



Desenvolvimento de uma aplicação web para a conversão das propriedades relacionadas à qualidade de madeira utilizando equações experimentais

Palavras-Chave: aplicação *web*, equações experimentais, qualidade da madeira

Autores/as:
MATHEUS PERCÁRIO BRUDER - UNICAMP
Prof.^a Dr.^a GISELE BUSICHIA BAIOCO (orientadora) - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A determinação da qualidade da madeira exige o conhecimento das características químicas, físicas e estruturais necessárias para produção de um determinado produto, que por sua vez irá atender a um fim específico (PALERMO, 2003). Desse modo, propriedades como densidade, retratibilidade, poder calorífico, umidade e outras, são utilizadas para avaliar a matéria-prima e o produto final. Dentre as várias maneiras de expressar a densidade, é por meio da densidade básica que se firmou o índice para expressar a qualidade da madeira (FOELKEL et al., 1992).

Entretanto, para se obter a densidade básica é necessário determinar a massa (m) e o volume (v) da madeira, o que demanda condições extremas. Isto é, a massa completamente seca requer um aquecimento forçado e para obter o volume é necessária a completa saturação da madeira em água, condições essas que, dependendo da dimensão das amostras, pode levar dias ou semanas. Desse modo, os métodos tradicionais de qualificação da madeira apresentam um custo elevado em relação a tempo, trabalho e energia.

As equações experimentais de transformação (REZENDE, 1997; COSTA, 2006) possibilitam, a partir de uma densidade estimada corretamente, a obtenção de uma outra, sem a necessidade de submeter a amostra a condições extremas. Essas equações apresentam um desvio padrão médio inferior a 2% entre a densidade estimada e a calculada, promovendo facilidade e agilidade na obtenção do resultado. Entretanto, apesar de terem sido formuladas a duas décadas, as equações de transformação não são utilizadas com frequência por serem complexas, ou seja, muitos usuários possuem dúvidas em como executá-las.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma aplicação *web* com interface simples, amigável e intuitiva, denominada *WQConverter*, responsável por calcular as equações experimentais, proporcionando diversos ganhos à comunidade empresarial e/ou científica, uma vez que a aplicação promove a utilização intuitiva dos resultados de equações complexas por usuários com pouca ou nenhuma base matemática.

METODOLOGIA:

Inicialmente foi realizada a revisão bibliográfica relativa aos cálculos das equações experimentais. A atividade consistiu em ler, entender e pormenorizar as teses de Rezende (1997), Costa (2006), Bruder (2012) e Bruder (2018), sintetizando informações relevantes para o desenvolvimento deste trabalho. Na revisão bibliográfica, foram extraídas as bases de dados a serem utilizadas na fase de testes e comprovação, bem como, algumas equações de conversão utilizadas na aplicação *web*.

Após a revisão bibliográfica foi necessário realizar o levantamento de requisitos da aplicação. Para isso foi desenvolvido um protótipo que teve como finalidade transcrever as equações experimentais para uma linguagem de programação apropriada para *web*, assim como, estabelecer as principais entradas do usuário final no sistema e saídas esperadas para cada uma das conversões e, além disso, identificar as necessidades dos usuários finais do sistema com o intuito de proporcionar a melhor experiência aos mesmos.

Desse modo, ao finalizar o protótipo, foi tomada a decisão de migrar o desenvolvimento da aplicação *web* para a linguagem de programação Python devido ao Django, que é um *framework* completo, expansível, flexível, altamente seguro e especializado em desenvolvimento de aplicações *web*, utiliza o padrão MTV (*Model* - responsável pelo gerenciamento de dados; *Template* - responsável pelo gerenciamento de entrada e saída; e *View* - responsável pela saída gráfica). Além disso, o Django também possui um painel administrativo que permite um gerenciamento rápido do banco de dados, economizando tempo e trabalho do desenvolvedor (DJANGO, 2021).

A migração para a linguagem Python não apresentou dificuldades, pois somente o protótipo havia sido elaborado, cuja maior parte do desenvolvimento estava relacionado ao *front-end*, podendo ser reaproveitado. Contudo, foi preciso refazer os testes realizados para o protótipo, devido a migração do cálculo das equações experimentais para Python. Foi necessário também estruturar toda a aplicação *web*, isto é, desenvolver algumas páginas e suas respectivas funcionalidades, como por exemplo: I) a página principal para apresentar sucintamente o que há na aplicação *web*; II) página de informações gerais e bibliografia; III) página de apresentação das estatísticas de uso para mostrar informações referentes ao uso das conversões; IV) páginas de erro caso o usuário encontre algum problema durante a navegação.

Por fim, com toda a parte gráfica pronta e funcional, iniciou-se a elaboração do banco de dados responsável por armazenar informações relacionadas ao uso das conversões, a fim de apresentar as estatísticas de uso da aplicação. Os dados referentes às estatísticas de uso foram armazenados no SQLite, o sistema de gerenciamento de banco de dados padrão utilizado pelo *framework* Django.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

As figuras 01, 02 e 03 apresentam algumas páginas da aplicação *web* *WQConverter* desenvolvida neste trabalho.

A Figura 01 mostra o cabeçalho da página principal da aplicação, ou seja, a página em que o usuário inicia sua navegação e tem acesso ao conversor. Vale ressaltar que no final da página principal está disponível também um formulário simples, com os campos nome, *e-mail*, assunto e mensagem, possibilitando ao usuário entrar em contato para tirar dúvidas ou fazer sugestões.

Figura 01 - Página principal da aplicação *web* *WQConverter*.



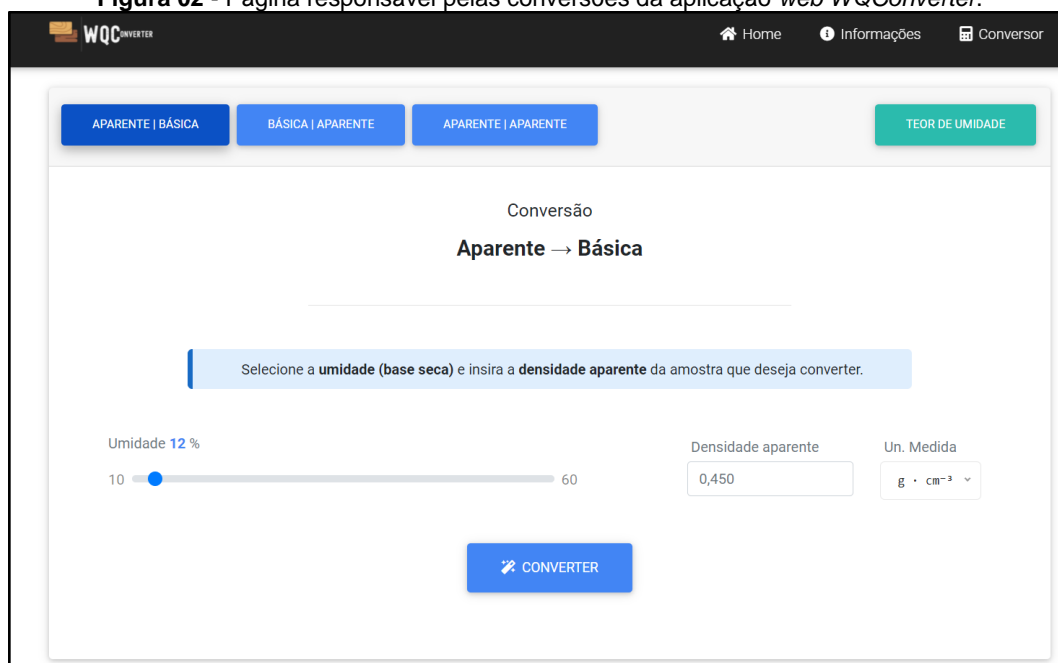
Fonte: próprio autor.

A aplicação possibilita três conversões de densidade de madeira, utilizando algumas equações experimentais: I) conversão da densidade aparente para a densidade básica; II) conversão da densidade básica para densidade aparente; e III) conversão da densidade aparente calculada para densidade aparente estimada. Cada conversão possui uma aba específica do conversor como mostra a Figura 02.

De acordo com a Figura 02, cuja conversão selecionada é densidade aparente para a básica, a expectativa é que o usuário informe tanto a umidade como a densidade aparente da amostra para realizar a conversão. Vale ressaltar que para a unidade de medida densidade, é possível selecionar entre $g \cdot cm^{-3}$ e $kg \cdot m^{-3}$.

Para os testes da aplicação foram utilizados os dados provenientes da base de dados elaborada por Costa (2006), a qual está dividida em amostras de madeira de árvores seminais, clonais e híbridas do gênero *Eucalyptus*. Com o propósito de diversificar os testes, foram selecionadas aleatoriamente 50 amostras da base de dados para cada um dos tipos de conversão, por exemplo, para a conversão da densidade aparente para básica os dados extraídos foram a densidade aparente, umidade e densidade básica experimental. A Tabela 01 e a Tabela 02 apresentam, respectivamente, os resultados dos testes realizados para a conversão da densidade aparente para básica e conversão da densidade básica para densidade aparente.

Figura 02 - Página responsável pelas conversões da aplicação *web* WQConverter.



Fonte: próprio autor.

As tabelas 01 e 02 retratam a acurácia da aplicação *web*, pois os dados de saída, mais especificamente a última coluna das tabelas, não apresentaram diferenças quando comparadas a penúltima coluna, que contém os dados obtidos pelas equações experimentais implementadas por meio de uma planilha eletrônica em Costa (2006). Não foi necessário realizar testes para a conversão da densidade aparente calculada em densidade aparente estimada, pois essa é uma conversão resultante da composição das duas equações cujas acurácias foram comprovadas nos testes.

Tabela 01 - Amostras usadas para testes relativos à conversão da densidade aparente para básica.

DADOS DE ENTRADA		DADOS DE SAÍDA		
Densidade Aparente	Umidade (%)	Dens. Básica Experimental	Dens. Básica Teórica	Dens. Básica Teórica - WQConverter
0,572	14	0,434	0,465	0,465
0,525	14	0,413	0,429	0,429
0,626	14	0,496	0,506	0,506
0,538	14	0,442	0,439	0,439
0,561	14	0,477	0,457	0,457
0,577	14	0,447	0,469	0,469
0,544	14	0,420	0,444	0,444
0,507	14	0,401	0,415	0,415
0,578	14	0,456	0,470	0,470
0,537	14	0,455	0,445	0,445
0,600	14	0,487	0,487	0,487
0,558	14	0,488	0,455	0,455
0,568	14	0,473	0,462	0,462

Fonte: Próprio autor.

Tabela 02 - Amostras usadas para testes relativos à conversão da densidade básica para aparente.

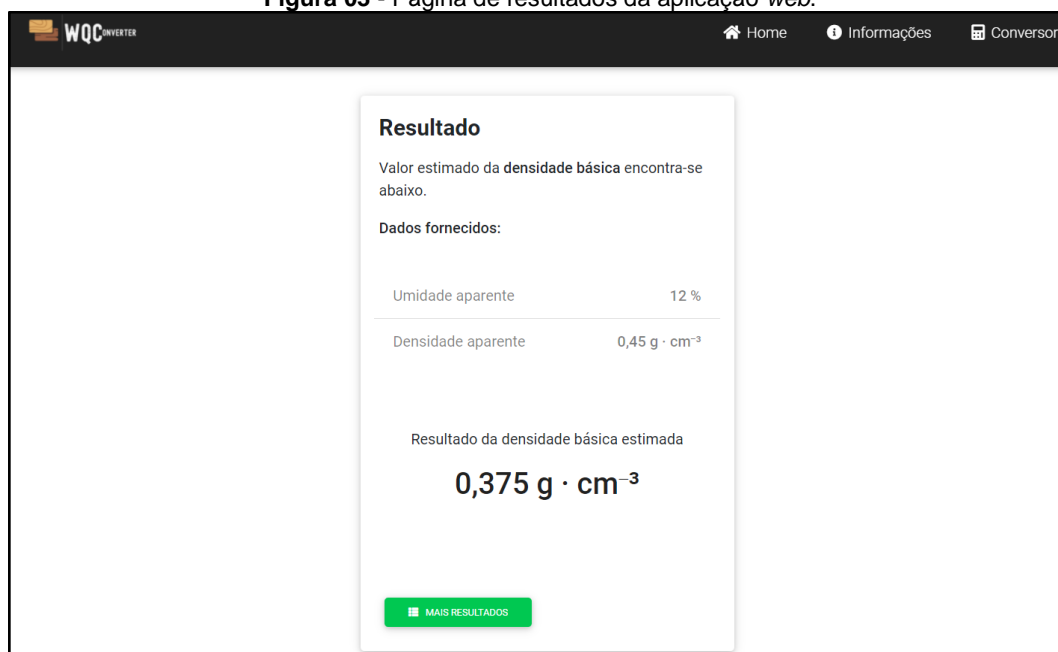
DADOS DE ENTRADA		DADOS DE SAÍDA		
Densidade Básica	Umidade Estimada (%)	Dens. Aparente Experimental	Dens. Aparente Teórica	Dens. Aparente Teórica - WQConverter
0,446	14	0,541	0,550	0,550
0,498	14	0,597	0,620	0,620
0,463	14	0,554	0,573	0,573
0,491	14	0,583	0,610	0,610
0,492	14	0,600	0,612	0,612
0,518	14	0,613	0,646	0,646
0,442	14	0,526	0,545	0,545
0,457	14	0,549	0,565	0,565
0,493	12	0,580	0,602	0,602
0,507	14	0,579	0,632	0,632
0,537	13	0,635	0,666	0,666
0,542	11	0,653	0,661	0,661
0,486	13	0,563	0,598	0,598

Fonte: Próprio autor.

As figuras 03 e 04 apresentam a mesma página da aplicação *web*, a qual exibe os resultados para o usuário após cada conversão.

A Figura 03 mostra o resultado obtido pela conversão de maneira sucinta e objetiva utilizando um cartão, o qual possui as informações de entrada inseridas pelo usuário e, claro, o resultado. Além disso, rolando a página de resultados para baixo, com o intuito de aprimorar ainda mais a experiência do usuário, foram confeccionados dois gráficos (Figura 04) para expressar o resultado obtido. Os gráficos estimam a variação da densidade aparente e/ou básica em função da umidade e da densidade desejada na conversão.

Figura 03 - Página de resultados da aplicação web.



Fonte: próprio autor.

Figura 04 - Página de resultados da aplicação web.



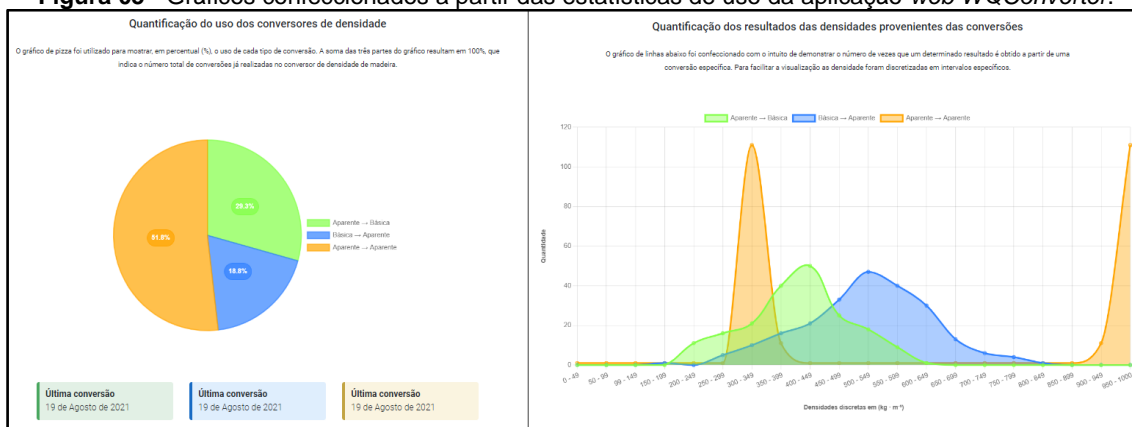
Fonte: próprio autor.

O ponto em cada um dos gráficos apresentados na Figura 04 representa o resultado da conversão, enquanto o prolongamento da linha apresenta a estimativa do comportamento da conversão de acordo com a variação da densidade aparente e/ou básica ou da umidade.

Além da parte visual (*front-end*) demonstrada nas figuras, também foi necessário implementar a parte lógica da aplicação web que é responsável pela troca de informações, como por exemplo, o envio de *e-mails* por meio do formulário de contato disponível na página principal.

Por fim, também foi elaborada a página para a visualização das estatísticas de uso das conversões, mostrada na Figura 05. Foram confeccionados dois gráficos, o primeiro é um gráfico de pizza que mostra, em percentual (%), o uso de cada um dos três tipos de conversão. Já o segundo é um gráfico de linhas que demonstra o número de vezes que um determinado resultado é obtido a partir de uma conversão específica. Para facilitar a visualização, as densidades (eixo X do gráfico de linhas) foram discretizadas em intervalos específicos.

Figura 05 - Gráficos confeccionados a partir das estatísticas de uso da aplicação web *WQConverter*.



Fonte: próprio autor.

A aplicação não está em ambiente de produção, portanto, os dados armazenados no banco de dados e usados para popular os gráficos da Figura 05 são meramente ilustrativos.

CONCLUSÕES:

As equações experimentais de transformação são úteis na caracterização física da madeira, pois a partir de apenas uma densidade são determinadas outras densidades. Devido a importância da densidade básica, é necessário facilitar e otimizar a sua determinação por necessitar de condições extremas, como a saturação e secagem, que são de grande morosidade.

A aplicação *WQConverter*, proporcionou ganhos a comunidade empresarial e/ou científica por meio da divulgação e do uso intensivo de uma metodologia alternativa, evitando erros relacionados aos cálculos e, principalmente, acesso aos cálculos complexos de maneira simples e intuitiva. Ainda poderá ser utilizada para conferir os dados estimados pelo método tradicional.

O uso da linguagem de programação Python em conjunto com o *framework* de desenvolvimento de aplicações *web* Django, mostrou ser uma ferramenta ágil, completa e eficiente. O Django cumpre seu papel, fazendo com que o desenvolvedor aproveite ao máximo o código já feito, evitando retrabalho.

As interfaces da aplicação foram construídas para serem o mais transparentes e práticas possível, incrementando ainda mais a experiência do usuário final. Na página de resultados foram elaborados gráficos para que o usuário consiga entender melhor a relação entre as conversões e ainda traçar uma estimativa do resultado de acordo com a variação dos atributos de entrada fornecidos pelo mesmo. Por tratar-se de uma aplicação *web* elaborada utilizando *frameworks* de desenvolvimento de interfaces gráficas responsivas, os usuários podem fazer acesso e realizar conversões utilizando o *smartphone*. Entretanto, a visualização no *browser desktop* traz uma experiência mais sólida.

BIBLIOGRAFIA

- BRUDER, E. M. **Densidade básica e aparente da madeira: método para qualificação**. Mauritius: NEA, 2018. 100 p.
- BRUDER, E. M. **Métodos de determinação da densidade básica e aparente da madeira de *Eucalyptus sp.*** 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.
- COSTA, V. E. **Caracterização físico-energética da madeira e produtividade de reflorestamentos de clones de híbridos de *Eucalyptus grandis x E.urophylla***. 2006. 99 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
- DJANGO SOFTWARE FOUNDATION. **Django Documentation: Release 3.2.x dev**, Django August 2021. Disponível em: <<https://buildmedia.readthedocs.org/media/pdf/django/3.2.x/django.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2021.
- FOELKEL, C.; MORA, E.; MENOCELLI, S. Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose. **O papel**, São Paulo, v. 53, n. 5, p. 35-40, 1992.
- MOULIN, J. C. et al. Efeito do Espaçamento, Idade e Irrigação no Volume e Densidade Básica do Eucalipto. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p.1-10, 2017.
- NIELSEN, J. **Usability Engineering**. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc, 1993.
- PALERMO, G. P. M. **Qualidade da Madeira de árvores resinadas de *Pinus elliottii Engelm.*** 2003. 137f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais / Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.
- REZENDE, M. A. **Uma abordagem não convencional sobre as principais características físicas da madeira, com ênfase para retratibilidade, massa específica e técnica de atenuação da radiação gama**. 1997. 138f. Tese (Livre-Docência) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.