



PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO

PROJETO BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável

PRODUTO 10

JOF – 1069/2019

Convocação 001/2018

LICITANTE: Instituto de Ciências Agrárias – ICA/UFMG

Montes Claros, 11/2020

Sumário

RESUMO EXPLICATIVO DO PRODUTO	3
1. INTRODUÇÃO	3
2. PRINCIPAIS PRODUTOS OBTIDOS DURANTE A REALIZAÇÃO DO PROJETO	4
Construção da Unidade Demonstrativa no campus de Montes Claros da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	4
Eficiência da carbonização e mitigação das emissões de gases de efeito estufa pelo sistema fornos-fornalha	6
Treinamentos realizados pelo Projeto Siderurgia Sustentável	7
Público atingido, número de participante e alcance do projeto.....	12
Participação no Fórum Nacional de carvão vegetal e minicursos realizado	15
Participação em eventos e trabalhos publicados pela Equipe Técnica.....	19
Repasse de material técnico e didático.....	24
3. LIÇÕES APRENDIDAS COM O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ..	27
Contribuições do projeto Siderurgia Sustentável para a UFMG.....	27
Contribuições do Projeto Siderurgia Sustentável para o setor de carvão vegetal na mesorregião norte de Minas Gerais.....	28
Desafios do projeto.....	29
Continuidade do Projeto Siderurgia Sustentável.....	31
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
5. REFERÊNCIAS	34

RESUMO EXPLICATIVO DO PRODUTO

O produto de número 10, que deverá ser enviado ao PNUD até o dia 26 de novembro de 2020, traz os resultados alcançados e as lições aprendidas na execução das atividades na mesorregião norte de Minas Gerais, proposta pelo Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável. O produto consiste em uma análise crítica dos resultados alcançados e registro das melhores práticas e das lições aprendidas, tanto no que se refere à gestão/execução das atividades, como à produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas. Desta forma, o presente relatório descreve os principais produtos obtidos durante a realização do projeto, como a construção da unidade demonstrativa e a eficiência da carbonização e mitigação dos gases de efeito estufa; e as lições aprendidas durante este período, bem como, trata das contribuições do projeto Siderurgia Sustentável para o setor de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

1. INTRODUÇÃO

A biomassa florestal possui características importantes para o setor energético, seja pela queima direta da madeira ou pela sua transformação em combustível. O Brasil é líder mundial na produção de carvão vegetal, sendo responsável por 12% de todo o carvão produzido mundialmente, uma vez que, o setor de florestas plantadas manteve participação constante de 95% da produção de carvão vegetal. No ano de 2019, este produto registrou consumo de 5,3 milhões de toneladas no Brasil, um crescimento de 3,7% em relação ao ano anterior, principalmente em função do aumento da atividade do setor siderúrgico (IBÁ, 2020).

A maior parte do carvão vegetal produzido no Brasil é por pequenos e médios produtores, que utilizam fornos rudimentares de baixo rendimento e sem controle de emissões atmosféricas, como por exemplo, os fornos do tipo “rabo-quente”, que causam impactos econômicos, sociais e principalmente ambientais (DONATO, 2017). Entretanto, esses impactos podem ser minimizados por meio de tecnologias que melhorem o rendimento gravimétrico e que capturem ou queimem esses gases emitidos durante a carbonização.

Neste sentido, foi desenvolvido o sistema fornos-fornalha pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), com o intuito de obter melhor qualidade do processo de carbonização e do produto final. O sistema consiste na utilização de uma fornalha acoplada ao forno de alvenaria, o que possibilita a queima dos gases provenientes do

processo. Além disso, o sistema colabora com o aumento do rendimento gravimétrico, obtido através de técnicas de controle da carbonização (OLIVEIRA et al., 2013).

Visando medidas de mitigação das emissões de gases de efeito estufa na siderurgia brasileira, surge o Projeto Siderurgia Sustentável, que tem como finalidade desenvolver uma cadeia produtiva sustentável, estabelecendo a economia de baixo carbono na produção de carvão vegetal proveniente de florestas plantadas, pelo incentivo da utilização do sistema fornos-fornalha (PNUD, 2018). Para isto, têm-se como objetivo promover atividades nas suas unidades demonstrativas, como melhoria e adaptação dos componentes do sistema fornos-fornalha às características regionais de produção de carvão vegetal; e ações de treinamento e capacitação de produtores de carvão, construtores de fornos, profissionais e pesquisadores da área interessados em produzir carvão vegetal de forma sustentável.

Para a unidade demonstrativa instalada nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, no Instituto de Ciências Agrárias – ICA, Montes Claros, MG, as atividades de extensão e capacitação foram realizadas durante as diferentes etapas do projeto, com a finalidade de disseminar conteúdos referentes ao sistema fornos-fornalhas para produtores rurais de carvão vegetal, técnicos, pesquisadores e profissionais da área, discentes e docentes, bem como, todos os interessados no assunto da mesorregião Norte de Minas Gerais.

Deste modo, o presente relatório descreve os principais produtos obtidos durante a realização do Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável, como a construção da unidade demonstrativa e a eficiência da carbonização e mitigação dos gases de efeito estufa; e as lições aprendidas com o desenvolvimento do projeto, bem como, as contribuições do Projeto Siderurgia Sustentável para o setor de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

2. PRINCIPAIS PRODUTOS OBTIDOS DURANTE A REALIZAÇÃO DO PROJETO

Construção da Unidade Demonstrativa no campus de Montes Claros da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

O sistema fornos-fornalha foi instalado nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, no Instituto de Ciências Agrárias – ICA, Montes Claros, MG (Figura 1). A área selecionada conta com um total de aproximadamente 5000 m²

alocados próximo aos laboratórios do curso de Engenharia Florestal, especificamente na produção de energia (16° 41' S e 43° 50' W).



Figura 1. Instalação da unidade demonstrativa no campus de Montes Claros da UFMG.

A instalação da unidade demonstrativa de produção sustentável de carvão vegetal, adaptada às características do público-alvo e da mesorregião, ocorreu no período de 16 a 21 de dezembro de 2019 pela empresa CLA Empreendimentos Florestais e Equipe Técnica da UFV, formada por Sálvio Teixeira Rodrigues, Humberto Fauller de Siqueira e Artur Queiroz Lana (Figura 2). Todas as atividades realizadas nas diferentes etapas da instalação foram acompanhadas pela equipe do projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável, por docentes, discentes, técnicos do ICA/UFMG e representantes da Emater. A exemplo do curso Prático de Construção do Sistema Fornos-fornalha,

ministrado pela equipe técnica da UFV, que teve como finalidade demonstrar e treinar aos interessados como o sistema fornos-fornalha pode ser construído facilmente, e por um preço justo, nas pequenas e médias propriedades rurais, além de contribuir para a sustentabilidade na produção de carvão vegetal.



Figura 2. Curso prático de construção do sistema fornos-fornalha no campus de Montes Claros da UFMG.

Eficiência da carbonização e mitigação das emissões de gases de efeito estufa pelo sistema fornos-fornalha

De acordo com a professora Angélica de Cássia Carneiro da UFV, o sistema fornos-fornalha é constituído de quatro fornos e uma fornalha (queimador de gases), o qual reduz em mais de 80% os gases poluentes emitidos durante a produção de carvão vegetal, com rendimento gravimétrico superior a 32%, em base seca, e como o sistema

de temperatura do forno é monitorado por pirometria, a qualidade do carvão vegetal obtido neste sistema atende a todas as especificações siderúrgicas.

Esta eficiência e contribuição do sistema fornos-fornalha para a mitigação dos gases de efeito estufa foi constatada no presente projeto, pois, de acordo com os dados obtidos tanto pelo método de Mensuração, Relato e Verificação (MRV), quanto pelo *software* Charcoal System, foi possível quantificar a redução dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e calcular o Balanço de Carbono do Projeto BRA/14/G31 - Siderurgia Sustentável pelo sistema fornos-fornalha implantado no ICA/UFMG.

Considerando a redução de emissão de 50% do gás metano pela metodologia ACM0001 para queimadores “não-contínuos”, o projeto siderurgia sustentável apresentou 0,593 toneladas de CO₂ equivalente, com uma redução de 66,40% de emissão quando comparado à linha de base (Forno "Rabo Quente"). Houve assim uma redução de 1,089 toneladas de CO₂e por tonelada de carvão produzido. E de acordo com o *software* Charcoal System, o projeto também apresentou vegetação suficiente para neutralizar as emissões de gases de efeito estufa gerados pelo sistema fornos-fornalha, com um valor positivo de 1.204,574 tCO₂e/ano. Além de que, o carvão vegetal apresentou rendimento gravimétrico de 30,78%, evidenciando assim a eficiência da carbonização pelo sistema.

Estes resultados evidenciam a contribuição do sistema fornos-fornalha para a mitigação dos gases de efeito estufa, principalmente CH₄ e CO, que são liberados na atmosfera. Pois, além de proporcionar o aumento do rendimento gravimétrico, há a redução das emissões do metano no processo de carbonização. Além de mostrar em números o que é evidenciado numa praça de carbonização que faz o uso de queimadores, como por exemplo, a melhor qualidade de trabalho pela redução de fumaça, e conseqüentemente, diminuição do odor.

Treinamentos realizados pelo Projeto Siderurgia Sustentável

Para a unidade demonstrativa instalada nas dependências da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, no Instituto de Ciências Agrárias – ICA, Montes Claros, MG, as atividades de extensão e capacitação foram realizadas durante as diferentes etapas do projeto, no período de dezembro de 2019 a março de 2020. No total foram ofertados: um (01) curso prático de construção do sistema fornos-fornalhas, que foi oferecido durante a execução do Produto 4, em parceria com a EMATER (Figura 3); um

(01) curso prático de operação do sistema fornos-fornalha (Figura 4); um (01) curso teórico em produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas (Figura 5); e um (01) dia de campo: Análise da qualidade do carvão vegetal (Figura 6). Todos envolvendo agricultores, empresas, associações e universidades. Os cursos oferecidos foram ministrados pela equipe da UFV, composta por Humberto Fauller, Artur Lana e Salvio Moiado, e pela equipe técnica do Projeto Siderurgia Sustentável, composta pelos professores Edy Eime Baraúna, Talita Baldin, Fernando Colen e Sidney Pereira.

Em decorrência da Declaração de pandemia pela OMS (Organização Mundial de Saúde) em 11 de março de 2020 do COVID-19, e pela “Nota à Comunidade da UFMG” emitida pela Reitoria da Universidade Federal de Minas Gerais em 18 de março de 2020, determinando a suspensão das atividades presenciais nos seus *campis*, algumas atividades do projeto não puderam ser realizadas. Neste sentido, no período de 06 a 10 de julho de 2020, as equipes técnicas das Universidades Federais de Minas Gerais/ICA/UFMG e de São João del-Rei/CSL/UFSJ, Instituto Antonio Ernesto de Salvo - INAES, representadas pelas professoras Talita Baldin e Marina Arantes, apresentaram por meio de uma “live” na plataforma do YouTube os resultados preliminares da implantação do Sistema Fornos-Fornalha: UD/Projeto Siderurgia Sustentável, em cada uma das unidades demonstrativas (Figura 7).



CONVITE

A Equipe Técnica do Projeto Siderurgia Sustentável BRA/14/G31 gostaria de convidá-lo para participar do Curso Teórico em Siderurgia Sustentável de produção de Carvão Vegetal. Em sua execução, o Projeto Siderurgia Sustentável tem fomentado a mobilização e a parceria entre setores público, privado e academia com o objetivo de promover a adoção de tecnologias mais eficientes de conversão de carvão vegetal pela indústria de ferro-gusa, aço e ferroligas a partir de pilotos em pequena escala e também da demonstração bem-sucedida de instalações avançadas de produção comercial.

Público alvo: Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG
Local: Laboratório de Serraria, Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Av. Universitária, nº 1000, bairro Universitário / Montes Claros, MG
Data: 27/11/2019
Horário: 8h 30

ICA INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS UFMG SIDERURGINIA SUSTENTÁVEL



Figura 3. Curso Teórico em Produção Sustentável de Carvão Vegetal no campus de Montes Claros da UFMG.

CONVITE

Curso Prático de Construção do Sistema Fornos-fornalha

A Equipe Técnica do Projeto Siderurgia Sustentável BRA/14/G31, gostaria de convidá-lo para participar do Curso Prático de Construção do Sistema Fornos-fornalha em parceria com o Senar e Emater e a Universidade Federal de Viçosa. O Projeto Siderurgia Sustentável tem fomentado a mobilização e a parceria entre setores público, privado e academia com o objetivo de promover a adoção de tecnologias mais eficientes de conversão de carvão vegetal pela indústria de ferro-gusa, aço e ferroligas a partir de pilotos em pequena escala e também da demonstração bem-sucedida de instalações avançadas de produção comercial.



Público alvo: Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG; e produtores e fornecedores da mesorregião norte de Minas Gerais.
Local: Laboratório de Serraria, Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Av. Universitária, nº 1000, bairro Universitário / Montes Claros, MG.
Data: 18/12/2019
Horário: 8h 30
Taxa de inscrição: Gratuito







Figura 4. Curso Prático de Construção do Sistema Fornos-fornalha no campus de Montes Claros da UFMG.

CÔNVIDE

Curso prático de operação do sistema fornos-fornalha

A Equipe Técnica do Projeto Siderurgia Sustentável BRA/14/G31, gostaria de convidá-lo para participar do Curso Prático de Operação do Sistema Fornos-fornalha em parceria com o Senar e Emater e a Universidade Federal de Viçosa. O Projeto Siderurgia Sustentável tem fomentado a mobilização e a parceria entre setores público, privado e academia com o objetivo de promover a adoção de tecnologias mais eficientes de conversão de carvão vegetal pela indústria de ferro-gusa, aço e ferroligas a partir de pilotos em pequena escala e também da demonstração bem-sucedida de instalações avançadas de produção comercial.

Público alvo: Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG; e produtores e fornecedores da mesorregião norte de Minas Gerais.

Local: Laboratório de Serraria, Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Av. Universitária, nº 1000, bairro Universitário / Montes Claros, MG.

Data: 11, 12 e 13 de março de 2020.

Horário: 8h





Figura 5. Curso Prático de Operação do Sistema Fornos-fornalha no campus de Montes Claros da UFMG.

CONVITE

Dia de campo: Análise do carvão vegetal

A Equipe Técnica do Projeto Siderurgia Sustentável BRA/14/G31, gostaria de convidá-lo para participar do Dia de Campo em produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas em parceria com o Senar e Emater e a Universidade Federal de Viçosa. O dia de campo demonstrará, de maneira prática, como funciona a produção do carvão vegetal no sistema fornos-formalha, com ampla abrangência: desde a qualidade e armazenamento da madeira até a qualidade do carvão vegetal.



Público alvo: Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG; e produtores e fornecedores da mesorregião norte de Minas Gerais.
Local: Laboratório de Serraria, Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, Av. Universitária, nº 1000, bairro Universitário / Montes Claros, MG.
Data: 18/03/2020
Horário: 8h





Figura 6. Dia de campo: Análise da qualidade do carvão vegetal no campus de Montes Claros da UFMG.

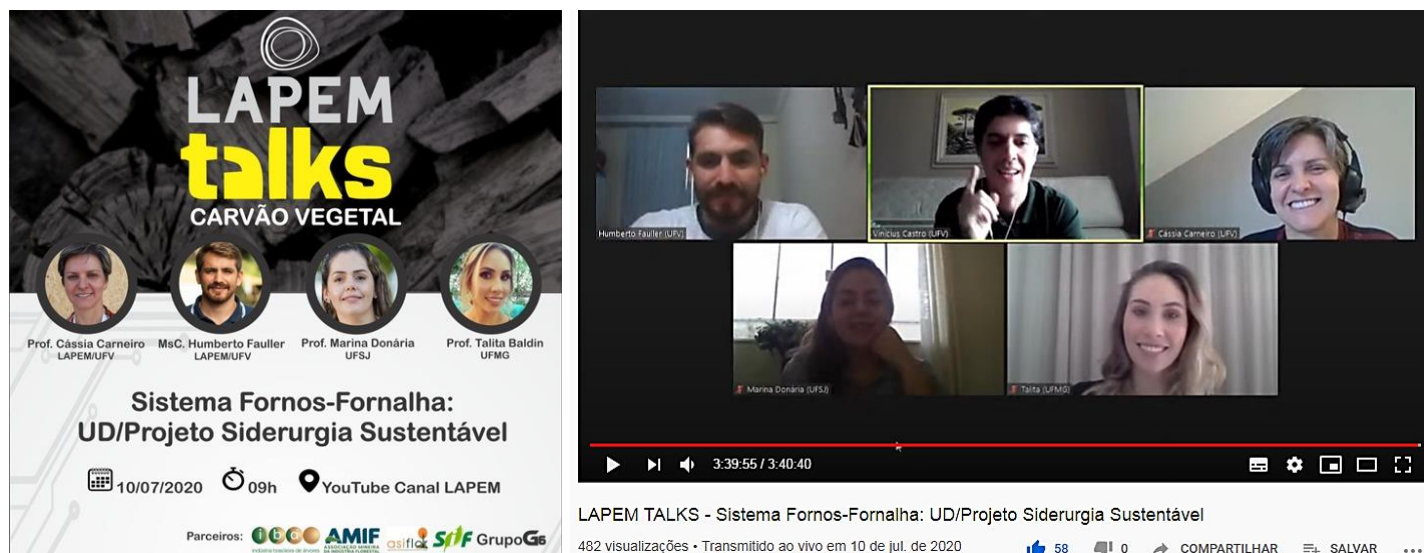


Figura 7. Evento on-line Sistema Fornos-Fornalha: UD/Projeto Siderurgia Sustentável.

Fonte: https://www.youtube.com/watch?v=W2_4RYBxENE&t=3471s

Visto a importância e os benefícios que o projeto tem proporcionado para o âmbito do ensino, da pesquisa e da extensão na Região Norte de Minas Gerais, assim que possível, serão ofertados mais um curso prático de operação do sistema fornos-fornalha e mais dois dias de campos em produção sustentável de carvão vegetal de florestas plantadas.

Público atingido, número de participante e alcance do projeto

As atividades de extensão e capacitação realizadas pelo Projeto Siderurgia Sustentável no campus de Montes Claros da UFMG contaram com um total de 70 participantes, sendo estes, docentes, discentes, técnicos, representante da Emater, Engenheiros e Consultores Florestais, produtores e forneiros da mesorregião norte de Minas Gerais (Tabela 1).

Tabela 1. Números de participantes dos principais eventos realizados pelo Projeto Siderurgia Sustentável no campus de Montes Claros da UFMG.

Evento	Número de participantes	Público participantes	Grau de satisfação do participante
Curso Teórico em Produção Sustentável de Carvão Vegetal	10	Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG	Alto

(nov./2019).			
Curso Prático de Construção do Sistema fornos-fornalha (dez./2019).	15	Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG; discente da FUNORTE; representante da Emater e produtores e forneiros da mesorregião norte de Minas Gerais	Alto
Curso Prático de Operação do Sistema fornos-fornalha (março/2020).	30	Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG; Engenheiros e Consultores Florestais; e produtores e forneiros da mesorregião norte de Minas Gerais	Alto
Dia de campo: Análise da qualidade do carvão vegetal (março/2020).	15	Docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG	Alto
Apresentação remota dos resultados preliminares da implantação do Sistema Fornos-Fornalha: UD/Projeto Siderurgia Sustentável (jul./2020).	482 visualizações	83,1% de visualizações nacionais e 53,2% do público feminino	Alto

Dentre os resultados preliminares da implantação do Sistema Fornos-Fornalha: UD/Projeto Siderurgia Sustentável apresentados no evento remoto, destacam-se a distribuição geográfica dos participantes das atividades de extensão e capacitação das duas Unidades Demonstrativas, Montes Claros e Sete Lagoas (Figura 8). Nota-se que o projeto conseguiu atingir as suas expectativas, que era abranger a região Central e Norte do Estado de Minas Gerais, além de contar com a presença de participantes de São Paulo, Pará e Paraguai. Também foram apresentadas as diversas áreas dos participantes presentes (Figura 9), sendo em sua maioria discentes (graduação e pós-graduação), empresários, docentes e representantes do SENAR/EMATER. Até o momento, houve 143 participantes nos treinamentos das duas Unidades Demonstrativas, sendo 39% do público feminino.

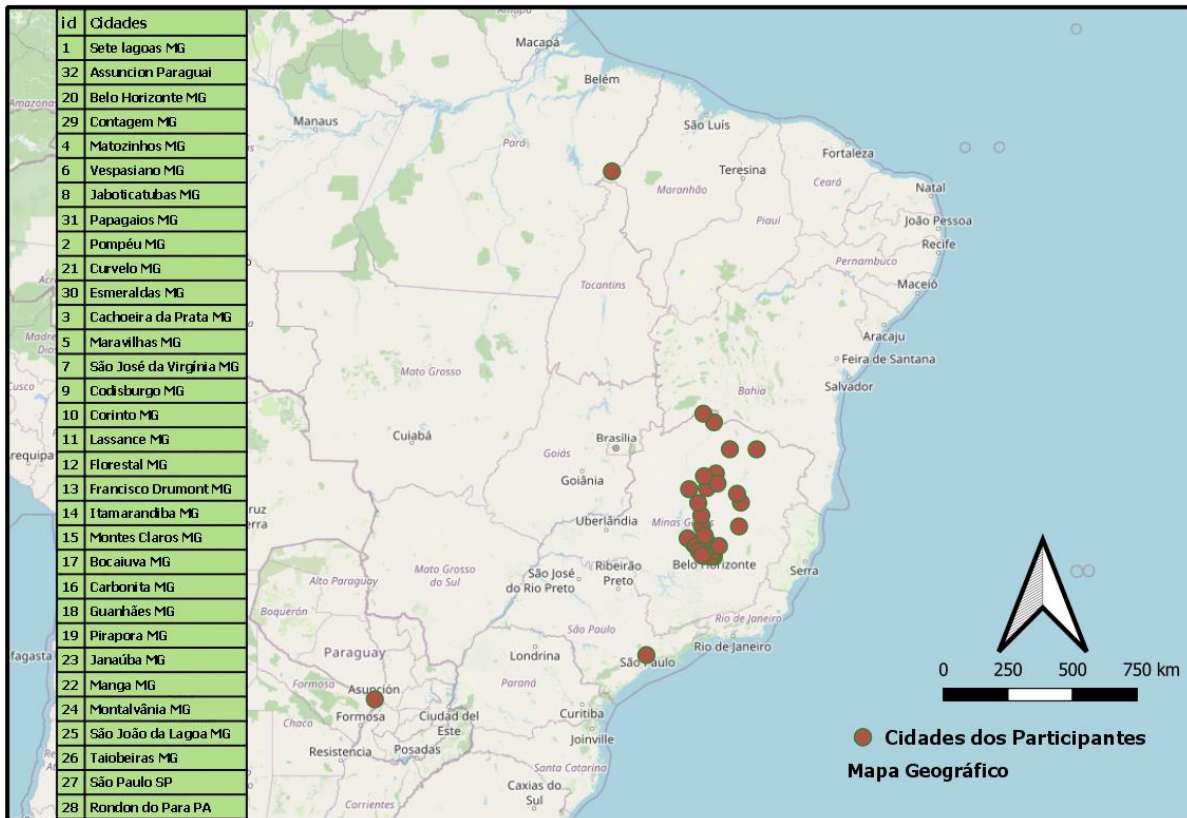


Figura 8. Distribuição geográfica dos participantes das atividades de extensão e capacitação das duas Unidades Demonstrativas, Montes Claros e Sete Lagoas.

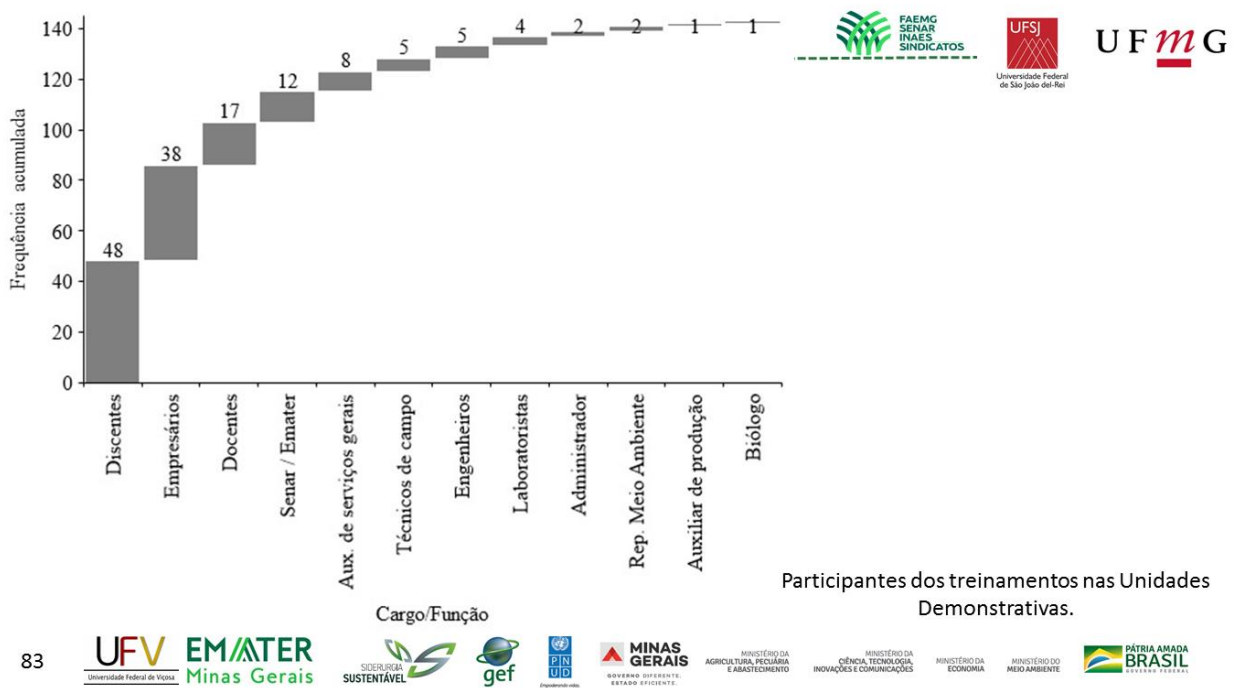


Figura 9. Áreas dos participantes presentes nos treinamentos das Unidades Demonstrativas de Montes Claros e Sete Lagoas.

Participação no Fórum Nacional de carvão vegetal e minicursos realizado

Anteriormente a vigência do Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável, a equipe técnica da UFMG participou do V Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal e III Seminário de Energia da Biomassa Florestal, evento promovido pela SIF (Sociedade de Investigações Florestais) e sob a coordenação da Professora Angélica de Cássia Carneiro da UFV, realizado nos dias 15 e 16 de maio de 2019 em Belo Horizonte, MG (Figura 10). O evento foi propulsor e incentivador para a equipe técnica aceitar o desafio do projeto siderurgia sustentável, conversar com profissionais da área, assim como agregar novos conhecimentos a respeito do tema.



Figura 10. Evento: V Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal.

Fonte: <https://www.facebook.com/sif.org/posts/2219372528101045>

De acordo com a professora Angélica de Cássia Carneiro, houve 312 participantes no evento, entre empresários e técnicos de empresas, professores universitários, pesquisadores e profissionais da área, técnicos de órgãos governamentais e estudantes de graduação e pós-graduação. O evento contou ainda com 60 trabalhos enviados, sendo todos esses publicados nos anais do evento e os 38 melhores apresentados em forma de pôster durante os coffee-breaks. Paralelamente ao evento, foi realizado um espaço com estandes a fim de propiciar ao público oportunidades comerciais e institucionais, como: promover e acessar novas tecnologias e tendências do mercado; praticar marketing institucional e marketing de relacionamento, de forma a ampliar e fortalecer a rede de contatos; além de promover e difundir produtos, serviços e tecnologia.

Os professores Edy Eime Pereira Baraúna, Talita Baldin e Fernando Colen, representantes da equipe técnica da UFMG do Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável, publicaram dois resumos expandidos no evento V Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal, intitulados: Madeira de *Ateleia glazioveana* Baill. como fonte energética (Figura 11), e, A madeira de *Ateleia glazioveana* Baill. como fonte de energia: densidade básica e poder calorífico superior (Figura 12).

MADEIRA DE *ATELEIA GLAZIOVEANA* BAILL. COMO FONTE ENERGÉTICA

Luciane Gorski¹; Talita Baldin²; Clovis Roberto Haselein³; Cristiane Pedrazzi⁴; Edy Eime Pereira Baraúna⁵

RESUMO: O mercado energético brasileiro é abastecido, primordialmente, pelo gênero *Eucalyptus*. Essa baixa diversidade de espécies tem levado a estudos de madeiras alternativas que apresentem bom potencial produtivo. Assim, a espécie *Ateleia glazioveana* (timbó), de ocorrência e bom crescimento na região Sul do Brasil, tem despertado interesse apesar das poucas pesquisas sobre suas características tecnológicas. O estudo busca determinar a densidade básica e o teor de lignina da madeira de *Ateleia glazioveana* e inferir, através destas características, sobre seu potencial energético. Três árvores aos 25 anos de idade foram amostradas, dos discos retirados a altura do peito foram determinadas a densidade básica e o teor de lignina. Os resultados de densidade básica (0,53 g/cm³) e da lignina (22,24%) indicam viabilidade do uso da madeira de da madeira de *Ateleia glazioveana* para geração de energia, visto que mostraram valores semelhantes a outras espécies comumente utilizadas para esta finalidade. Recomenda-se aprofundar os estudos com a determinação de outras variáveis como o poder calorífico, o teor de umidade, a composição química imediata e elementar, aliadas ao desenvolvimento silvicultural da espécie em plantios comerciais.

Palavras-chave: qualidade da madeira; lignina, densidade básica

INTRODUÇÃO

A *Ateleia glazioveana* Baill., popularmente conhecida como timbó, pertence à família Fabaceae, de ocorrência desde o Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, onde aparece como planta

Figura 11. Resumo expandido publicado no evento: V Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal e III Seminário de Energia da Biomassa Florestal.

A MADEIRA DE *ATELEIA GLAZIOVEANA* BAILL. COMO FONTE DE ENERGIA: DENSIDADE BÁSICA E PODER CALORÍFICO SUPERIOR

Luciane Gorski¹; Talita Baldin²; Maiara Talgatti³; Laura Hoffmann de Oliveira⁴; Fernando Colen⁵

RESUMO: A importância de conhecer novas matérias-primas para o uso em diversos setores da indústria se dá pela diversificação dos produtos e variação de espécies utilizadas, haja vista a grande biodiversidade da flora brasileira. Assim, o setor de biomassa florestal, em crescimento acelerado nos últimos anos, abre oportunidades de pesquisa de espécies potenciais, sendo o objetivo principal desse estudo a espécie *Ateleia glazioveana*. Foram suprimidas três árvores com vinte e cinco anos de idade, coletados no município de Santa Maria/RS e dos discos retirados na base determinadas as propriedades de densidade básica e poder calorífico superior. Os resultados obtidos apresentam a espécie como de média densidade, 0,58 g/cm³, e poder energético de 4460 Kcal/kg, sendo consideradas características potenciais como recurso dendroenergético.

Palavras-chave: qualidade da madeira; lignina, densidade básica

INTRODUÇÃO

A espécie *Ateleia glazioviana* Baill., conhecida popularmente como timbó, faz parte da família Fabaceae, com abrangência geográfica desde o Estados do RJ até o RS, onde apresenta maciços abundantes em beiras de estradas, bordas de matas e plantações abandonadas (LONGHI, 1995; RAMBO, 2000; SOBRAL et al., 2006). Suas características botânicas apontam alturas de 10 a 20 metros e diâmetros de até 70 cm na altura do peito, sendo uma planta heliófita, decídua e

Figura 12. Resumo expandido publicado no evento: V Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal e III Seminário de Energia da Biomassa Florestal.

Após a realização do V Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal e III Seminário de Energia da Biomassa Florestal, realizou-se nas dependências do Sebrae/MG, simultaneamente vários minicursos, sob a coordenação e supervisão da UFV e do SEBRAE, com temas relacionados a produção sustentável de carvão vegetal, sendo essa mais uma iniciativa apoiada pelo Projeto Siderurgia Sustentável, e cumprimento de dos objetivos da carta de acordo. Segundo a professora Angélica de Cássia Carneiro, o evento teve mais de 200 participantes distribuídos nos sete cursos oferecidos (Figura 13). Os instrutores dos cursos foram os técnicos da UFV, professores da Universidade Federal de São João Del Rei, e consultor do Projeto Siderurgia Sustentável.

EVENTO PARALELO – PROJETO SIDERURGIA SUSTENTÁVEL

17 de maio de 2019

Local: SEBRAE-MG
 Endereço: Av. Barão Homem de Melo, 329 - Nova Granada, Belo Horizonte - MG
 Inscrição: gratuita para os participantes do fórum de carvão vegetal
 Número de vagas por curso: 30
 Inscrição: Stand do Projeto Siderurgia Sustentável, de 15 e 16 de maio de 2019.

Horário	Sala	Atividade/Treinamento	Instrutor	Participantes
08-12	A	Construção e operação do sistema forno formata para pequenos e médios produtores de carvão	Humberto Fautler e Sálvio Rodrigues (UFV)	30
08-12	B	Produção sustentável de carvão vegetal – Queima de gases; Não combustão espontânea do carvão; Controle de processo; DN 227	Cezala Camargo – UFV	30
08-12	C	Educação de viabilidade e Plano de negócio de produção de carvão vegetal no sistema forno formata	Fabiana Vieira e Artur Gueiros - SEBRAE/UFV	30
08-11	D	Produção de briquetes de finos de carvão vegetal	Vinícius Castro - UFV	30
08-12	E	Carbonização da madeira: Aspectos de qualidade da madeira e do carvão vegetal para diferentes usos	Márcio de Jesus, Lucas Prefes e Clarissa Guarnido – UFV	30
08-11	F	Co-produtos de coque de carvão vegetal	Augusto Rodrigues - Elcombo	30
08-12	G	Técnicas silviculturais e quantificação de madeira para produção de carvão vegetal	Claudiane de Melo Abade e Renato Castro (UFV)	30

REALIZAÇÃO

SIF UFV LAPEM SEBRAE MG

APOIO

gef UFV Ministério da Indústria, Comércio e Serviços Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação Ministério do Meio Ambiente Ministério da Saúde Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Figura 13. Programação do evento paralelo realizado após o V Fórum de Carvão Vegetal.

Fonte: Angélica de Cássia Carneiro, 2020.

Participação em eventos e trabalhos publicados pela Equipe Técnica

Mesmo no período de quarentena, em decorrência do COVID-19, a equipe técnica do Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável participou de eventos on-line para aprimorar os conhecimentos em relação à produção sustentável de carvão vegetal. A professora Talita Baldin e a aluna de pós-graduação Vaniele Bento participaram da I Webinar – Sistema Fornos-Fornalha para produção sustentável de carvão vegetal, realizada no dia 03 de junho de 2020 pela plataforma digital dos Laboratórios de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) e Propriedades da Madeira (LPM) da Universidade Federal de Viçosa (Figuras 14 e 15). A aluna Vaniele Bento também participou de palestras no evento Scientific Coffee, realizado pelo Laboratório de Energia da Biomassa da UFES, sobre Produção Sustentável de Carvão Vegetal (Figura 16), no dia

10 de junho de 2020, e, Madeira e uso energético: uma contextualização (Figura 17), no dia 28 de julho de 2020.



Figura 14. Certificado de participação do evento I Webinar – Sistema Fornos-Fornalha para produção sustentável de carvão vegetal.

CERTIFICADO

Certifico que VANIELE BENTO DOS SANTOS, participou do “I Webinar LAPEM/LPM 2020 – Sistema Fornos–Fornalha para produção sustentável de carvão vegetal” como ouvinte, realizado em 03/06/2020 por plataforma digital dos Laboratórios de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) e Propriedades da Madeira (LPM) da Universidade Federal de Viçosa, com carga horária de três horas.

Viçosa/MG, 03 de junho de 2020.



Vinicius Resende de Castro
Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal
Universidade Federal de Viçosa



Figura 15. Certificado de participação do evento I Webinar – Sistema Fornos-Fornalha para produção sustentável de carvão vegetal.



Figura 16. Certificado de participação do evento Scientific Coffee.



Figura 17. Certificado de participação do evento Scientific Coffee.

Durante a 29ª Semana do Conhecimento, que ocorreu nos dias 19 a 23 de outubro de 2020, foi apresentado um resumo simples pela aluna de graduação Maria Tereza Mendes Soares sobre a construção do sistema forno-fornalha na área contígua ao setor de Engenharia Florestal do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG em Montes Claros, MG (Figuras 18 e 19). O presente evento é realizado anualmente pela UFMG, no qual, docentes, discentes e servidores técnico-administrativos em educação apresentam cerca de três mil trabalhos resultantes de sua atuação em ensino, pesquisa e extensão. Neste sentido, a publicação deste trabalho referente à unidade demonstrativa é muito importante para a divulgação e disseminação dos conhecimentos do Projeto Siderurgia Sustentável. Pretende-se ainda, publicar os dados referentes à qualidade do carvão vegetal produzido pelo sistema fornos-fornalha, bem como, a mitigação desse sistema na emissão dos gases de efeito estufa.

CONSTRUÇÃO DO SISTEMA FORNOS-FORNALHA

Maria Tereza Mendes Soares, Fernando Colen, Sidney Pereira, Talita Baldin, Edy Eime Pereira Baraúna, Vaniele Bento dos Santos

O Brasil é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal, sendo o Estado de Minas Gerais líder nacional de produção. Com o propósito de uma cadeia produtiva sustentável, surge o Projeto Siderurgia Sustentável pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), que tem como finalidade de estimular a redução de emissões de gases de efeito estufa na siderurgia brasileira a partir do carvão vegetal. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo promover um levantamento de informações sobre a construção do sistema fornos-fornalha, o qual foi construído em área contígua ao setor de Engenharia Florestal do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, em Montes Claros, MG. O sistema fornos-fornalha é composto por quatro fornos com 3 m de diâmetro e 2,70 m de altura, interligados a uma fornalha. Sua construção foi realizada pela equipe técnica da UFV e, utilizou um gabarito trapezoidal com 1,60 m de altura, por 90 cm de largura para posicionamento das paredes. Nestes fornos foram instalados 4 dutos, medindo 1 m de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de altura, interligadas a uma fornalha, com o objetivo de transportar os gases provenientes da carbonização. Dessa forma, para o acoplamento dos dutos foram usadas chapas metálicas de 20x40 cm. Em seguida foi construída a fornalha, composta pelo conjunto: câmara de combustão e paredes defletoras com de 1 m de altura, e chaminé com 3,5 m, perfazendo um total de 4,5 m. A câmara de combustão possui um duto subterrâneo que faz conexão com ambiente exterior, na qual, foi colocada uma grelha com medições de 20x20 cm, com o objetivo de queimar o resíduo do material utilizado para a ignição dos fornos. A superfície interna da fornalha é revestida com manta cerâmica a qual é fixada por pinos de aço de 20 x 10 cm, com a finalidade de proteger a parede interna contra as temperaturas elevadas e assim, aumentar a vida útil da fornalha e proteger o operador. Por fim, instalou-se uma chapa de aço em forma de chapéu chinês na saída da chaminé com a função de proteger a superfície interna da mesma contra a entrada de chuvas. Para a construção do sistema descrito anteriormente, utilizou-se os seguintes materiais: 17.000 tijolos, 05 manta cerâmica com valor total de Ferragens e cinta em geral, Parafusos e porcas, 05 Barra de aço, 04 Chapas de Aço, cantoneiras em "L" e Tubos de aço e válvulas de borboleta, 32 Poços metálicos, Chapéu chinês de aço, Silicato, argamassa, enxada, rastelo, machado, carrinho de mão, pá, Lona de Poliedro, trena, serrote, facão, carrinho de mão, extensão elétrica, silicato, motosserra, luvas de borracha, capacete, máscara de segurança, protetor auditivo, botina bico de aço, óculos de proteção, óculos de proteção. Assim o resultado total da construção do Sistema fornos-fornalha foi de R\$ 6,034,90.

Palavras-chave: Carvão vegetal, siderurgia sustentável e carbonização.

Figura 18. Resumo publicado na 29ª Semana do Conhecimento da UFMG sobre a Construção do sistema fornos-fornalha.

Fonte: <https://www.ufmg.br/semanadoconhecimento/>



Figura 19. Certificado apresentação de trabalho na 29ª Semana do Conhecimento da UFMG sobre a Construção do sistema fornos-fornalha.

Repasse de material técnico e didático

Durante as atividades de extensão e capacitação, foram distribuídas para os participantes os manuais de construção e operação do sistema fornos-fornalha, elaborados pela equipe técnica da UFV, e também apresentados os links de acesso para baixar as versões on-line (Figura 20).



Figura 20. Manuais de construção e operação do sistema fornos-fornalha.

Links de acesso:

https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/planeta/Manual_construo.html

https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/planeta/Manual_forno.html

Além dos manuais, foram recebidos pela UFMG/ICA um total de 10 kits disponibilizados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). Até o momento um kit está sendo utilizado pelo técnico de laboratório, Everson de Souza, do ICA/UFMG para a manutenção dos fornos (Figuras 21 e 22). Estes materiais serão repassados para os participantes nas próximas atividades de extensão e capacitação que serão realizadas pela Equipe Técnica do Projeto Siderurgia Sustentável BRA/14/G31, após normalização das atividades presenciais.

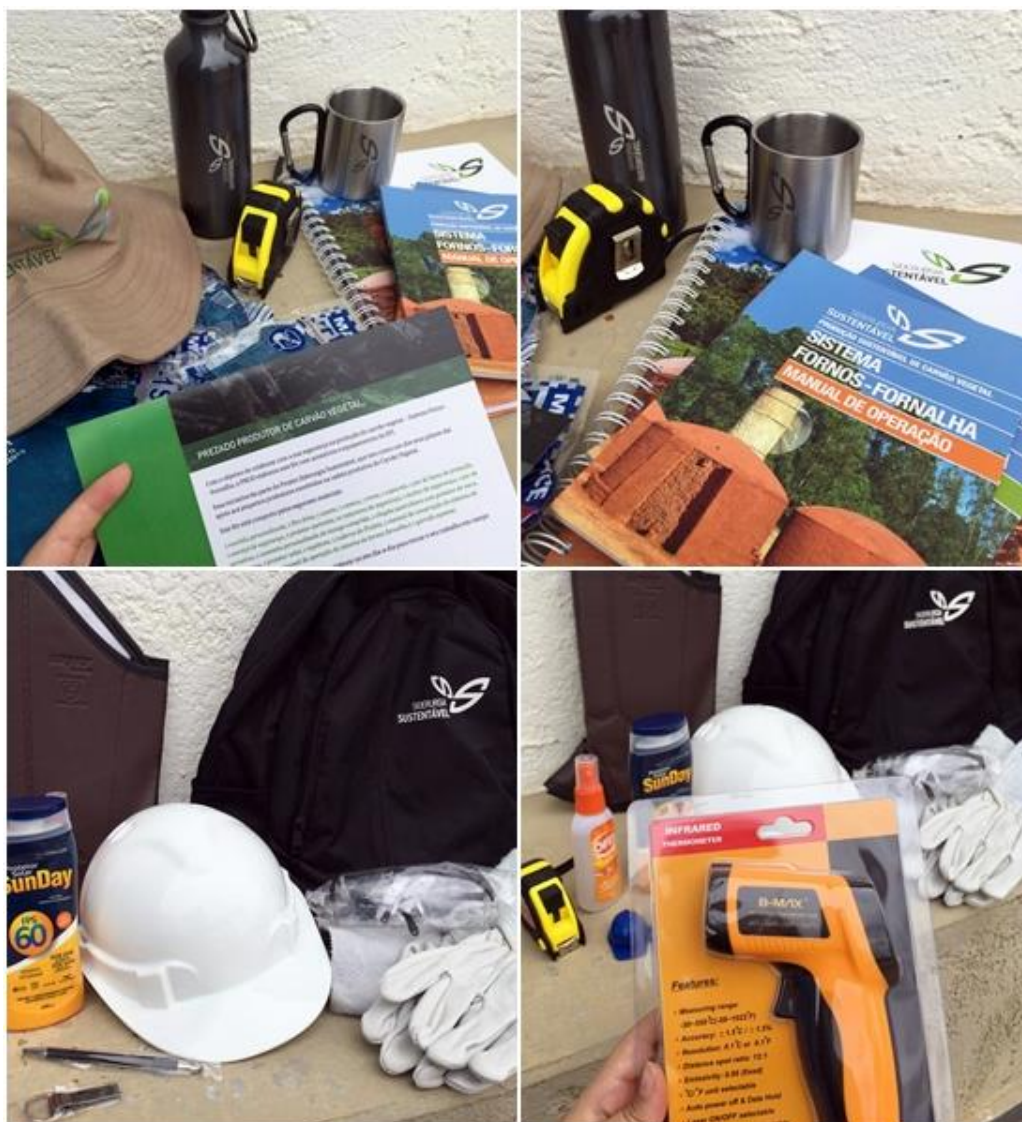


Figura 21. Materiais disponibilizados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).



Figura 22. Técnico de laboratório do ICA/UFMG utilizando os materiais disponibilizados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

3. LIÇÕES APRENDIDAS COM O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Contribuições do projeto Siderurgia Sustentável para a UFMG

O Projeto Siderurgia Sustentável BRA/14/G31 contribuiu para melhoria contínua do GETEM – Grupo de Estudos em Tecnologia da Madeira da Universidade Federal de Minas Gerais, pois, além da reforma nos Laboratórios de Produção de Energia, e, Serraria e Marcenaria (Figura 23), o projeto possibilitou a compra de alguns equipamentos, como forno mufla, micrótomo, microscópio, balança de pesagem, vidrarias e reagentes necessários para execução dos produtos de acordo com o Edital, e que agora estão disponíveis para serem utilizados pela instituição para aulas práticas, pesquisas, extensão e outros treinamentos a serem realizados.



Figura 23. Resultado da reforma realizada no Laboratório de Serraria e Marcenaria (A e B) e no Laboratório de Produção de Energia (C e D).

O Projeto Siderurgia Sustentável ainda contribuiu com o apoio do MCTIC (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações) para formação de recursos humanos, por meio de bolsas de pesquisas e extensão, o que possibilitou a contratação de pesquisadores e técnicos para atuarem nas atividades do projeto.

Contribuições do Projeto Siderurgia Sustentável para o setor de carvão vegetal na mesorregião norte de Minas Gerais

Os benefícios do Projeto Siderurgia Sustentável são notáveis e incontáveis, tanto para o âmbito do ensino e pesquisa, quanto da extensão na Região Norte de Minas Gerais. Dentre as contribuições, destacam-se as boas práticas elaboradas, divulgadas e ensinadas pelos técnicos da UFV junto à equipe técnica da UFMG e aos produtores de

carvão vegetal da região, o que possibilitou a compreensão de todos sobre a eficiência do sistema na mitigação dos gases de efeito estufa, além da contribuição na maximização da eficiência da produção, obtido através de técnicas de controle da carbonização, minimização dos impactos ambientais e principalmente humanização e valorização da atividade.

Deve-se ressaltar também, que os resultados obtidos até o momento serão fundamentais para a apresentação do projeto nos próximos eventos, como mais uma forma de demonstrar aos produtores de carvão vegetal que há possibilidades de atender a DN 227 com baixo custo e investimento, além da facilidade na operação do sistema e rendimento da atividade.

Desafios do projeto

Em âmbito geral, o projeto atendeu as expectativas da equipe técnica da UFMG. Foi enriquecedor e gratificante instalar o sistema fornos-fornalha no Campus do ICA, em Montes Claros. A equipe técnica do ICA/UFMG pode elencar inúmeros elogios recebidos da comunidade científica e público externo ao meio acadêmico, por ter aceitado o desafio de participar desse “consórcio” de Instituições de Pesquisa. A união entre a equipe técnica formada pelos professores, técnicos e alunos é o primeiro ponto a ser destacado para o sucesso alcançado. A troca de experiências e ideias com os colegas da Universidade Federal de São João del-Rei foi, sem dúvida, fundamental para alcançar as metas propostas, mas também é preciso enaltecer a parceria com a Universidade Federal de Viçosa, destacando a professora Angélica de Cássia Carneiro, Humberto Fauller de Siqueira e Sálvio Teixeira Rodrigues, que sempre estiveram a postos e comprometidos com este projeto.

Os desafios apresentados em cada uma das etapas do projeto foram suplantados com técnica científica e comprometimento dos membros do projeto. O primeiro deles, foi durante a implantação do projeto, realizada em um período de férias acadêmicas e próximo as festividades de natal e ano novo. Não obstante às adversidades, pôde-se registrar a presença de 15 participantes, composto por docentes, discentes e técnicos do ICA/UFMG; discente da FUNORTE; representante da EMATER, produtores e forneiros da mesorregião norte de Minas Gerais.

Outro desafio enfrentado, inicialmente, refere-se ao alcance deste projeto, que poderia ter sido maior caso as parcerias com a EMATER e o SENAR fossem mais pronunciadas. Justifica-se a asserção anterior uma vez que, estes órgãos, em Montes Claros, têm poucos técnicos disponíveis para atendimento e para participação nas capacitações, além de ser o primeiro trabalho em conjunto com a Engenharia Florestal da UFMG. Como medida para contornar tal situação, a equipe técnica do ICA/UFMG procurou estreitar os vínculos com estas entidades extensionistas e, demonstrar o interesse e reconhecimento da relevância das mesmas na tentativa de aproximá-las das atividades desenvolvidas no referido projeto.

Superado o desafio anterior, surgiu o problema da pandemia do coronavírus, SARS-COV-2, que acentuou as dificuldades de interação entre as atividades de extensão da UFMG, EMATER, SENAR, pequenos e médios produtores de carvão vegetal e a indústria siderúrgica de maneira geral. Considerando que a cadeia produtiva de carvão vegetal apresenta uma deficiência em dispor de informações na área objeto do projeto e que este constitui um dos seus objetivos, o grupo de pesquisa do ICA/UFMG ficou limitado em suas ações, pois com os treinamentos e informações dos participantes poderia ser estimado o número de produtores de carvão, quem são e onde os mesmos estão localizados, para a região norte de Minas Gerais.

Em cima deste problema, sugerimos que um projeto com essas características fosse implementado pelo PNUD junto com as Universidades para, dentro de prazos maiores, continuar interagindo com os pequenos e médios produtores de carvão vegetal e difundir a eles as vantagens produtivas e ambientais do sistema fornos-fornalha.

Destaca-se ainda que este ano de 2020, estamos vivenciando uma epidemia global da COVID 19, onde diversos protocolos médicos, sugeridos pela Organização Mundial da Saúde – OMS foram adotados mundo afora, como por exemplo o distanciamento e/ou isolamento social. Tais medidas atingiram diretamente as Universidades Federais, que implementaram, por meio de seus órgãos máximos de deliberação essas medidas sanitárias. Isso impactou no contato presencial, na parte de extensão, com os produtores de carvão vegetal, pois, a UFMG desde março de 2020 e até o momento da escrita deste relatório, encontra-se com as atividades de ensino, pesquisa e extensão acontecendo somente por meios remotos. Para atenuar tal problema, a equipe do projeto realizou atividades remotas com pessoas do setor de carvão vegetal, mas somos sabedores que o contato presencial com os produtores é de extrema importância e, por isso, é necessário que um projeto de levada de conhecimento do sistema fornos-fornalha precisa

novamente ocorrer, principalmente quando houver um relaxamento das medidas sanitária da COVID 19 nos órgãos de pesquisa e universidades.

Quanto a gestão do projeto por parte do PNUD, a mesma do ponto de vista financeira ocorreu tranquilamente, pois, não foram observados atrasos nas correções dos relatórios dos produtos e posterior pagamento destes quando aprovados. Entretanto, cita-se como ponto negativo é que devido a alta do dólar, vários insumos de laboratório e equipamentos tiveram seus valores reajustados para cima, o que impactou fortemente nos itens que foram ou deixaram de serem adquiridos pela UFMG. Tal situação se agravou ainda mais devido a pandemia, algo não previsto pela UFMG e o PNUD, que sobrecarregou a economia mundial, refletindo assim na compra de materiais importados que possuem seus valores regulados pela moeda americana.

Como forma de superar as dificuldades apresentadas, membros da equipe do projeto do ICA/UFMG participaram de eventos on-line no I Webinar - Sistema Fornos-Fornalha para produção sustentável de carvão vegetal, realizado no dia 03 de junho de 2020 pela plataforma digital dos Laboratórios de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) e Propriedades da Madeira (LPM) da Universidade Federal de Viçosa e no Scientific Coffee, realizado pelo Laboratório de Energia da Biomassa da UFES, sobre Produção Sustentável de Carvão Vegetal, no dia 10 de junho de 2020, e, Madeira e uso energético: uma contextualização, no dia 28 de julho de 2020.

Ademais, vale salientar a gestão do projeto por parte dos profissionais do PNUD, que atenderam com prontidão às dúvidas, apontaram soluções para enfrentamento dos problemas e não mediram esforços para atendimento às demandas apresentadas pela equipe da UFMG, destacando os serviços prestados pela Monica de Oliveira Santos da Conceição e Cláudia Câmara, e aos demais aqui não citados que contribuíram de alguma forma para a concretização deste projeto.

Continuidade do Projeto Siderurgia Sustentável

Os laboratórios de Produção de Energia e Serraria e Marcenaria atuam na área de tecnologia da madeira no curso de Engenharia Florestal do ICA/UFMG. Eles foram inaugurados no ano de 2016, e são utilizados para as diversas atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFMG. A coordenação é realizada pelos professores Edy Eime Pereira Baraúna e Talita Baldin, além de contar com o apoio dos colegas Fernando Colen, Sidney Pereira e do técnico Everson Souza. Os alunos participantes do grupo de

estudo em tecnologia da madeira – GETEM também colaboram em todos os trabalhos desenvolvidos nos laboratórios.

A despeito destes laboratórios apresentarem estrutura mínima para diversas pesquisas em nível de graduação e pós-graduação, o projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável contribuiu de forma decisiva para diversas melhorias e adequações na estrutura dos mesmos, pois proporcionou a aquisição de equipamentos modernos e essências para novos desafios apresentados nas investigações científicas, além de estimular novos acadêmicos na participação dos estudos com carvão vegetal.

Particularmente a construção da unidade do sistema fornos-fornalha é um benefício imensurável para as atividades de ensino na graduação e pós-graduação. A disciplina de Produção de Energia, por exemplo, tem disponível um laboratório prático, onde os acadêmicos poderão vivenciar a experiência de como produzir carvão de forma sustentável. Na pesquisa, a instrumentação dos fornos é a prioridade da equipe, que espera retornar aos trabalhos quando possível, além do interesse em testar novas espécies florestais e metodologias de produção do carvão. Na extensão os cursos ministrados durante o projeto foram fundamentais para a sua disseminação, e devido aos benefícios alcançados serão continuamente ministrados na unidade do ICA. As parcerias com empresas regionais também serão uma das prioridades, uma vez que a equipe técnica dispõe de laboratórios especializados e mais bem equipados para atender às diversas demandas do setor.

No entanto, reconhece-se que se faz necessários novos investimentos para a contínua modernização das instalações dos laboratórios, objetivando o treinamento e capacitação de profissionais para o mercado, de modo a oferecer uma estrutura de referência na região norte de Minas Gerais. Para tanto faz-se necessário aquisição de novos equipamentos e manutenção de alguns já existentes, além de melhoria do sítio de pesquisa, tornando-o ainda melhor para realização das capacitações e pesquisas. Salienta-se que essas pesquisas têm sua relevância e interesse à medida que auxiliam a comunidade na tomada de decisão do investimento, tornando-se imprescindíveis estudos nesta linha de conhecimento e conseqüentemente continuidade do projeto siderurgia sustentável-PNUD. Além do vínculo estabelecido com o programa de pós-graduação em Ciências Florestais, disponibilizando aos mestrados linhas de estudos voltadas à produção de carvão vegetal. Vale ressaltar que a mestranda do programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – ICA/UFMG Vaniele Bento, a qual participou ativamente em todas as etapas deste projeto, possuiu uma bolsa de estudo financiada

com recursos do Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável. Tal integração e financiamento mostra que ações como essas ajudam ainda mais na formação de profissionais que irão, futuramente, atuar e estender conhecimento aos produtores de carvão vegetal. Por isso, aguardamos que novos projetos pelo PNUD como o BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável, possam ocorrer e incluir a UFMG como uma de suas parceiras em pesquisas e extensão.

Assim, os investimentos em pesquisas e a adoção de novas tecnologias de produção de carvão proporcionarão uma produção mais eficiente do ponto de vista tecnológico, social, ambiental e econômico/financeiro, e um legado do projeto siderurgia sustentável para a comunidade norte mineira, brasileira e internacional.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Projeto BRA/14/G31 – Siderurgia Sustentável conseguiu atingir os seus objetivos, que era expandir o conhecimento sobre a produção sustentável de carvão vegetal, principalmente, na região Norte do Estado de Minas Gerais, com suas atividades de extensão e capacitação, onde, todos os participantes dos treinamentos ficaram satisfeitos com os cursos e conseguiram compreender sobre a importância do sistema fornos-fornalha no setor energético. Dentre estes resultados alcançados, destaca-se a eficiência do sistema na mitigação dos gases de efeito estufa, além da colaboração com o aumento do rendimento gravimétrico do carvão produzido, obtido através de técnicas de controle da carbonização.

O projeto ainda contribuiu com a formação de recursos humanos, por meio de bolsas de pesquisas e extensão, e a melhoria contínua do grupo de pesquisa em tecnologia da madeira da UFMG, a partir da reforma e compra de equipamentos para os laboratórios. Além de que, os desafios apresentados e suplantados em cada uma das etapas do projeto foram essenciais para as lições aprendidas na execução das atividades e desenvolvimento do projeto. Desta forma, é imensurável os benefícios e a importância que a unidade demonstrativa proporcionou/proporcionará tanto para as atividades de ensino e extensão do ICA/UFMG quanto para o setor de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais e no Brasil.

5. REFERÊNCIAS

DONATO, D. B. (2017). **Desenvolvimento e avaliação de desempenho de uma fornalha para combustão dos gases da carbonização da madeira**. 191 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (2020). **IBÁ: Relatório 2020 – Ano base 2019**. São Paulo, SP.

OLIVEIRA, A. C.; CARNEIRO, A. C. O.; PEREIRA, B. L. C.; VITAL, B. R.; CARVALHO, A. M. L.; TRUGILHO, P. F.; DAMÁSIO, R. A. P. (2013). Otimização da produção do carvão vegetal por meio do controle de temperaturas de carbonização. **Revista Árvore**, Viçosa - MG.

PNUD – Programa Das Nações Unidas Brasil. (2018). **Siderurgia Sustentável – Produção de Carvão Vegetal**.