 1 consiste em coletar 30 L de cavacos em um recipiente com volume conhecido durante a passagem do mesmo na esteira para posterior pesagem. O valor de densidade a granel dos cavacos é calculado a partir da Equação 1.

$$DA_{Método\ 1} = \frac{1,48 \times M}{H} \quad (1)$$

Em que: $DA_{Método\ 1}$ é a densidade a granel obtida pelo método 1 ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$); 1,48 é a constante relativa à área interna do equipamento (devido ao equipamento produzido e adaptado pela empresa para atender as conformidades da norma); M é a massa úmida dos cavacos (kg); H é o volume aparente dos cavacos dentro do equipamento (m^{-3}).



Figura 1 – Equipamento medidor de densidade a granel produzido e adaptado pela empresa.
Fonte: A Autora (2022).

O Método 2 considera a massa dos cavacos contida em um balde com o volume fixo de 12 litros (ou $0,012 \text{ m}^3$). A massa úmida dos cavacos é obtida por diferença da tara do balde. Esses cavacos são reutilizados do Método 1. A densidade a granel é calculada a partir da Equação 2.

$$DA_{\text{Método 2}} = \frac{M_b}{0,012} \quad (2)$$

Em que: $DA_{\text{Método 2}}$ é a densidade a granel obtida pelo método 2 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$); M_b é a massa úmida de cavacos no balde (kg); 0,012 é o volume fixo de cavacos (m^3).

O erro absoluto entre os dois métodos de determinação de densidade foi obtido com a Equação 3. A diferença aceitável pelo controle de qualidade da empresa é de $\pm 1 \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$.

$$\text{Erro absoluto (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)} = DA_{\text{Método 1}} - DA_{\text{Método 2}} \quad (3)$$

Em que: $DA_{Método1}$ é a densidade aparente pelo Método 1 (kg.m^{-3}); $DA_{Método2}$ é a densidade aparente pelo Método 2 (kg.m^{-3}).

3.2 Treinamento dos colaboradores

Com a finalidade de padronizar os métodos de análise dos cavacos entre os colaboradores e aumentar a confiabilidade dos dados, foram realizados treinamentos teórico-práticos com as quatro equipes responsáveis pela coleta de dados durante os três turnos de trabalho. Cada equipe é composta por dois colaboradores do sexo masculino. Os treinamentos foram realizados no período de 30 de dezembro de 2021 a 11 de janeiro de 2022.

A parte teórica do treinamento iniciou com a apresentação do tema, destacando-se o objetivo do treinamento e como o mesmo impactará nos resultados. Terminada a capacitação teórica, foi iniciado o treinamento prático, no qual os colaboradores executaram todo o processo descrito no item 3.1. Foram discutidos os resultados (sempre com base na ISO 9001) e observados eventuais erros durante as análises, a fim de corrigi-los e por consequência, aumentar a confiabilidade dos dados.

A diferença entre os resultados obtidos nos dois métodos de determinação de densidade aparente foi apresentada aos membros das equipes. Após a apresentação dos resultados, as equipes foram convidadas a repetir as análises para avaliar se houve padronização na coleta de cavacos.

3.2.1 Melhorias implantadas com o treinamento

Após o treinamento, foram apresentadas propostas de melhorias nos métodos das análises citadas:

- Padronização do local de coleta dos cavacos;
- Padronização da ficha de preenchimento dos dados obtidos durante as análises dos cavacos (Figura 2);

Silo Rotativo – Turnos					
Data:			Colaborador:		
Hora:			Turno:		
Peso (g):			Umidade:		
Altura:			Eixo:		
Casca (g):					
Granulometria	45mm	25mm	16mm	08mm	00mm
Peso (kg)					
OBS:					

Figura 2 – Modelo de ficha de registro dos dados.

Fonte: A Autora (2022).

- Introdução de baldes no processo de coleta com 12, 15 e 30 litros, para melhorar a exatidão do volume de cavacos coletados;
- Instalação de um quadro informativo no setor de afiação e moinhos, contendo as equações utilizadas para calcular a densidade a granel e os parâmetros ideais, segundo a ISO 9001;
- Treinamento sobre como calibrar a balança analítica.

3.3 Análise dos dados

Os resultados obtidos por meio do treinamento foram avaliados de forma qualitativa, resultando em propostas de melhoria, afim de assegurar a padronização das etapas de análises do material do processo. As melhorias (mencionadas no item 3.2.1 acima) foram aplicadas pela empresa com o auxílio dos estagiários do Laboratório de Tecnologia da Madeira.

Os resultados de densidade a granel e erro absoluto entre os Métodos 1 e 2, obtidos antes do treinamento (controle) foram comparados com aqueles obtidos após o treinamento para avaliar se houve influência do treinamento na padronização dos resultados. Os dados foram processados no *Software SigmaPlot* versão 12.0, utilizando-se o teste *t de Student* para médias não pareadas a um nível de significância de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação qualitativa do treinamento

Durante as reuniões de apresentação, foi possível constatar que, parte das equipes analisadas estava com insegurança nos dados coletados, e isso se deve à falta de treinamento específico sobre a escolha do método, escolha de baldes sem exatidão na medida e utilização de balanças sem calibração adequada. E a partir dessas análises, algumas mudanças foram sugeridas.

Em relação ao tempo das análises, todas as equipes fizeram as coletas necessárias com o tempo aproximado a 40 min. Sendo esse fator importante para assegurar a padronização do processo.

Após as análises das coletas das três equipes, foram realizados acompanhamentos individualizados com cada membro da equipe, com o objetivo de avaliar a metodologia de cada um. Foi possível constatar que todos os colaboradores da pesquisa utilizam como base de análise os parâmetros da ISO 9001, com exceção na etapa de coleta do volume dos cavacos e das cascas. Sendo aí o reconhecido o ponto principal a ser explorado durante o treinamento.

Na busca de padronização das coletas dos cavacos durante o processo citado foram realizadas sugestões de melhorias, conforme foi apresentado no item 3.2.1. Essas sugestões foram levadas aos supervisores do setor, e parte das mesmas aceitas. Destaca-se que, as sugestões aceitas começaram a ser implantadas no dia sete de fevereiro de 2022.

A utilização do modelo de ficha proposto pela autora foi uma das mudanças aceitas, e a partir dela foi possível maior organização na coleta dos dados. Outra sugestão aceita foi a de utilizar folhas impressas com as principais informações a respeito do método de coleta de dados, como por exemplo: qual tipo de balde utilizar, e quais equações utilizadas para cálculo de densidade a granel. As fichas foram plastificadas e coladas no setor para que todos os colaboradores pudessem consultá-las quando necessitarem.

Por fim, foram confeccionados dois baldes contendo 15 litros cada, e um balde com 12 litros, de forma a facilitar a obtenção do volume exato necessário a análise. Acredita-se que a confecção de baldes de maior precisão tenha sido a principal responsável pela diminuição dos erros nas análises. Além disso, o treinamento se mostrou eficiente, e por meio dele foi possível buscar a mudança de percepção dos colaboradores. O que é confirmado no estudo proposto por Chiavenato (2004), que diz que o treinamento é capaz de trazer frutos como: aumento da eficiência individual dos colaboradores, aumento das habilidades, elevação dos conhecimentos, mudanças de atitudes e comportamentos.

4.2 Análise dos dados de controle e treinamento

A ISO 9001 é um conjunto de normas que garantem a conformidade e qualidade dos produtos e/ou serviços fornecidos. A partir das análises realizadas durante o treinamento com os funcionários, foi possível perceber que, apesar dos valores terem discrepâncias entre si, todos os resultados estavam de acordo com os padrões exigidos pela ISO 9001.

Na Tabela 1 estão representados os valores médios obtidos para as análises em estudo.

Tabela 1 – Resultados de densidade a granel de controle e treinamento.

	Densidade a granel (kg.m ⁻³)	
	Método 1	Método 2
Controle	218,56 Ab (8,65*;35**)	210,19 Ab (9,82*;35**)
Treinamento	245,00 Aa (5,18*;35**)	241,21 Aa (6,98*;35**)

Em que: * é o coeficiente de variação (%); ** é o número de repetições. Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical ou maiúscula na horizontal não diferem significativamente em nível de 5% probabilidade pelo teste t de Student para médias não pareadas.

Fonte: A Autora (2022).

Independentemente do método, as médias de densidade a granel foram significativamente diferentes entre o controle e o treinamento. Houve um aumento de cerca de 10% dos valores de densidade a granel após o treinamento, comparado ao

controle. Em 2022 (treinamento) houve inclusão de um novo material na empresa, cuja madeira possui densidade básica e aparente mais alta que as densidades comumente utilizadas no processo, o que justifica os resultados elevados do treinamento.

Ao analisar o valor de coeficiente de variação, é possível notar que seus valores são menores após a realização do treinamento. O que já era esperado, uma vez que o principal objetivo é a padronização das coletas e uniformidade dos valores, indicando a importância da capacitação no desempenho dos colaboradores.

Em relação aos valores obtidos para densidade a granel dos cavacos, é importante ressaltar que, apesar dos colaboradores utilizarem dois métodos de coleta de dados, os valores de densidade a granel não diferenciam estatisticamente entre eles, mostrando que esse fator não é o responsável pelo erro na medição. Ou seja, ao contrário do que se esperava, o método de coleta de dados escolhido pela equipe não influencia no cálculo de densidade a granel, e revela ainda que, em breve, o método 1 poderá vir a ser a única metodologia empregada na empresa.

A padronização de apenas um método na coleta de dados é importante pois permitirá maior padronização e eficiência nas análises, e ainda seguirá a padronização e conformidade de uma norma internacional. Ademais, dentro de um mesmo tratamento, o método 1 dispõe de coeficiente de variação menor do que o outro método, demonstrando menor dispersão de resultados.

Nota-se na Tabela 1 que, as médias de densidade a granel pelo método 1 foram maiores do que os obtidos pelo método 2. Isso ocorre porque a metodologia do primeiro método recomenda uma compactação dos cavacos, que é feita através do “tampão” de madeira com massa de 4 kg, no qual, ao cair sobre os cavacos, exerce uma compactação sobre os mesmos, o que tende a diminuir o volume ocupado por eles, enquanto a massa se mantém constante. Já o método 2 não dispõe de compactação. De acordo com os históricos de resultados da empresa, na maioria dos casos, a densidade pelo método 1 é maior.

Apesar das médias de densidade a granel (para um mesmo método) antes e depois dos treinamentos serem diferentes, o resultado está dentro da amplitude exigida pela ISO 9001 (200 – 300 kg.m⁻³). Comparando-se os resultados, verificou-se que foram superiores aos obtidos por Souza *et al.* (2002), que reportaram médias

inferiores a 200 kg.m^{-3} . Essa diferença pode ser justificada por vários fatores, por exemplo: treinamento dos colaboradores, distinção de espécies e umidade.

A densidade aparente tende a variar com a variação da umidade da madeira. Um mesmo lote pode apresentar diversos resultados de densidade aparente à medida que vai perdendo água e peso, bem como contraindo em volume pela secagem abaixo do ponto de saturação das fibras (FOELKEL, 2015).

A metrologia da empresa considera aceitável que o erro absoluto entre os resultados dos dois métodos de determinação de densidade a granel seja de até 1 kg.m^{-3} , de forma a considerar os resultados semelhantes (sem influência de teste estatístico). Na Tabela 2 estão apresentados resultados do erro absoluto entre os métodos para o controle e o treinamento.

Tabela 2 – Efeito do treinamento no erro absoluto.

	Erro absoluto (kg.m^{-3})
Controle	12,80 a (107,66*;35**)
Treinamento	6,79 b (135,16*;35**)

Em que: * é o coeficiente de variação (%); ** é o número de repetições. Médias seguidas de uma mesma letra minúscula na vertical não diferem significativamente em nível de 5% probabilidade pelo teste t de Student para médias não pareadas.

Fonte: A Autora (2022).

Nota-se que o erro absoluto foi reduzido depois do treinamento, cerca de 6 kg.m^{-3} , indicando efeito positivo do treinamento, onde discrepâncias na realização das análises foram corrigidas e devido à implantação de melhorias para padronizar as análises. Apesar disso, ainda há uma discrepância significativa no erro entre os tratamentos ($12,80$ e $6,79 \text{ kg.m}^{-3}$), visto que, em nenhuma situação o erro foi inferior ao limite estipulado pela metrologia da empresa, em contrapartida, do ponto de vista estatístico, não houve diferenças significativas entre ambos os métodos.

Este fato mostra a importância do treinamento realizado com os colaboradores, pois ocorreu diminuição do erro absoluto, mas essa busca por melhorias deve ser contínua, pois o limite estipulado para o erro absoluto da empresa ainda não foi alcançado. Indicando inclusive, que não deva existir dois métodos de medição na fábrica, tendo então que haver a padronização com apenas um método.

Apesar da diminuição do erro absoluto, ocorreu simultaneamente um aumento do coeficiente de variação, de 107,66% para 135,16%. Esse comportamento também pode ser justificado pelo treinamento, pois no controle, a maioria dos colaboradores apresentou erros relativamente altos, mas com a capacitação, grande parte dos mesmos diminuiu os seus erros, enquanto uma minoria permaneceu com erros altos. Mostrando assim que apesar de positivo e necessário, o treinamento deve ser contínuo em busca da padronização dos resultados e diminuição do erro de todos os colaboradores, não apenas de grande parte deles.

O treinamento de pessoas na organização deve ser uma atividade contínua, constante e ininterrupta, até mesmo quando as pessoas apresentam excelente desempenho, o que é confirmado por Chiavenato (2004), quando afirma que alguma orientação e melhoria das habilidades sempre devem ser introduzidas ou incentivadas.

5 CONCLUSÃO

Os resultados de densidade a granel aumentaram no treinamento, em comparação com o controle. Todavia, o coeficiente de variação diminuiu, o que revela a influência positiva que o mesmo exerceu sobre os resultados das equipes, onde ocorreu maior homogeneização dos resultados.

Os resultados de densidade obtidos através dos dois métodos avaliados são iguais estatisticamente dentro de um mesmo tratamento, contudo, o método 1 apresenta uma vantagem em relação ao método 2, visto que dispõe de menor coeficiente de variação.

Os treinamentos realizados no decorrer do trabalho foram suficientes para diminuir o erro absoluto ocorrido durante as medições, revelando o quão importante são os investimentos em capacitações nas empresas e demais organizações. Porém, o coeficiente de variação aumentou, sendo essencial maiores capacitações e acompanhamento dos resultados.

Ademais, se fazem necessários mais estudos acerca da importância dos treinamentos nas organizações, a fim de incentivá-los e promovê-los, para que o conhecimento se torne cada vez mais acessível, levando as empresas a um diferencial cada vez mais competitivo.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14984: Determinação da densidade aparente**. Rio de Janeiro, 2003. 1 v.

CERAGIOLI, N. S. **Qualidade de cavacos produzidos em sistemas florestais de curta rotação de eucalipto para fins energéticos**. 2013. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2013.

CHIAVENATO, I. **Administração de recursos humanos: fundamentos básicos**. 5 ed. São Paulo: **Atlas**, 2004.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas e o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 3. ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**, 2010.

COELHO, R. T.; SILVA, E. J. da. **Força e potência de corte em torneamento**. **Escola de Engenharia de São Carlos**, 2018. 67 p.

FOELKEL, C. E. B. Cavacos de madeira como matéria-prima para celulose e papel. ***Eucalyptus Newsletter***, n. 86, 2021.

FOELKEL, C. E. B. Qualidade da madeira do eucalipto – Reflexões acerca da utilização da densidade básica como indicador de qualidade da madeira no setor de base florestal. ***Eucalyptus Newsletter***, n. 41, 2015.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, v. 2, n. 3, p. 65-74, 1971.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Estatísticas de produtos florestais**. FAO, 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/forestry/statistics/80938/en/>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

HELDEMAN, K. **Gerência de Projetos: guia para o exame oficial do PMI**. Rio de Janeiro, Campos, 2003.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Painéis de Madeira**. Ibá, 2017. Disponível em: <<https://www.iba.org/paineis-de-madeira>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

LIPPEL. **Cavacos de madeira**. Lippel, 2014. Disponível em: <<https://www.lippel.com.br/artigos-academicos/cavacos-de-madeira/>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

LOPES *et al.* Controle de qualidade na cadeia de produção de painéis de madeira de média densidade. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2. 2012, Paraná. **Anais...** Ponta Grossa: APREPRO, 2012.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. das. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **BNDES Setorial**, n. 27, p. 121-156, 2008.

MELLO, C. H. P.; SILVA, C. E. S.; TURRIONI, J. B.; SOUZA, L. G. M. ISO 9001:2008: Sistemas de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. São Paulo: **Atlas S.A.**, 2009.

PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teoria e prática**. São Paulo. Atlas, 2004

PRATA, J. G. **Desempenho de um sistema de qualidade em uma fábrica de painéis compensados**. 2006. 118 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

QUEIROZ, S. C. S.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. de. Influência da densidade básica da madeira na qualidade da polpa kraft de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden X *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 901-909, 2004.

SMITH, D. M. Maximummoisturecontentmethod for determiningspecificgravityofsmallwood samples. Madison: **Forest ProductsLaboratory**. 1954. 8 p. (Report, 2014).

SOPRANI, C. R. Impacto da qualidade dos cavacos gerados na Fibria unidade Aracruz no processo de polpação Kraft. **O Papel**,v. 77, n. 7, p. 72-77, 2016.

SOUZA, M. C. H. de *et al.* Variação da densidade a granel de cavacos de *Eucalyptus saligna* em função das suas dimensões e da umidade. *In*: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL. 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 2002, p. 1-6.