

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA

EMANUEL LOPES DORNELAS

Escravidão contemporânea e o ensino de química: a ciência e a degradação  
humana nas carvoarias

Uberlândia

2020

EMANUEL LOPES DORNELAS

Escravidão contemporânea e o ensino de química: a ciência e a degradação  
humana nas carvoarias

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática na Universidade Federal de Uberlândia.

Área de concentração: Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Nicéa Quintino Amauro

Uberlândia

2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

D713 2020	<p>Dornelas, Emanuel Lopes, 1993- Escravidão contemporânea e o ensino de química [recurso eletrônico] : a ciência e a degradação humana nas carvoarias / Emanuel Lopes Dornelas. - 2020.</p> <p>Orientadora: Nicéa Quintino Amauro. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Modo de acesso: Internet. Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.549">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.549</a> Inclui bibliografia.</p> <p>1. Ciência - Estudo ensino. I. Amauro, Nicéa Quintino ,1976-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 50:37</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:  
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática  
 Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1A, Sala 207 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
 Telefone: (34) 3230-9419 - www.pgpecm.ufu.br - secretaria@pgpecm.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ensino de Ciências e Matemática				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Profissional / PPGECM				
Data:	18/03/2020	Hora de início:	17:00	Hora de encerramento:	19:30
Matrícula do Discente:	11712ECM006				
Nome do Discente:	Emanuel Lopes Dornelas				
Título do Trabalho:	ESCRAVIDÃO CONTEMPORÂNEA E O ENSINO DE QUÍMICA: a ciência e a degradação humana nas carvoarias				
Área de concentração:	Ensino de Ciências e Matemática				
Linha de pesquisa:	Ensino e Aprendizagem em Ciências e Matemática				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Ensino de Ciências e as relações étnico-raciais				

Reuniu-se na Sala 238, Bloco 1A, Campus santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, assim composta: Professores Doutores: Karla Amâncio Pinto Field's - IFB, Maria Stela da Costa Gondim - IQUFU, Nicéa Quintino Amauro - IQUFU; orientadora da candidata.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Nicéa Quintino Amauro, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Karla Amâncio Pinto Field's**, Usuário Externo, em 18/06/2020, às 17:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nicéa Quintino Amauro**, Professor(a) do Magistério Superior, em 02/07/2020, às 15:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Stela da Costa Gondim**, Professor(a) do Magistério Superior, em 02/07/2020, às 18:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2091936** e o código CRC **14043C42**.

Dedico este trabalho à minha mãe Silvia  
e à minha irmã Ana Carolina.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus pela oportunidade de fazer algo por aqueles que sofrem.

À minha família e amigos pelo continuo apoio e incentivo nessa difícil jornada.

Agradeço a Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Nicéa Quintino Amauro por acreditar na temática desse trabalho pela orientação e confiança.

Agradeço aos membros da banca de qualificação, Prof. Dr. Hélder Eterno da Silveira, Prof. Dr. Juliano Soares Pinheiro, Prof. Me. Enio da Silva Santos, Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Maria Stela da Costa Gondim e ao Prof. Dr. Guimes Rodrigues Filho pelas importantes contribuições para a elaboração deste trabalho.

## RESUMO

Nesta dissertação foi construída uma relação entre o trabalho escravo contemporâneo - ou trabalho análogo à escravidão - e o ensino de química. A motivação que gerou o interesse por esta pesquisa, bem como a sua escrita, foi a descoberta da proximidade do autor com casos de escravidão contemporânea nas carvoarias da cidade onde cresceu. Vale ressaltar que esse tipo de escravidão não é uma cópia exata da escravidão formal que foi imposta aos africanos, afrodescendentes e indígenas por mais de trezentos anos no Brasil. Atualmente, o trabalho análogo à escravidão tem suas características descritas no código penal brasileiro, entretanto, além de desconhecidas, essas características podem facilmente nos passar despercebidas, por isso, a educação pode exercer papel central no combate ao trabalho escravo contemporâneo, pois para acabar com estado de degradação humana, é preciso primeiro conhecê-lo. Partindo dessa premissa, a pesquisa documental desenvolvida neste trabalho serviu de base para a construção de um material didático para ser desenvolvido nas aulas de química, de preferência dentro de perspectivas do ensino CTS, por professores(as) e estudantes do ensino médio. O desenvolvimento desta pesquisa e do material didático tem como pano de fundo as carvoarias brasileiras, principalmente, aquelas movidas por fornos chamados de "Rabo quente", que são reconhecidamente ambientes de exploração de trabalhadoras e trabalhadores brasileiros.

**Palavra-chave:** Escravidão, Ensino, Química, Carvoaria, CTS.

## **ABSTRACT**

In this dissertation, a relationship was built between contemporary slave labor - or work analogous to slavery - and the teaching of chemistry. The motivation that generated interest in this research, as well as its writing, was the discovery of the author's proximity to cases of contemporary slavery in the charcoal works of the city where he grew up. It is worth mentioning that this type of slavery is not an exact copy of the formal slavery that was imposed on Africans, Afro-descendants and Indians for more than three hundred years in Brazil. Currently, labor analogous to slavery has its characteristics described in the Brazilian penal code, however, in addition to being unknown, these characteristics can easily pass us by, so education can play a central role in combating contemporary slave labor, because to end state of human degradation, we must first know it. Based on this premise, the documentary research developed in this work served as a basis for the construction of didactic material to be developed in chemistry classes, preferably from the perspective of STS teaching, by teachers and high school students. The development of this research and didactic material has as a backdrop the Brazilian charcoal production, mainly those moved by ovens called "Rabo Quente", which are recognized environments for the exploitation of Brazilian workers.

**Keyword:** Slavery, Teaching, Chemistry, Charcoal, STS.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 A ESCRAVIDÃO NO BRASIL .....	14
2.1 A escravidão formal .....	14
2.2 A escravidão contemporânea .....	21
3 A PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL .....	28
3.1 A carvoaria .....	29
3.2 A composição química da madeira .....	31
3.3 Os trabalhadores e seu trabalho nas carvoarias .....	33
3.4 A vida nas carvoarias .....	46
4 O MATERIAL DIDÁTICO .....	50
4.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) .....	53
4.2 O trabalho escravo nas carvoarias e a tríade CTS .....	55
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58
REFERÊNCIAS .....	59
APÊNDICE .....	69

## 1 INTRODUÇÃO

A escravidão contemporânea, ainda que não a conhecesse, transpassou, durante anos, meios sociais em que vivi. Nasci no norte de Minas Gerais, em Pirapora, às margens do Rio São Francisco, mas fui criado em Santa Fé de Minas, onde morei até meus quinze anos. Também situada no norte de Minas, Santa Fé é um retrato dessa região, pois é notadamente marcada pela falta de oportunidades, pobreza e hoje pela escassez de água.

A população de Santa Fé de Minas sempre foi pequena. Segundo o censo de 2019, a população atual é de 3.846 habitantes e sua economia, até meados de 2006, tinha como principais pilares a prefeitura e seus inúmeros cargos, o pequeno comércio local e a produção de carvão vegetal.

Dessa forma, todos os habitantes da cidade tinham algum parente, amigo ou conhecido que trabalhava em algum ramo da produção de carvão vegetal. O meu contato com as carvoarias (local onde se produz o carvão vegetal) acontecia na fazenda durante as minhas férias escolares. Na localidade existiam dois fornos de carvão, mas poucas foram as vezes que os vi em funcionamento. Nas propriedades vizinhas, entretanto, a produção de carvão vegetal era a principal atividade econômica. Essa produção era conduzida por trabalhadores contratados, conhecidos como carvoeiros. Lembro-me de certa vez ir até essas carvoarias jogar bola com os filhos desses trabalhadores. Logo ao chegar fiquei impressionado ao ver que um dos barracos da carvoaria tinha sido construído com sacos de nylon branco. Os outros foram construídos com a palha do buriti, mas com esses eu já estava acostumado, pois eram comuns até mesmo na cidade.

Em 2004, a produção de carvão vegetal da minha cidade foi noticiada numa reportagem do telejornal da região, o MG INTER TV. A cidade parou para assistir à libertação de trabalhadores escravizados em uma carvoaria no distrito de Remanso do Fogo.

Quatro trabalhadores fizeram denúncia à Delegacia da Polícia Federal, informando que estavam trabalhando na Fazenda Remanso do Fogo, em Santa Fé de Minas, em regime de escravidão. Segundo afirmaram, eles teriam sido contratados [...] para trabalhar na carvoaria. Depois, na fazenda, teriam sido informados de que receberiam menos que o combinado e seriam impedidos de ir embora, visto que deveriam pagar pelo transporte, colchão e alimentação. Uma equipe de auditores do Ministério do Trabalho

e a Polícia Federal fizeram blitz na fazenda e encontraram uma família vivendo em condições subumanas (ACUSADO DE..., 2006).

Essa família era conhecida na cidade, lembro-me de minha mãe reconhecer esses trabalhadores apenas ouvindo a voz deles durante a reportagem. Apesar de ser uma notícia chocante, na cidade não houve uma grande comoção em torno do caso. Infelizmente, era comum para todos ver pessoas naquela situação, sendo exploradas e maltratadas em seus postos de trabalho, a única novidade foi ser noticiado na televisão. Essa reportagem ficou marcada na minha memória, mas durante muitos anos não lhe dei a devida importância.

Morei em Santa Fé de Minas até ano de 2008, quando me mudei para Uberlândia em busca de melhores oportunidades. Em Uberlândia terminei o ensino médio, na Escola Estadual Professor Inácio Castilho, e em 2011 entrei no curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal de Uberlândia. No primeiro ano de curso fui selecionado, pela professora Maria Stela Costa Gondim e pelo professor Juliano Soares Pinheiro, para participar como bolsista de um projeto de iniciação científica. Esse projeto resultou na criação de um material didático digital, que tinha como tema as pimentas e a cultura africana, o que permitia aos professores cumprirem a Lei 10.639 de 2003, que instituiu a obrigatoriedade do ensino de "história e cultura afro-brasileira" em todas as disciplinas do ensino fundamental e médio.

Além desse material, esse projeto nos rendeu alguns trabalhos em congresso e um capítulo de livro. Somado a esse, outro trabalho também foi publicado como capítulo de livro, dessa vez desenvolvido com a minha colega de turma, Tiara da Costa Silva, e com a professora Maria Stela Costa Gondim. Intitulado de *O caso das cerâmicas de Monte Carmelo: as interações no trabalho e na química*, abordamos a produção de telhas e tijolos na cidade de Monte Carmelo, em Minas Gerais, sobre uma perspectiva do ensino Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) com enfoque na pedagogia de Paulo Freire. Além do projeto de iniciação científica, participei também do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), durante a minha permanência no programa, atuei em três escolas onde, junto aos meus colegas, desenvolvi vários projetos de intervenção.

Todos os projetos que participei, bem como as interações que tive com meus colegas e professores ao longo dos quase seis anos de graduação contribuíram, de

forma significativa, com a minha formação profissional e pessoal. A universidade me ensinou a olhar para o mundo de uma forma ampla e crítica. No entanto, ainda não tinha olhado meu passado sob essa nova perspectiva. Essa revisita ao passado, e que deu origem a esse trabalho de dissertação, aconteceu no meio do ano de 2017 enquanto eu assistia, na *internet*, uma entrevista<sup>1</sup> conduzida pelo apresentador Pedro Bial com o ator e produtor Wagner Moura, que na época havia sido nomeado pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) para ser o embaixador de uma campanha global de mobilização contra o trabalho escravo, e esse foi um dos pontos abordados na entrevista. Em determinado momento, Wagner Moura conta que cresceu em uma cidade pequena no interior da Bahia e que tratava como normal situações de degradação e exploração de trabalhadores e sua mão de obra. Em entrevista à Reuters Brasil, naquele mesmo ano, ele reafirma a sua fala:

Eu cresci testemunhando muitas pessoas trabalhando em condições horríveis e não sendo pagas, trabalhando por comida ou um lugar para dormir. Eu cresci pensando que esse tipo de coisa era normal (MOLONEY, 2017).

Nesse momento da entrevista me dei conta de que, provavelmente, nas minhas férias escolares eu jogava bola com pessoas escravizadas. Pode parecer estranha essa afirmação, porque até o momento não mencionei nesse texto *trancos, correntes, senzalas* ou *feitores*. Mas a escravidão contemporânea ou trabalho análogo à escravidão possui características próprias, que a diferencia àquela formal, estabelecida no Brasil colônia e imperial. O trabalho escravo contemporâneo normalmente nos passa despercebido, mas esse é um problema relevante em nossa sociedade. Em média são resgatadas por ano, aproximadamente, 2336 pessoas de trabalhos análogos à escravidão.

O Brasil possui uma das mais modernas e eficientes legislações para combater o trabalho escravo contemporâneo. Entretanto, essa legislação é constantemente alvo de ataques de congressistas, ligados ao setor do agronegócio, e depende do interesse dos nossos governantes para ser efetivamente colocada em prática. Nesse sentido, é nosso dever proteger e cobrar a aplicação de legislação, mas para isso é preciso saber que esse problema existe e que é possível enfrentá-lo.

---

<sup>1</sup>Entrevista do Pedro Bial com Wagner Moura. Disponível em: <https://globoplay.globo.com/v/6001331/>. Acesso 15 jan. 2020.

Por isso, a educação pode exercer um papel relevante de conscientização, prevenção e combate às diversas formas de trabalho escravo contemporâneo. Porém, ainda hoje são poucas as iniciativas que caminham nessa direção. No ensino de química, por exemplo, não há um material didático específico e que permita aos professores dessa disciplina estabelecer relações entre o seu conteúdo e as características do trabalho escravo contemporâneo. Desta forma, o objetivo dessa pesquisa de mestrado foi construir um material didático voltado ao ensino de química e pautado na conscientização dos estudantes sobre as características do trabalho escravo contemporâneo.

Para tanto, de antemão, fez-se necessário a construção de um referencial teórico, por meio de uma pesquisa documental, sobre o conceito de trabalho escravo contemporâneo e suas características. O contexto desse material didático não podia ser outro, senão o das carvoarias e a sua produção de carvão vegetal, portanto, também foi necessário construir referencial sobre os aspectos técnicos e científicos da produção de carvão vegetal para possibilitar a inserção dos conceitos químicos nesse contexto.

Além disso, é importante ressaltar que, por mais interessante que seja esse modo de fazer e as transformações que acontecem dentro dos fornos, esse material didático não faria sentido se ignorássemos, com bem dizem Caetano (2008) e Pereira (2007), que a produção de carvão vegetal é uma atividade baseada na superexploração dos trabalhadores e suas famílias, cujo objetivo é a maximização dos lucros dos ditos empresários. Por isso, buscou-se entender como é a vida e as condições de trabalho dessas pessoas.

## **2 A ESCRAVIDÃO NO BRASIL**

A escravidão no território brasileiro pode ser dividida em dois períodos: o primeiro é o de escravidão formal, iniciado pouco depois da chegada dos portugueses, e o segundo que se inicia imediatamente após o fim oficializado do primeiro, pois, em 13 de maio de 1888 a escravidão brasileira, ao contrário do que muitos pensam, não terminou. O que aconteceu nesse dia foi a transição de um processo de escravidão formal, regulamentado por uma legislação, para um processo de escravidão informal, que vem sendo modificado ao longo do tempo, mas que não perdeu a sua essência, que é a degradação da dignidade humana.

### **2.1 A escravidão formal**

A história desse país se inicia muitos séculos antes da chegada dos portugueses. Esse território já era ocupado por milhões de pessoas, distribuídas em diferentes regiões e grupos étnicos. Aqui eles plantavam, colhiam, cultuavam seus deuses, trocavam experiências culturais e faziam guerras. Essa população, que chamamos de indígenas, foram as primeiras vítimas do processo de escravização portuguesa no recém descoberto novo mundo.

Ao se instalaram nesse território, que hoje conhecemos como Brasil, os portugueses passaram a explorar os seus recursos naturais, em especial o Pau Brasil. A única mão de obra suficiente para dar ritmo a essa exploração era a dos nativos que, inicialmente, trocavam a sua força de trabalho por objetos portugueses que lhes eram de interesse. Mas, seja pelo ritmo de trabalho pesado que lhes eram imposto, ou talvez por terem saciado as suas curiosidades em torno dos objetos lusitanos, os indígenas decidiram não fazer mais o escambo com os portugueses. Diante dessa situação, os portugueses iniciaram a escravização dessas pessoas (PINSKY, 2019).

As experiências portuguesas com a escravidão não começaram na recém descoberta Terra de Vera Cruz. Devido à proximidade geográfica do território Português com a Costa Africana, os navegantes portugueses já vinham, antes de chegarem ao Brasil, raptando pessoas no continente africano para serem escravizadas em Portugal. O reinado português, no final do século XV e início do

século XVI, sofria com a falta de mão de obra, devido à guerra da independência contra Castela e ao grande volume de portugueses que eram empregados nas expedições marítimas. Nesse caso, os escravizados seriam a solução para esse problema (COSTA, 2018; PINSKY, 2019).

A volta da expedição a Portugal, com mais de duzentos escravos, entre negros, mulatos e brancos, foi saudada de forma entusiástica, o que contrastava com o estado de espírito dos cativos, uns se lamentando em voz alta, outros caminhando cabisbaixos e outros, ainda, autoflagelando-se. O cronista que nos legou essa descrição (Zurara) afirma ter, de início, se emocionado com o quadro. Logo, porém, lembrou-se de que os males físicos e a perda da liberdade dos africanos eram amplamente compensados pelo “caminho da salvação espiritual” que a conversão ao cristianismo lhes propiciaria (PINSKY, 2019 p. 13).

A organização do trabalho escravo português aprimorou-se com o passar do tempo e era utilizada, principalmente, na produção açucareira nas ilhas atlânticas orientais de Canárias, da Madeira e de São Tomé. Devido à larga experiência na produção do açúcar, a coroa portuguesa passou a incentivar os colonizadores do Brasil a iniciarem a produção desse produto nessas terras tropicais. Para a construção dos primeiros engenhos brasileiros, por volta de 1530, foi utilizada em grande parte mão de obra escrava indígena. Nesse mesmo período foram trazidos os primeiros escravos africanos, especializados na produção açucareira, para iniciar a produção brasileira que iria, em pouco tempo, ganhar o mundo (PINSKY, 2019; MARQUESE, 2006).

A utilização de mão de obra escrava indígena sempre sofreu críticas de entidades religiosas. Entretanto, essas mesmas entidades forneciam mão de obra indígena assalariada para diversos serviços com condições de trabalho iguais a dos escravizados. Mas, a pressão da igreja e as epidemias, que dizimaram parte da população indígena, levaram, em 1570, o rei de Portugal a ordenar que os nativos não fossem deliberadamente escravizados, salvo aqueles que fossem tomados em uma guerra justa (AMANTINO, 2006).

Essas guerras eram consideradas justas porque tinham como objetivo a propagação da fé cristã e o combate aos bárbaros e as suas práticas imorais, por exemplo, o nudismo. Essas práticas, segundo os colonizadores, atrapalhavam o desenvolvimento e o progresso da civilização portuguesa cristã e de sua economia. Dessa forma, os indígenas derrotados nas guerras justas eram escravizados e repartidos entre os soldados que os combateram. Por exemplo, em 1741, após uma

guerra justa autorizada pelo rei, aproximadamente oito mil Caiapós foram escravizados pelos paulistas (AMANTINO, 2006).

A extensão da escravidão indígena é difícil de ser mensurada, mas não se tratou de uma prática pontual e de pequena duração, pois as guerras justas aconteciam a cada expansão portuguesa para dentro do território brasileiro. Acredita-se que mais de trezentos mil indígenas foram capturados e escravizados (PINSKY, 2019). Segundo Amantino (2006), um inventário de Sete Lagoas, de 1832, é uma evidência do uso simultâneo de mão de obra escrava indígena e africana em uma propriedade rural. Segundo o documento, o proprietário possuía naquela época vinte e três escravizados afrodescendentes e treze indígenas, chamados de Carijós.

A escravização da população indígena foi um dos fatores responsáveis pelo grande extermínio dessa população e provocou um grande esvaziamento demográfico de regiões brasileiras (AMANTINO, 2006). Mas, apesar de sua grande dimensão, o processo de escravização dos povos indígenas não se equipara em tamanho e organização com a escravização dos povos africanos e seus descendentes. O continente americano recebeu, entre o século XVI e meados do século XIX, mais de onze milhões de homens, mulheres e crianças africanas. A vinda dessas pessoas para a América se deu por meio do lucrativo comércio e tráfico de pessoas negras na costa do continente africano (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006).

Esse comércio contava com a participação de atravessadores e compradores ingleses, holandeses, franceses, portugueses e brasileiros, bem como de outros africanos que promoviam o rapto de pessoas dentro do continente. Para o Brasil foram trazidas cerca de quatro milhões de pessoas (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006). Assim que chegavam, os sobreviventes da penosa travessia atlântica eram batizados e tinham seus nomes trocados por nomes cristãos. Essa era a primeira tentativa de apagar dessas pessoas a sua cultura, seus costumes e a sua identidade. Após as suas vendas e compras, esses homens e mulheres eram forçados a trabalhar na agricultura, nos ofícios, nos serviços domésticos ou urbanos (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988).

Na agricultura, os escravizados plantavam e colhiam a cana-de-açúcar, o algodão, o fumo e o café. Além disso, também eram obrigados a fazer a extração de pedras e metais preciosos nas minas, principalmente, em Minas Gerais. Outras

peças escravizadas, chamadas de negros de ofício, desempenhavam atividades que necessitavam de maiores conhecimentos e experiências. Essas pessoas trabalhavam na moagem da cana e no preparo do açúcar, em trabalhos de construção, carpintaria, olaria, dentre outros mais especializados (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988). Alguns, principalmente as mulheres, eram escolhidas para o trabalho doméstico nas sedes das fazendas ou nas cidades. Essas eram responsáveis por muitos afazeres, dentre eles estavam: a organização e limpeza das casas e o preparo de todas as refeições das famílias escravocratas (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006).

Nas cidades havia outras modalidades de trabalho para os escravizados. Alguns eram os escravos de ganho ou de aluguel. Essa forma de trabalho se intensificou a partir do século XIX. Os primeiros rodavam a cidade sem correntes ou vigias em busca de trabalho e os lucros eram divididos com seus senhores, já os últimos tinham sua mão de obra alugada para terceiros (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988; ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006). Por mais de trezentos anos a maior parte da riqueza produzida, consumida e exportada pelo Brasil foi fruto da exploração do trabalho escravo (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006). Os escravizados eram “as mãos e os pés do senhor de engenho, porque sem eles no Brasil não é possível fazer, conservar e aumentar a fazenda, nem ter engenho corrente” (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988, p. 9).

De modo geral, as condições de vidas dos escravizados eram extremamente degradantes, cheias de abusos e de violência física e psicológica. Os que trabalhavam na agricultura e setores afins, em época de safra, eram obrigados a trabalhar por até 14 ou 16 horas por dia. Independente da época do ano, essas pessoas dormiam e descansavam amontoados em espaços insalubre, nas senzalas, vestiam-se e alimentavam-se mal e nenhum cuidado médico lhes eram prestados, por isso, frequentemente, padeciam de doenças. Assim, a vida útil de uma pessoa escravizada na agricultura, devidos às suas condições de vida e de trabalho, variava entre sete e dez anos (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988).

No século XIX, cerca de 6 por cento dos escravos e escravas dos engenhos padeciam de “cansaço”, possivelmente uma doença relacionada ao desgaste ou exaustão que os impedia de trabalhar. No engenho Sergipe do Conde, no Recôncavo baiano, entre 1622 e 1653, cerca de cinco escravos eram comprados por ano para manter o grupo de aproximadamente setenta cativos (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006. p. 72).

A relação entre senhores e escravizados era fundamentada na dominação pessoal e coerção. Assim, os castigos físicos e as punições eram aspectos essenciais da escravidão (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006). Os castigos eram mais violentos nas lavouras, principalmente nos períodos de trabalho intenso. Eram utilizados como instrumentos de tortura: a imobilização no tronco, açoites, marcas a ferro quente, esmagamento de dedos, corte de orelha, dentre outros (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988).

É importante ressaltar que esses trezentos anos de escravidão também foram trezentos anos de luta. Os escravizados não eram homens e mulheres passivas(os), cuja obediência podia ser continuamente mantida a base do chicote. Por meio de suas lutas cotidianas, revoltas e fugas, essa comunidade foi impondo limites à dominação pessoal e aos castigos físicos. Afinal, era preciso tornar a vida já tão degradante e sofrida um pouco mais suportável, era preciso ter espaço para amar, folgar, constituir família e cultuar seus deuses (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006). Foi a partir dessas lutas cotidianas do povo negro, dos movimentos abolicionistas e das pressões internacionais que, ao longo da segunda metade século XIX, essa comunidade foi aos poucos conquistando importantes vitórias.

A primeira grande vitória foi a extinção do tráfico de escravos para o Brasil, em 4 de setembro de 1850. Essa proibição aconteceu devido à uma forte pressão da Inglaterra. Tal medida contrariava fortemente os interesses de agricultores e aristocratas da época. Porém, o fim do tráfico de escravo não representava o fim da escravidão no império brasileiro. As ideias abolicionistas, até essa época, continuavam restritas aos grupos de negros e mestiços mais conscientes da sua situação e aos liberais-radicais (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988).

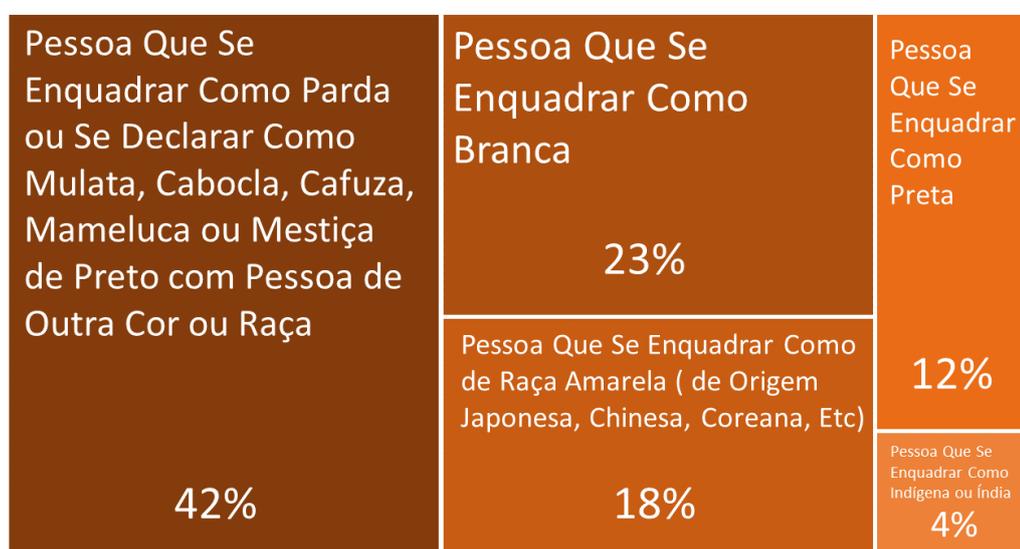
Em 28 de setembro de 1871, depois de intensa campanha junto à opinião pública, foi aprovada a Lei do Ventre Livre, que libertava as crianças nascidas de mulheres escravizadas a partir daquela data. Essa Lei tinha termos muito superficiais e não era efetivamente cumprida pelos escravocratas, mas estimulou o debate e promoveu a criação de associações e clubes abolicionistas (BIBLIOTECA NACIONAL, 1988).

A intensificação dos vários movimentos em prol da abolição, tal como as fugas e revoltas dos escravizados, após a Lei do Ventre Livre, levou a libertação da maioria dos negros no Brasil, antes mesmo da assinatura e sanção da Lei Áurea, em

13 de maio de 1888 (ALBUQUERQUE; FRAGA FILHO, 2006). Esse dispositivo legal garantiu aos negros a sua tão sonhada liberdade, mas não trouxe condições materiais de emancipação social e não os livrou do preconceito racial e de suas consequências nefastas: a exclusão social e a miséria (SANTOS, 2005).

Atualmente, como já mencionado, a escravidão ainda faz vítimas em nossa sociedade. Nesse sentido, os descendentes das pessoas que por séculos foram escravizadas continuam sendo as principais vítimas do trabalho escravo contemporâneo. Segundo os dados do Observatório da erradicação do trabalho escravo e do tráfico de pessoas<sup>2</sup>, 58% dos trabalhadores resgatados de trabalhos análogos à escravidão, entre 2003 e 2018, se declaram descendentes de indígenas e africanos.

Figura 1: Perfil das vítimas quanto ao conceito de raça do Observatório da erradicação do trabalho escravo e do tráfico de pessoas



Fonte: OBSERVATÓRIO, 2019 (adaptado)

O trabalho escravo contemporâneo contém características que assemelham às condições de vida dos escravizados no Brasil colonial e imperial, mas essa nova modalidade não se trata de um retrato perfeito do passado. Existem entre elas muitos pontos divergentes. O autor Kevin Bales (1999, p. 47 *apud* COSTA, 2018), traça os paralelos entre a escravidão histórica e a escravidão contemporânea:

<sup>2</sup>Observatório da erradicação do trabalho escravo e do tráfico de pessoas. Disponível em <https://smartlabbr.org/trabalhoescravo>. Acessado em 02 out. 2019.

Quadro 1: Paralelo entre a escravidão histórica e contemporânea.

	<b>Escravidão Histórica</b>	<b>Escravidão Contemporânea</b>
<i>Propriedade legal</i>	Permitida	Proibida
<i>Custo de aquisição de mão de obra</i>	Alto. A riqueza de uma pessoa podia ser medida pela quantidade de escravos.	Muito baixo. Não há compra e, muitas vezes, o empregador financia apenas o valor do transporte.
<i>Lucros</i>	Baixos. Havia custos com a manutenção dos escravos.	Altos. Se a pessoa adoce, ela pode ser demitida, sem nenhum direito.
<i>Mão de obra</i>	Escassa. Dependia de tráfico negreiro, prisão de índios ou reprodução.	Descartável. Um grande contingente de trabalhadores desempregados. Um homem foi comprado por um atravessador por R\$150,00 em Eldorado dos Carajás, Sul do Pará.
<i>Relacionamento</i>	Longo período. A vida inteira do escravo e até de seus dependentes.	Curto período. Terminado o serviço, não é mais necessário prover o sustento.
<i>Diferenças étnicas</i>	Relevantes para a escravização.	Pouco relevantes. Qualquer pessoa pobre e miserável pode se tornar escrava, independente da cor da pele.
<i>Manutenção da ordem</i>	Ameaças, violência psicológica, física, coerção, punições exemplares e até assassinatos.	Ameaças, violência psicológica, física, coerção, punições exemplares e até assassinatos.

Fonte: COSTA, 2018, p. 45.

A escravidão contemporânea, segundo o paralelo traçado por Kevin Bales (1999, p. 47 apud COSTA, 2018), é mais lucrativa e cruel que aquela que se

perpetuou por mais de 300 anos. No tópico seguinte desse capítulo iremos entender o que é essa nova modalidade de degradação da dignidade humana.

## **2.2 A escravidão contemporânea**

Em 1989, um século após a transição do processo de escravidão formal para a informal, José Pereira Ferreira, com apenas 17 anos, foge com um companheiro, o Paraná, da fazenda Espírito Santo, no estado do Pará.

Na fazenda, eles e outros 60 trabalhadores haviam sido forçados a trabalhar sem remuneração e em condições desumanas e ilegais. Após a fuga, foram emboscados por funcionários da propriedade que, com tiros de fuzil, mataram “Paraná” e acertaram a mão e o rosto de José Pereira. Caído de bruços e fingindo-se de morto, ele e o corpo do companheiro foram enrolados em uma lona, jogados atrás de uma caminhonete e abandonados na rodovia PA-150, a vinte quilômetros da cena do crime. Na fazenda mais próxima, José Pereira pediu ajuda e foi encaminhado a um hospital (BAPTISTA, 2012, p. 51).

Esse caso ficou conhecido como “caso Zé Pereira” e a sua denúncia e divulgação levaram a importantes, mas tardios, desdobramentos para o combate ao trabalho análogo à escravidão na sociedade brasileira. Antes do desfecho desse caso, o dispositivo legal que tratava da escravidão era o Código Penal de 1940, no seu artigo 149. O Código anterior, de 1890, nada trazia sobre a repressão ao trabalho escravo (COSTA, 2018). Entretanto, o artigo 149 de 1940 apenas tipificava a conduta de “reduzir alguém à condição análoga à de escravo”. Esse “alto grau de generalidade do texto não fornecia aos juízes criminais elementos objetivos à identificação das formas pelas quais se reduz a vítima à condição análoga à de escravo” (COSTA, 2010 p. 33). No âmbito internacional havia naquela época duas convenções da Organização Internacional do Trabalho (OIT) para o combate aos trabalhos forçados: a convenção 29, de 1930, e a convenção 105, de 1957, ambas ratificadas pelo estado brasileiro.

O Brasil, ao assinar a convenção n°. 29, se comprometeu a extinguir o emprego do trabalho forçado ou coercivo em todas as suas formas no mais curto prazo possível (COSTA, 2010). O trabalho forçado é definido nessa convenção como: todo trabalho ou serviço exigido de uma pessoa, sob ameaça de qualquer penalidade, e cujo não tenha se oferecido de espontânea vontade (BRASIL, 1957).

Essa definição de trabalho forçado da OIT é respaldada por dois elementos: a ameaça e o consentimento. Assim, é possível caracterizar inúmeras formas de exploração de mão de obra escrava em diferentes regiões do mundo e em diferentes épocas. Entretanto, trata-se de uma definição ampla que não contempla as especificidades regionais de cada país. No Brasil, por exemplo, o consentimento ou não do trabalhador não é um fator determinante para caracterização do crime, pois, na maioria dos casos esses trabalhadores são enganados e seguem livremente para o local de exploração (OIT, 2011). A convenção n°. 29 foi complementada pela convenção n°. 105 de 1957, que prevê a proibição do trabalho forçado em cinco casos específicos, sendo eles:

- a) como medida de coerção, ou de educação política ou como sanção dirigida a pessoas que tenham ou expressem certas opiniões políticas, ou manifestem sua oposição ideológica, à ordem política, social ou econômica estabelecida;
- b) como método de mobilização e de utilização da mão-de-obra para fins de desenvolvimento econômico;
- c) como medida de disciplina de trabalho;
- d) como punição por participação em greves;
- e) como medida de discriminação racial, social, nacional ou religiosa (BRASIL, 1957).

O caso “Zé Pereira” é uma violação dessas convenções. Esse caso levou a grandes desdobramentos, porque foi denunciado em 1994 na Comissão Interamericana de Direitos Humanos (CIDH), da Organização dos Estados Americanos (OEA). A petição foi apresentada pela Comissão Pastoral da Terra (CPT), em parceria com o Centro pela Justiça e o Direito Internacional (CEJIL) e a Organização Internacional de Direitos Humanos, *Human Rights Watch* (BAPTISTA, 2012). Por meio dessas entidades, o Brasil foi acusado de desinteresse e ineficiência na investigação e punição dos responsáveis pelas violências e estado de degradação que o José Pereira e seus colegas de trabalhadores foram submetidos, pois, já havia passado cinco anos sem nenhuma sanção aos responsáveis (RAMOS, 2016).

Segundo Ramos (2016), o caso “Zé Pereira” mostrou ao mundo que o Brasil estava infringido outros tratados internacionais que é signatário. O autor cita a

violação da Declaração Americana dos Direitos e Deveres, nos seus artigos I, XIV e XXV, que dizem:

Art. I. Todo ser humano tem direito à vida, à liberdade e à segurança de sua pessoa.

[...]

Art. XIV. Toda pessoa tem direito ao trabalho em condições dignas e o direito de seguir livremente sua vocação, na medida em que for permitido pelas oportunidades de emprego existentes. Toda pessoa que trabalha tem o direito de receber uma remuneração que, em relação à sua capacidade de trabalho e habilidade, lhe garanta um nível de vida conveniente para si mesma e para sua família.

[...]

Art. XXV. Ninguém pode ser privado da sua liberdade, a não ser nos casos previstos pelas leis e segundo as praxes estabelecidas pelas leis já existentes. Ninguém pode ser preso por deixar de cumprir obrigações de natureza claramente civil. Todo indivíduo, que tenha sido privado da sua liberdade, tem o direito de que o juiz verifique sem demora a legalidade da medida, e de que o julgue sem protelação injustificada, ou, no caso contrário, de ser posto em liberdade. Tem também direito a um tratamento humano durante o tempo em que o privarem da sua liberdade. (RAMOS, 2016, p. 95).

Esse mesmo autor cita também o descumprimento dos artigos 6º, 8º e 25º da Convenção Americana sobre os Direitos Humanos, que tratam sobre a proibição de escravidão e servidão, das garantias e proteção judicial (RAMOS, 2016). Após quase dez anos de tramitação dessa denúncia, o Estado brasileiro assumiu a sua responsabilidade diante do caso do José Pereira e assinou um acordo de solução amistosa com os denunciante (BAPTISTA, 2012).

Nesse acordo estava previsto: o reconhecimento público de responsabilidade do Estado diante do caso; a promoção de indenizações financeiras às vítimas; o julgamento e a punição dos responsáveis; e medidas de prevenção que incluem uma legislação específica, fiscalização, repressão do trabalho escravo no Brasil e a sensibilização da população sobre o tema (COSTA, 2010). Os resultados mais expressivos desse acordo foram, em segundo lugar, a criação da Comissão Nacional para a Erradicação do Trabalho Escravo (CONATRAE) em 2003 e, em primeiro lugar, a lei 10.803 de 2003, que reformulou o artigo 149 do código penal, especificando e ampliando as características que comprovam as situações de trabalho análogo à escravidão no Brasil, da seguinte forma:

Artigo 149. Reduzir alguém à condição análoga à de escravo, quer submetendo-o a trabalhos forçados ou a jornada exaustiva, quer sujeitando-

o a condições degradantes de trabalho, quer restringindo, por qualquer meio, sua locomoção em razão de dívida contraída com o empregador ou preposto.

Pena - reclusão, de 2 (dois) a 8 (oito) anos, e multa, além da pena correspondente à violência.

§1º Nas mesmas penas incorre quem:

I - Cerceia o uso de qualquer meio de transporte por parte do trabalhador, com o fim de retê-lo no local de trabalho;

II - Mantém vigilância ostensiva no local de trabalho ou se apodera de documentos ou objetos pessoais do trabalhador, com o fim de retê-lo no local de trabalho.

§2º A pena é aumentada de metade, se o crime é cometido:

I - Contra criança ou adolescente;

II - Por meio de preconceito de raça, cor, etnia, religião ou origem. (BRASIL, 2003).

É importante ressaltar que não é necessária a presença de todos os aspectos descritos no artigo 149 do código penal para caracterização do crime. Basta a presença de apenas uma das características para denunciar e punir os responsáveis (COSTA, 2010). Entretanto, ainda hoje, para muitos juristas, é indispensável que haja privação de liberdade para a comprovação desse crime. Segundo Paes (2018), a exigência desse aspecto está relacionada a uma comparação dos casos analisados com concepções históricas simplistas do processo de escravidão vigente até o século XXI.

Nessa concepção, o escravizado é alguém que não tem liberdade de locomoção e é mantido sob vigilância e trancafiado no seu local de trabalho. Essa noção tradicional não é mais suficiente para alcançar as diferentes facetas do trabalho escravo contemporâneo. E, como bem ressalta Costa (2018, p. 71), “mesmo nos séculos passados, o imaginário de indivíduos inteiramente cerceados em sua locomoção e no exercício de direitos civis vem a ser hoje relativizado pela historiografia”.

Uma pesquisa realizada pela OIT (2011) perguntou para trabalhadores resgatados de trabalhos análogos ao de escravo como eles definiriam o trabalho escravo. E, em suas respostas, esses trabalhadores corroboram a afirmação anterior, pois a privação de liberdade não é para eles o principal aspecto que caracteriza a sua situação como análoga à escravidão. Segundo esses trabalhadores, ser escravo é, principalmente, trabalhar e receber pouco ou nada, é

passar longas horas trabalhando, de madrugada até a noite, ser maltratado, humilhado e agredido, é ser submetido a péssimas condições de trabalho, alimentação e moradia.

Figura 2: Definições apresentadas pelos trabalhadores libertos



Fonte: OIT, 2011, p. 28 (adaptado).

A privação de liberdade mencionada pelos trabalhadores, segundo a OIT (2011), pode ser dividida em três subcategorias: características geográficas; violência física e ostensiva; e a retenção por dívida. A primeira subcategoria foi a mais citada e corresponde à situação em que o trabalhador está livre para ir embora, mas não tem condições de fazer o trajeto de volta para casa, devido ao isolamento geográfico do local de exploração de sua mão de obra (OIT, 2011).

A segunda categoria corresponde à noção de privação de liberdade mais conhecida. Nesta modalidade, os trabalhadores são impedidos de ir embora por seguranças armados que constantemente os ameaçam e os agredem. Já a retenção por dívida corresponde aos casos em que o trabalhador é impedido de deixar o local de trabalho sem antes saldar uma dívida, notadamente injusta, adquirida durante o processo de exploração (OIT, 2011). A retenção por dívidas foi um dos artifícios usados no caso de Santa Fé de Minas, relatado anteriormente na introdução desse trabalho.

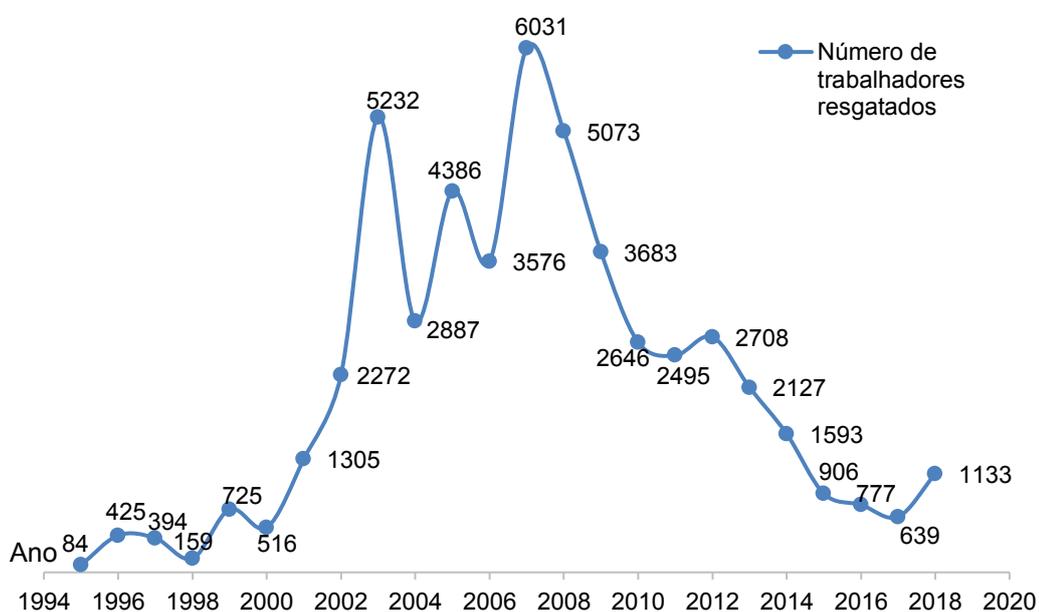
Segundo afirmaram, eles teriam sido contratados [...] para trabalhar na carvoaria. Depois, na fazenda, teriam sido informados de que receberiam menos que o combinado e seriam impedidos de ir embora, visto que

deveriam pagar pelo transporte, colchão e alimentação (ACUSADO DE..., 2006).

As condições de trabalho também podem caracterizar o trabalho escravo contemporâneo. Na legislação temos explicitada a jornada exaustiva e as condições degradantes. Sendo uma jornada exaustiva aquela em que o trabalhador é submetido a uma carga horária de trabalho que vai além das horas extras, e cujos intervalos não são suficientes para um descanso que recomponha as energias, o que coloca em risco a integridade física do trabalhador. As condições degradantes atentam diretamente contra a dignidade do trabalhador que, por exemplo, é obrigado a viver em um alojamento precário e sem acesso a uma alimentação digna e, tão pouco, a água potável (ONG REPORTER BRASIL, 2012).

De 1995 até 2018, foram resgatados 53607 trabalhadores(as) em condições análogas à escravidão no país. O gráfico a seguir mostra a quantidade de resgates a cada ano desde 1995. É possível perceber que a mudança na legislação em 2003 foi um instrumento decisivo para o combate ao trabalho escravo contemporâneo, pois, somente no referido ano, o número de trabalhadores resgatados equivale 89% dos trabalhadores resgatados nos sete anos anteriores.

Figura 3- Número de pessoas resgatadas em situações análogas à escravidão.



Fonte: OBSERVATÓRIO, 2019 (Adaptado)

A maioria dos dados estatísticos sobre o perfil dos trabalhadores vítimas do trabalho escravo contemporâneo presentes nesse trabalho foram coletados no Observatório da erradicação do trabalho escravo e do tráfico de pessoas. Essa plataforma digital foi criada pelo Ministério Público do Trabalho (MPT), em parceria com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), e integra a iniciativa *SmartLab* Promoção do Trabalho Decente Guiada por Dados. Essa plataforma organiza os inúmeros dados disponibilizados pelo governo para facilitar a tomada de decisões de órgãos governamentais e não-governamentais, além de facilitar a exploração da informação pela comunidade de pesquisadores. O trabalho de coleta de informações sobre os trabalhadores escravizados foi valorizado a partir de 2003, com a criação do I Plano Nacional de Erradicação do Trabalho Escravo. Uma das medidas desse plano é a contemplação das vítimas do trabalho escravo contemporâneo com o seguro desemprego e alguns benefícios sociais temporários. Essa medida gerou um banco de dados, cujas informações permitiram a plataforma do MPT e OIT traçar o perfil desses trabalhadores.

A organização clássica do trabalho escravo contemporâneo é composta por três atores principais: o empregador, o “gato” e o trabalhador. O empregador é o empresário, dono de uma propriedade rural ou de uma empresa urbana. Essa pessoa, em busca de mão de obra escrava, utiliza um intermediário para fazer a contratação dos trabalhadores. Esse intermediário é chamado de “gato”, a sua função é enganar os trabalhadores com falsas promessas de bons salários, alojamentos e alimentação. Infelizmente, ao chegarem ao local de trabalho, os trabalhadores e sua família encontram uma situação completamente diferente. A fala abaixo, de um trabalhador resgatado de um trabalho análogo à escravidão, retrata bem essa situação.

“Eles prometeram R\$ 40 mil e disseram que a gente ia ganhar dinheiro. Chegando lá, a gente passou a trabalhar de domingo a domingo, igual escravo, só para receber comida” (CAMPOS; CAMPOREZ, 2017).

O “gato”, em muitos casos, após a contratação dos trabalhadores, passa a desempenhar o papel de fiscal de serviço, cuja responsabilidade é fiscalizar o andamento da obra e evitar fugas da propriedade. Essas pessoas utilizam arma para intimidação dos trabalhadores. A função do “gato”, de aliciar pessoas para o trabalho escravizado, é crime previsto no artigo 207 do código penal brasileiro:

Art. 207 - Aliciar trabalhadores, com o fim de levá-los de uma para outra localidade do território nacional:

Pena - detenção de um a três anos, e multa. (Redação dada pela Lei nº 9.777, de 1998)

§ 1º Incorre na mesma pena quem recrutar trabalhadores fora da localidade de execução do trabalho, dentro do território nacional, mediante fraude ou cobrança de qualquer quantia do trabalhador, ou, ainda, não assegurar condições do seu retorno ao local de origem. (Incluído pela Lei nº 9.777, de 1998)

§ 2º A pena é aumentada de um sexto a um terço se a vítima é menor de dezoito anos, idosa, gestante, indígena ou portadora de deficiência física ou mental (BRASIL, 1940).

A organização clássica do trabalho escravo contemporâneo, por conta das fiscalizações mais efetivas, está evoluindo e se pulverizando. É possível que hoje o papel de gato seja desempenhado por um trabalhador ludibriado que, no final acabe também escravizado com seus companheiros. Além disso, hoje é comum os trabalhadores irem até as fazendas em busca de emprego e se sujeitarem às péssimas condições de trabalho para tentarem sair da miséria em que estão inseridos. O perfil desses trabalhadores será detalhado no capítulo seguinte, que trata da produção de carvão vegetal e seus trabalhadores.

### **3 A PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL**

O uso doméstico e comercial do carvão vegetal em padarias, churrascarias e pizzarias é o mais conhecido e perceptível em nosso cotidiano. Mas, esse seguimento consumiu, em 2017, apenas 12% das 5,2 milhões de toneladas do carvão vegetal produzido. Em contrapartida, o setor industrial ligado à produção de ferro, aço e ligas metálicas consumiu, aproximadamente, 81% de todo carvão vegetal produzido naquele mesmo ano (EPE, 2018).

A siderurgia brasileira é a única no mundo a conservar o uso significativo do carvão vegetal como agente termo redutor. Entre 2003 e 2012 foram produzidos, em média anual, 32,5 milhões de toneladas de ferro-gusa. Desse montante, 9,5 milhões de toneladas foram produzidos utilizando carvão vegetal como insumo. Para cada tonelada de ferro-gusa produzidos é gasto 740 kg de carvão vegetal, portanto, nesse decênio foram consumidos, aproximadamente, 7 milhões de toneladas de carvão vegetal (CGEE, 2015).

A produção do carvão vegetal começa com o plantio das florestas ou na extração de madeira nativa de forma legal ou ilegal. No Brasil, o plantio de florestas foi impulsionado de 1966 até 1988 por políticas federais de fomento ao reflorestamento. As espécies de eucaliptos foram as mais plantadas, e quase a totalidade desse plantio é destinada para a produção de carvão vegetal e para a indústria de celulose (REZENDE; SANTOS, 2010).

A conversão da madeira seca em carvão vegetal, durante o processo de carbonização, tem um rendimento gravimétrico estimado de 26%. Isto significa que, para a produção dos 7 milhões de toneladas de carvão vegetal entre 2003 e 2012 foram utilizadas, aproximadamente, 27 milhões de toneladas de madeira seca. As florestas plantadas, como as de eucaliptos, contribuíram com 57% dessa massa total, os 43% foram provenientes das florestas nativas. Essa carbonização da madeira é conduzida por homens e mulheres em um forno de carvão que, como veremos adiante, lentamente os consome.

### 3.1 A carvoaria

A produção de carvão vegetal acontece nas carvoarias, que são construídas em locais planos, e os seus fornos são distribuídos em uma ou mais fileiras. Ao lado dessas fileiras há um espaço, que é chamado de “praça”, onde é depositado o carvão retirado do forno. As praças ficam normalmente atrás dos fornos, pois, na frente são colocadas pilhas de lenha seca para enchimento do forno (CAETANO, 2008).

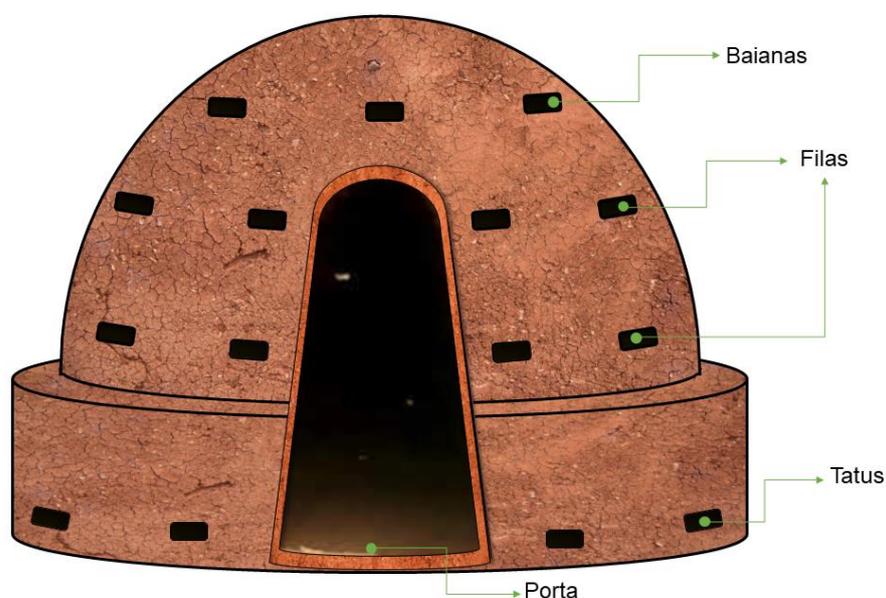
Figura 4: Fornos de carvão e o seu entorno.



Fonte: GONZALES, 2011, (adaptado)

Nos fornos de carvão acontece a carbonização da madeira. Esses fornos são construídos de variadas formas, tamanhos e complexidade. Mas, o mais difundido, por ser de baixo custo e de fácil manutenção, é o forno chamado “Rabo Quente” que, para ser construído, necessita apenas de tijolos de barro “cozido” e de uma argamassa feita com barro, areia e água. O forno “Rabo quente” tem formato de iglu e possui apenas uma porta, que serve para entrada da lenha e a saída do carvão vegetal. Nessa estrutura existem também pequenos orifícios que são chamados de tatus, filas ou baianas. Esses orifícios servem para controlar o processo de carbonização, que entenderemos mais adiante (FUNDAÇÃO, 1982).

Figura 5- Aspectos gerais de um Forno Rabo Quente



Fonte: O Autor

Quando a carvoaria trabalha com madeira nativa, ela é chamada de carvoaria volante. Esse nome vem do fato de essas carvoarias não ficarem fixa em determinado local, porque a sua permanência em determinada região depende da disponibilidade de recursos para a exploração (CAETANO, 2008). Já as carvoarias de reflorestamento são aquelas que utilizam madeira de reflorestamento, em especial o eucalipto, para produção do carvão vegetal.

A larga utilização do eucalipto na indústria do carvão se deve a determinadas características, como a sua adaptabilidade, seus troncos retos, uniformes e a alta densidade da sua madeira (PINHEIRO *et al.*, 2006 *apud* SANTOSA;

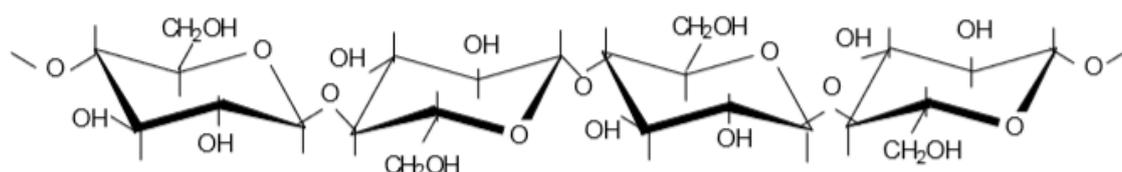
HATAKEYAMAB, 2012). Buscar formas de aumentar o rendimento gravimétrico na produção de carvão vegetal é essencial para diminuição do desmatamento das florestas nativas e, conseqüentemente, para a redução na emissão de poluentes gasosos (CGEE, 2015). Para isso, dentre outros aspectos, é preciso conhecer a composição química das árvores que serão plantadas.

### 3.2 A composição química da madeira

A madeira tem composição química complexa e diversificada, que depende da espécie da árvore, da sua idade, da região onde foi plantada e até mesmo da estação da colheita. O eucalipto, por exemplo, compreende mais de oitocentas espécies que possuem diferentes composições químicas (BOSCARDIN, 2010). Entretanto, todas as espécies de árvores do planeta têm como constituintes de sua parede celular três macromoléculas principais: a celulose; a hemicelulose (polioses) e a lignina.

A celulose é o componente majoritário das madeiras e pode ser caracterizada como um polímero linear de alto peso molecular, constituído exclusivamente de D-glucose unidas entre si por ligações glicosídicas (KLOCK *et al.*, 2005).

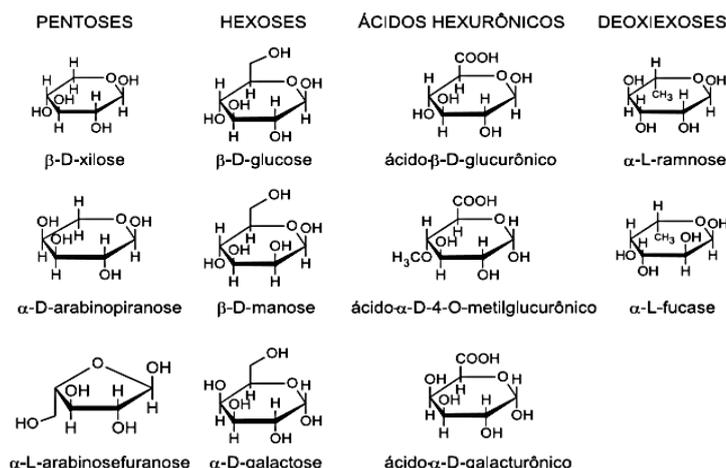
Figura 6- Representação da estrutura da celulose



Fonte: KLOCK *et al.*, 2005, p. 47

O termo “hemicelulose” designa uma classe de polissacarídeos que possuem massa relativamente baixa e estão intimamente associadas à celulose no tecido das células da madeira. Mas, ao contrário dessa, a polimerização da hemicelulose envolve a condensação de diferentes açúcares com seis átomos de carbonos (hexoses) ou cinco átomos (pentoses), participando também dessa construção os ácidos urônicos (MORAIS *et al.*, 2005; KLOCK *et al.*, 2005).

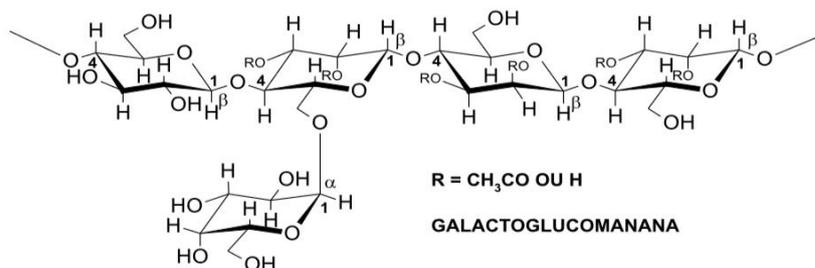
Figura 7- Estrutura dos monossacarídeos que compõem a hemicelulose.



Fonte: MORAIS et al., 2005, p. 463

Esse conjunto de monômeros origina muitos polissacarídeos. Os mais importantes são: as glucoxilanas, arabinoglucoxilanas, glucomanas, arabinogalactanas e galactoglucomanas (MORAIS *et al.*, 2005).

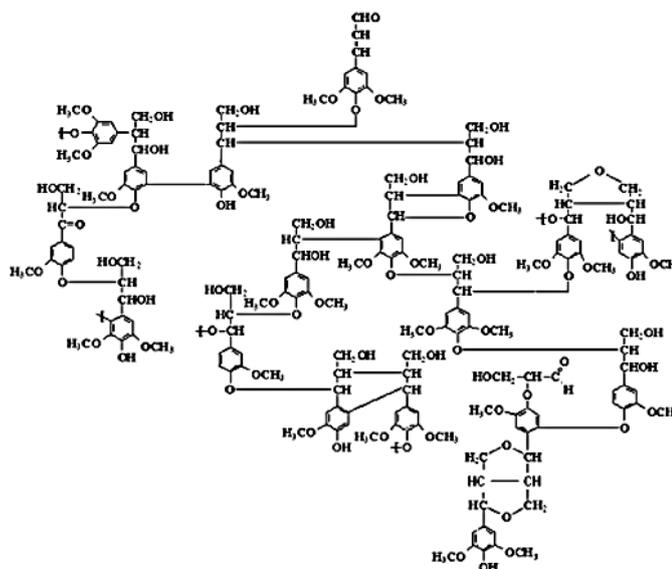
Figura 8 - Estrutura representativa da galactoglucomanana



Fonte: MORAIS *et al.*, 2005, p. 464

A lignina, depois da celulose, é umas das macromoléculas mais abundantes na natureza. Esse polímero é formado por compostos aromático de fenilpropano, que podem conter grupos hidroxilas e metoxila como substituintes no grupo fenil. A lignina é o último componente incorporado a parede celular e se desenvolve fazendo a interpenetração das fibrilas para o seu fortalecimento e enrijecimento, criando assim uma barreira contra a degradação enzimática e microbiana da parede celular, e levando a um aumento da densidade da madeira (KLOCK *et al.*, 2005; SILVA, 2011).

Figura 9 - Estrutura proposta para a macromolécula de lignina



Fonte: CARVALHO, 2011, p. 23

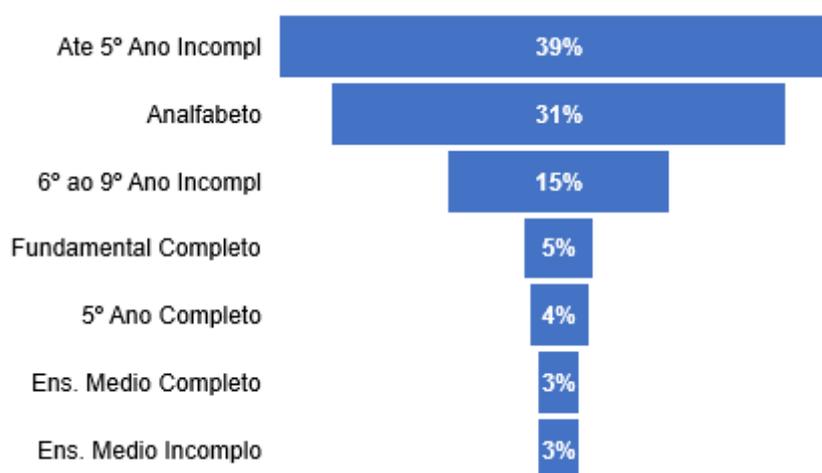
O alto rendimento na carbonização da madeira para transformação em carvão vegetal está associado a altas quantidades de lignina. A madeira juvenil é mais rica em lignina, por exemplo, a madeira da *Eucalyptus pellita* está apta para ser utilizada na produção de carvão vegetal, apresentando significativo rendimento com apenas cinco anos de idade (SILVA, 2011). Além de fatores genéticos, químicos e de manejo da madeira, o controle operacional durante a combustão da madeira é extremamente importante para um maior rendimento gravimétrico do carvão vegetal. Esse controle é realizado pelos trabalhadores das carvoarias. É sobre esses trabalhadores e seu trabalho que falaremos no próximo tópico.

### 3.3 Os trabalhadores e seu trabalho nas carvoarias

Ao traçar o perfil socioeconômico de trabalhadores de uma carvoaria da cidade de Curimatá, no estado do Piauí, Lustosa Júnior *et. al* (2013) constaram que 93% dos funcionários da carvoaria que foram entrevistados eram do sexo masculino. O grau de escolaridade desses trabalhadores também foi investigado e, segundo os pesquisadores, 78% dos trabalhadores possuem apenas o Ensino Fundamental incompleto, 3% completaram o Ensino Fundamental, 15% o Ensino Médio, e 4% interromperam o Ensino Médio em algum momento.

O perfil desses trabalhadores é semelhante aos dos trabalhadores que foram vítimas do trabalho escravo contemporâneo. Em sua maioria são homens analfabetos ou possuem apenas o primeiro ciclo do ensino fundamental incompleto e tem idade média de 45 anos.

Figura 10 - Escolaridade dos trabalhadores escravizados



Fonte: OBSERVATÓRIO, 2019 (Adaptado)

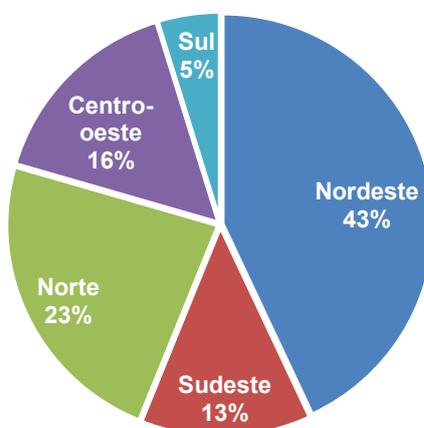
Pereira (2007), em sua dissertação de mestrado, cujo tema era trabalho nas carvoarias de Ribas do Rio Pardo, no estado do Mato Grosso do Sul, constata, por meio de entrevista, que, antes de trabalhar nas carvoarias, a maioria dos trabalhadores já havia ocupado outras funções. Dentre elas, podemos citar: operador de máquinas, segurança, pedreiro, madeireiro, cortador de cana, serviços gerais em fazenda, borracheiro, motorista, tratorista, serralheiro, faqueiro (em frigorífico), pequeno agricultor, e doméstica. Segundo essa autora, devido às contínuas mudanças e novas exigências do mercado de trabalho, esses trabalhadores perderam esses postos de trabalho. E, diante do desemprego e da falta das novas qualificações exigidas pelo mercado, acabaram na miséria. Assim, sem alternativas, foram trabalhar nas carvoarias (PEREIRA, 2007).

De acordo com Costa F (2018) e Costa P (2019), a fragilidade socioeconômica é um dos principais pilares de sustentação do trabalho escravo contemporâneo. Em sua dissertação, Silva (2010) compartilhou dados sobre a renda familiar de trabalhadores em situações de vulnerabilidade ao trabalho análogo à escravidão. Segundo a autora:

74,1% das famílias entrevistadas eram formadas por cinco ou mais membros, sendo que 71,8% informaram que a renda familiar mensal não alcançava um salário mínimo. Das famílias que informaram possuir renda superior a um salário mínimo, 86,9% possuíam pessoas aposentadas entre seus integrantes. Por outro lado, as atividades agrícolas eram exercidas por 82,7% dos membros das famílias entrevistadas (SILVA, 2010, p. 123).

Esses dados foram divulgados pela Pastoral do Migrante em parceria com a comissão pastoral da terra em um trabalho intitulado “Razões da migração (origem) versus razões da exploração e trabalho análogo a escravo (destino)”, que entrevistou 367 trabalhadores que migravam em busca de trabalho em outros estados. A maioria das pessoas em situações de trabalho análogo ao trabalho escravo é imigrante que sai, principalmente, de regiões pobres do Brasil. Das 36524 pessoas resgatadas de 2003 até 2018, a maioria tinha origem nas regiões nordeste e norte (OBSERVATÓRIO, 2019).

Figura 11 - Região de origem dos trabalhadores escravizados



Fonte: OBSERVATÓRIO, 2019 (Adaptado)

Nas carvoarias visitadas por Pereira (2007), no Mato Grosso do Sul, metade dos trabalhadores era imigrante de outros estados. Para essa autora, o predomínio de trabalhadores migrantes nas carvoarias é uma forma de evitar resistência à superexploração que lhes são diariamente impostas pelo empregador. Pois, os migrantes são mais vulneráveis por não conhecerem a região. Além disso, estão “desenraizados da maioria de seus vínculos e, por isso, fragilizados, desinformados e desorganizados na busca por seus direitos” (PEREIRA, 2007, p. 77).

O perfil do trabalhador escravizado é semelhante ao perfil dos trabalhadores das carvoarias. No entanto, são as condições de trabalho, moradia, alimentação e permanência que tornam os carvoeiros vítimas do trabalho escravo contemporâneo.

O trabalho nas carvoarias, segundo Caetano (2008) e Pereira (2007), é uma atividade baseada na superexploração dos trabalhadores e suas famílias para a maximização dos lucros pelo proprietário.

Para o funcionamento e obtenção de lucratividade nas carvoarias, os proprietários exercem práticas de dominação e superexploração dos trabalhadores, por intermédio de baixos investimentos na infraestrutura das carvoarias, descumprimento das leis trabalhistas e remunerações irrisórias, longas jornadas de trabalho, ou seja, uma intensificação das formas de exploração do trabalho já presentes no capitalismo, reduzindo ao máximo todas as despesas para a produção do carvão vegetal e elevando a extração da mais-valia (PEREIRA, 2007 p. 74).

Segundo Dias *et al.* (2002), ao visitar uma carvoaria, todos os sentidos do observador são tocados, o cheiro forte faz arder os olhos, impregnando em tudo e todos ao redor. Caetano (2008), afirma que a sensação de calor é aumentada e os trabalhadores são irreconhecíveis.

Ao nos receberem, os carvoeiros estão sempre cobertos de fuligem; deles, vemos apenas os olhos. Geralmente estão sem camisa e, assim, o suor produzido pelo calor do forno e do sol acaba por lhes impregnar a fumaça e o pó de carvão. Quando percebem a chegada da visitante se cobrem com o trapo que estiver mais à mão. Em sua maioria são homens magros e notadamente envelhecidos pela penúria do trabalho. O olhar sempre expressa o cansaço do trabalho e muitas vezes a vergonha, por os encontrarmos sujos (CAETANO, 2008, p. 34).

A presença de mulheres nas carvoarias, como vimos anteriormente, é pouco expressiva. Mas, de acordo com Dias *et al.* (2002), em sua visita observou que as mulheres desempenhavam todas “as funções [de uma carvoaria], além de acumularem as responsabilidades pelas tarefas domésticas, caracterizando uma dupla jornada de trabalho (DIAS *et al.*, 2002, p. 271).

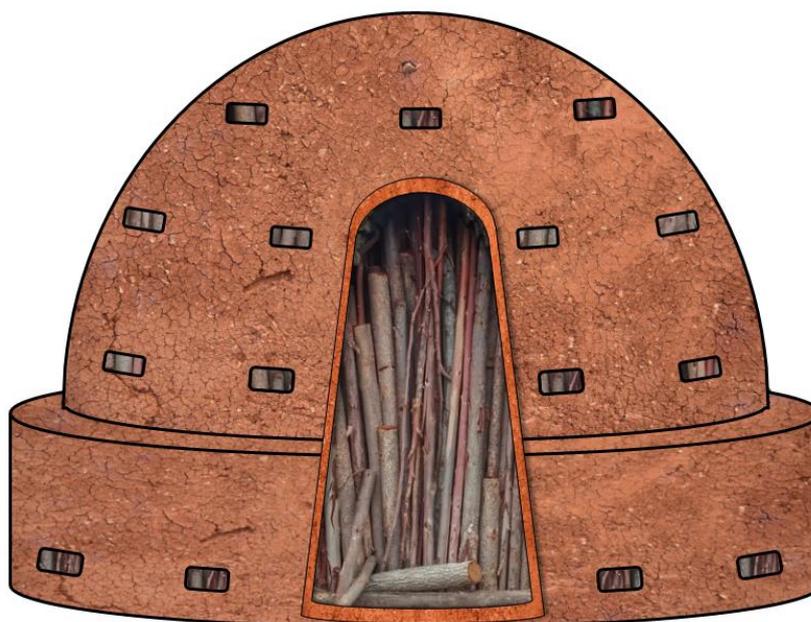
O trabalho nas carvoarias se inicia com corte da madeira, com o auxílio de motosserras ou machados. Os troncos das árvores derrubadas têm todos os galhos retirados. Esse procedimento é necessário, pois facilitará a organização da lenha dentro no forno. A madeira é cortada e deixada no mesmo local por um período de 15 a 30 dias para secar. Em seguida, os troncos lenhosos são empilhados e transportados por carroças movidas à tração animal ou por tratores até aos fornos (CAETANO, 2008). Essa atividade, se realizada de maneira inadequada e sem os equipamentos de segurança, pode ocasionar acidentes e problemas ao trabalhador.

O uso da moto-serra, além de ferimentos e traumatismos de gravidade variável, pode causar a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), contribuir para os efeitos extra-auditivos do ruído, entre eles, a hipertensão arterial, problemas gastrointestinais, distúrbios de sono, além de doenças músculo-

esqueléticas e vasculares decorrentes da exposição à vibração. O manuseio de machados e facões pode ocasionar lesões graves, em decorrência do despreparo do trabalhador, às vezes muito jovem, e do estado de conservação e adequação das ferramentas (DIAS et al., 2002, p. 276).

A próxima etapa do trabalho nas carvoarias é o enchimento dos fornos com os troncos de lenha. Esse processo exige muito esforço físico e cognitivo dos trabalhadores, pois, todo o trabalho é manual e o enchimento se assemelha à montagem de um quebra cabeça – as peças de lenha devem ser organizadas dentro do forno, de forma que aproveite o máximo de espaço disponível. Antes de iniciar o enchimento, o trabalhador cobre o piso da estrutura com folhas secas para diminuir as perdas de calor para o solo (DIAS et al., 2002).

Figura 12: Representação de um forno de carvão completamente cheio.



Fonte: O autor.

Depois de ter feito esse isolamento térmico, o trabalhador pega alguns troncos de lenha da pilha e coloca-os na porta do forno. Em seguida, entra no forno e organiza os troncos no interior da estrutura. Desta forma, o trabalhador carrega nos braços cada tronco de lenha duas vezes. A postura corporal dos trabalhadores durante o enchimento é penosa e é comum acontecer acidentes. “O “trabalhador leva 41 minutos e 24 segundos para completar a tarefa, transportando cerca 7.357 kg” (DIAS et al., 2002, p. 273).

Terminado o enchimento do forno, é feito a sua ignição. Para isso, a porta da estrutura é quase completamente fechada com tijolos e argamassa. No espaço ainda aberto é colocado um pouco de combustível para dar início à queima da madeira. Após essa última etapa, a porta é totalmente fechada (FUNDAÇÃO, 1982).

Figura 13- Abertura superior na porta (a) porta completamente fechada (b)



Fonte: O autor.

Depois da realização de todos os procedimentos de enchimento, dentro do forno se inicia o processo de carbonização da madeira. Este é um processo complexo, que acontece em um ambiente de baixa concentração de oxigênio e se desenvolve de maneira não uniforme na peça de madeira (OLIVEIRA et al., 1982). O trabalhador responsável pelo processo de carbonização da madeira é chamado de carbonizador. Essa é a função mais especializada da carvoaria, entretanto, não deixa de ser uma tarefa penosa. Nesse sentido, alguns trabalhadores consideram essa a pior função, pois o carbonizador tem que acompanhar o processo de carbonização de hora em hora, o que implica em trabalho noturno (TIMÓTEO, 1999 *apud* DIAS et al., 2002). Um trabalhador escravizado em uma carvoaria em Pintópolis, no Norte de Minas Gerais, relatou para Oda (2014), que dormia apenas das oito horas da noite até uma hora da madrugada: “Temos que ficar em cima, senão o carvão pode passar do ponto e aí a produção é toda perdida [diz o trabalhador]” (ODA, 2014).

O carbonizador acompanha o desenvolvimento do processo de carbonização observando a coloração da fumaça que sai pelas *baianas*, *filas* e *tatus*, e sentido o

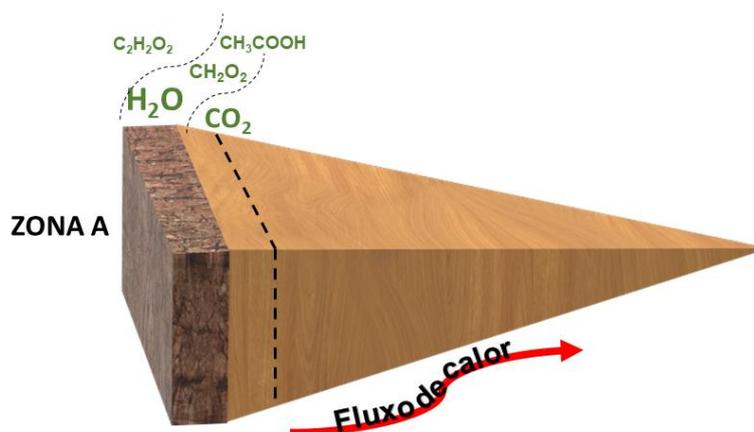
calor desprendido pela estrutura. A interpretação dessas características é feita com base em um conhecimento que popularmente é desconhecido, e que é adquirido com a vivência nas carvoarias. Nesse sentido, Dias *et al.* (2002) afirmam que:

Os trabalhadores sabem como fazer, ainda que não conheçam as propriedades físico-químicas da combustão. Este “saber-fazer”, expressão traduzida do francês *savoir-faire*, é constituído por um conjunto de percepções, astúcias e truques adquiridos na prática, no aprender-fazendo. O trabalhador não possui conhecimentos formalizados e sistematizados, mas “incorpora” competências, não facilmente verbalizáveis, que ele mobiliza diante da variação das situações (DIAS *et al.*, 2002, p. 273).

O processo de carbonização da madeira, nos fornos de carvão, inicia-se na superfície da madeira e, devido à baixa condutividade térmica do material, vai progredindo lentamente para o seu interior. Esse processo resulta na formação de uma gradiente de temperatura no tronco de madeira, desta forma, inúmeras transformações acontecem simultaneamente em temperaturas e locais diferentes em um mesmo tronco de madeira (OLIVEIRA *et al.*, 1982).

Browne (1958), em seu trabalho de revisão bibliográfica, dividiu a carbonização da madeira (pirólise) em quatro zonas de temperatura e localização. A primeira dessas zonas é a chamada de Zona A, e corresponde a uma faixa de temperatura abaixo de 200°C que inicialmente está localizada na superfície da madeira e regiões próximas. Nessa faixa de temperatura ocorre a desidratação da madeira e a formação de pequenas quantidades (traços) de dióxido de carbono, ácidos fórmicos, acéticos e glioxal (BROWNE, 1958). O carbonizador acompanha esse processo e sabe que a carbonização foi iniciada, pois, é liberada uma fumaça de coloração esbranquiçada e volumosa devido à grande quantidade de vapor de água emitida pela madeira. É importante ressaltar que a carbonização começa na parte superior do forno e vai progredindo para baixo.

Figura 14- Início do processo de carbonização na zona A.

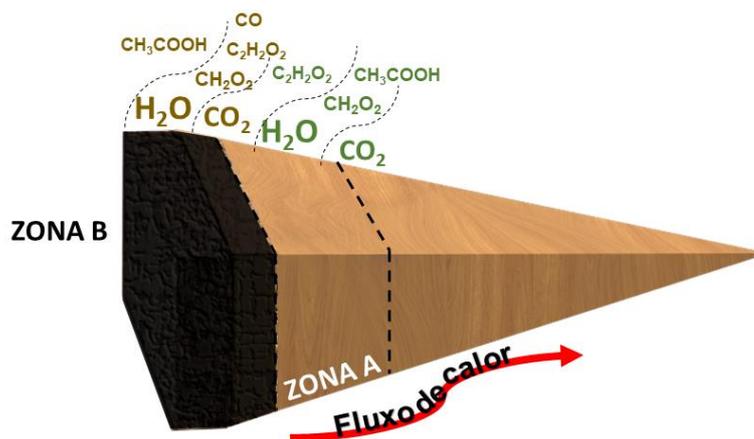


Fonte: O Autor.

Ainda que Pinto (2005), Figueroa e Moraes (2009) tenham estudado a combustão da madeira na presença de oxigênio, as representações da carbonização da madeira foram construídas com base em seus trabalhos, em comunhão aos estudos de Browne (1958), pois, como ressalta Pinto (2005), há grande similaridade entre os dois processos.

A segunda zona que Browne (1958) dividiu é chamada de Zona B, ela compreende a faixa de temperatura de 200 a 280°C, e está localizada na mesma região antes ocupada pela Zona A, que se moveu para dentro da peça de madeira. As substâncias liberadas na zona B são vapor d'água, dióxido de carbono, ácidos fórmico e acético, glioxal e, talvez, pequenas quantidades de monóxido de carbono (BROWNE, 1958). É nessa faixa de temperatura que ocorre grande parte da degradação da hemicelulose, que começa aproximadamente a 225°C e termina dentro da zona C por volta de 325°C (OLIVEIRA et al., 1982).

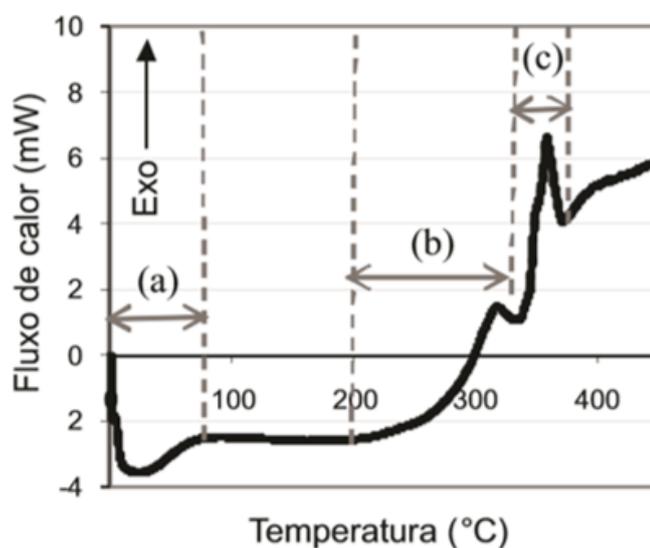
Figura 15- Descolamento da zona A e aparecimento da Zona B



Fonte: O Autor.

Segundo Pereira *et al.* (2013), as transformações que acontecem até a faixa de temperatura da Zona C são predominantemente endotérmicas. Essa afirmação pode ser feita com base nos seus resultados calorimétricos para a carbonização do *Eucalyptus spp.* A seguir é possível ver o gráfico da Calorimetria Exploratória Diferencial realizado para um dos clones da espécie analisada. As posições a, b e c correspondem, respectivamente, a faixa de temperatura de secagem da madeira, de degradação da hemicelulose e da celulose.

Figura 16: Curvas TG/DTG da madeira de Eucalyptus spp.



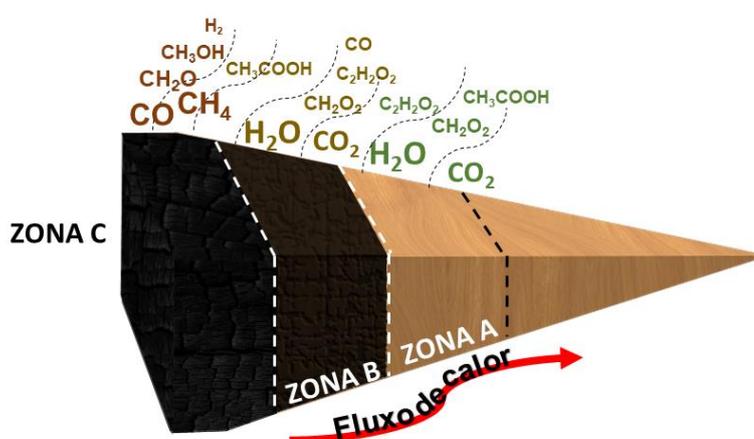
Fonte: PEREIRA *et al.*, 2013, p. 573

A penúltima divisão, chamado Zona C - 280°C a 500°C - ocupa agora a posição da Zona B que, juntamente com a zona A, progridem para o interior da madeira (BROWNE, 1958). Nessa Zona, as reações exotérmicas são predominantes e elevam a temperatura (PEREIRA *et al.*, 2013). Essa é uma das preocupações do carbonizador, pois, a elevação brusca da temperatura pode “provocar a ruptura da cinta que sustenta a abóbada [cúpula] do forno, fazendo desmoronar toda a estrutura, com perda do produto ou carga” (DIAS *et al.* 2002, p. 274). Para controlar o superaquecimento, o carbonizador pode passar barro úmido em pontos da estrutura.

Os gases liberados na Zona C são altamente inflamáveis, sendo os principais: o monóxido de carbono, metano, formaldeído, ácidos fórmico e acético, metanol e, posteriormente, hidrogênio (BROWNE, 1958; CANAL *et al.*, 2016). Além dessas substâncias, há a formação do alcatrão altamente inflamável, cujas gotículas são transportadas pelos gases liberados e dão origem à fumaça dessa etapa (BROWNE, 1958). Segundo Dias *et al.* (2002), essas substâncias podem provocar lesões na vias aéreas e intoxicação nos trabalhadores. Os trabalhadores entrevistados por Oda (2014) relatam o desconforto causado pelo trabalho com os fornos.

“Sinto muita falta de ar e tontura. Mas quando a gente passa mal, o jeito é sair uns minutinhos [de perto dos fornos] e voltar rápido. Também não enxergo bem, meus olhos ficam muito embaçados (ODA, 2014).

Figura 17- Descolamento da zona A e B e aparecimento da Zona C.

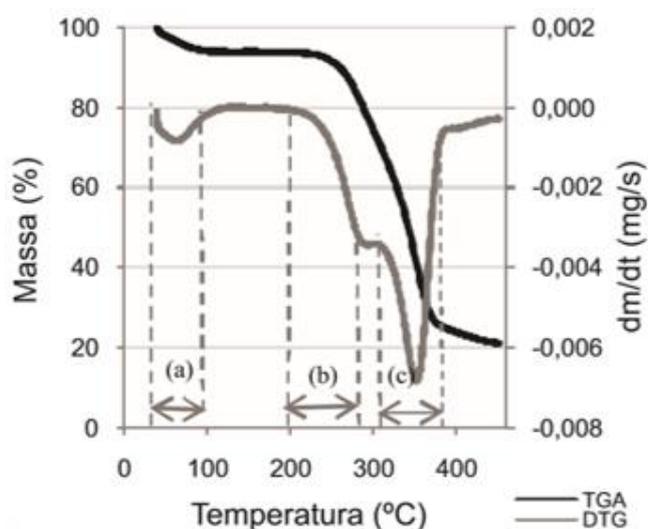


Fonte: O Autor.

A partir da temperatura de 450°C, o carvão vegetal é formado (PEREIRA *et al.*, 2013; CANAL *et al.*, 2016). Em temperaturas próximas a 500°C, a degradação

da celulose e hemicelulose é quase completa e pouco contribui para a produção do carvão vegetal, o rendimento é próximo de 5% e 10%, respectivamente (OLIVEIRA, *et al.*, 1982). O gráfico a seguir, extraído do trabalho de PEREIRA *et al.* (2013), mostra a perda de massa em função da temperatura para a carbonização de um clone de *Eucalyptus spp.* Os intervalos a, b e c correspondem à perda de massa, respectivamente, da secagem da madeira, degradação da hemicelulose e celulose.

Figura 18- Curvas DSC da madeira de Eucalyptus.



Fonte: PEREIRA *et al.*, 2013, p. 570

A degradação da lignina, ao contrário dos outros componentes principais da madeira, não tem um pico específico. Essa degradação acontece por uma longa faixa de temperatura, mas apenas uma pequena parte dessa macromolécula se decompõe em temperatura abaixo de 450°C. Essa é a temperatura máxima recomendada para a produção de carvão vegetal, porque, a partir dessa temperatura, a degradação da lignina se torna mais intensa, o que prejudica o rendimento do carvão vegetal (PEREIRA *et al.*, 2013).

Quando o carvão é produzido em determinada parte do forno, o orifício mais próximo emite uma fumaça de coloração azulada. Segundo Juvillar (1980 *apud* Zuchi, 2000), essa coloração azulada da fumaça é justificada pela predominância dos gases monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Suponho que esses gases sejam oriundos da combustão do carvão já formado dentro do forno. Dessa forma, o trabalhador fecha o orifício emissor logo que observa a emissão dessa

fumaça azulada. Assim, a entrada de oxigênio é cortada, o que impede a combustão do carvão já produzido naquele ponto do forno.

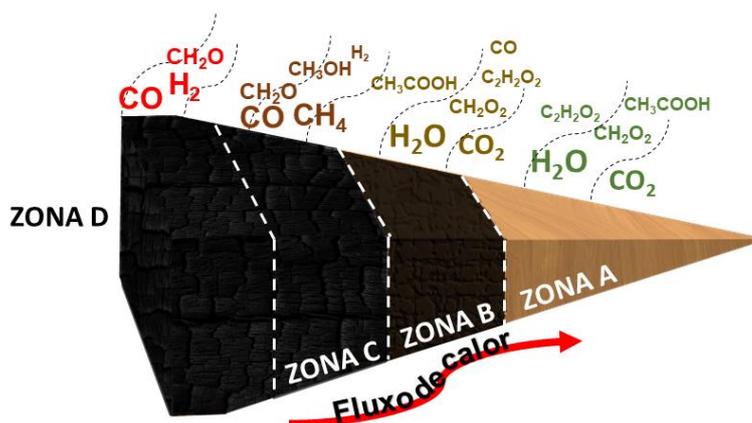
Figura 19- Liberação da fumaça azul



Fonte: O autor.

Se a temperatura dentro do forno continua aumentando, chega até a Zona D, cuja temperatura ultrapassa 500°C. Nessa zona, o carvão já produzido se torna uma superfície para reações secundárias ainda mais vigorosas, nas quais os produtos gasosos e alcatrões produzidos nas zonas B, C e A, ainda presentes na peça de madeira, são pirolisados e formam produtos altamente inflamáveis. Por exemplo, o dióxido de carbono e o vapor de água reagem com o carbono para formar monóxido de carbono, hidrogênio e formaldeído (BROWNE, 1958).

Figura 20- Formação do carvão na Zona D e Descolamento das demais



Fonte: O Autor.

Todo o processo de carbonização da madeira dentro do forno dura em média três dias. Quando o último orifício aberto é fechado, inicia o processo de resfriamento do forno de carvão que, assim como a carbonização, demora em média três dias para ser finalizado. Para ajudar na troca de calor, é passado um barro úmido, por toda a estrutura do forno. Esse procedimento é chamado de barrelamento e também evita as rachaduras nas paredes do forno de carvão. (IBAMA, 1999; FUNDAÇÃO, 1982; DIAS, *et al.*, 2002). Depois que o forno está relativamente frio, inicia a retirada do carvão vegetal produzido. Nesse momento, a porta do forno deve ser aberta rapidamente para que possíveis focos de incêndio, provocado pela entrada de oxigênio, sejam rapidamente controlados. Segundo Dias *et al.* (2002), essa é uma etapa crítica:

A retirada do carvão do forno configura uma situação crítica, observando-se um sinergismo entre o esforço físico despendido, a repetitividade dos movimentos, as condições climáticas adversas, a exposição a altas temperaturas e a falta de condições mínimas de higiene e conforto (DIAS, *et al.*, 2002, p. 276).

Os trabalhadores utilizam grandes garfos para retirar o carvão do forno e colocar em balaios de arames trançados, para então serem transportados até as praças. Ao atingir a temperatura ambiente, o carvão é ensacado e colocado nos caminhões para serem levados principalmente às siderúrgicas (IBAMA, 1999; FUNDAÇÃO, 1982).

### 3.4 A vida nas carvoarias

As condições de vida dos trabalhadores de uma carvoaria são, assim como as condições de trabalho, péssimas. Segundo Caetano (2008, p.82), a situação dos trabalhadores de carvoarias volante é desumana, pois esses trabalhadores não apenas vivem uma situação de trabalho degradante, mas habitam nessa situação. As suas moradias são construídas em torno da carvoaria, sendo feitas de lonas e troncos de árvores. Essas construções não oferecem nenhum conforto aos trabalhadores e, muito menos, os protegem dos perigos da mata, como escorpiões e cobras (CAETANO, 2008). Além disso, a alimentação disponível a eles não só é insuficiente, como também é armazenada em locais inapropriados e, em muitos casos, os trabalhadores não tem ao menos acesso à água tratada ou potável. Muitos alojamentos não possuem banheiros e, quando existem, são totalmente inadequados, como os descritos por Caetano (2008):

Nos ranchos encontramos uma privada conhecida como banheiro ecológico. Constitui-se de uma fossa cercada de lona, nivelada ao fundo com uma camada de cal. Segundo um carvoeiro, ao abandonar o local, uma nova camada de cal é jogada sobre os dejetos e a fossa tampada com terra (CAETANO, 2008 p. 93).

Em sua visita à carvoaria, Pereira (2007) entrevistou um casal que estava vivendo uma situação de servidão por dívida. Segundo ela, “o patrão traz da cidade o que necessitam para o dia-a-dia e faz pequenos adiantamentos, se necessários, para serem descontados no final do mês” (2007, p. 81). Mas, como ressalta a autora, esse casal não tem controle sobre o valor das compras, o que abre brecha para a manipulação desses valores. Abaixo estão alguns dos trechos das transcrições dessa entrevista com o casal:

“Se precisar de um remédio ele traz [...]”  
 “Nóis faz a lista (de mercado) e ele traz.”  
 “Cada mês desconta.  
 “Ele [o patrão] traz, ele mostra a nota... eu não entendo assim muito essas notas de mercado [...] não sei se é [...], o mercado, as coisas é meio cara, então é difícil, não sobra. [...] Nesta aqui o valor da compra veio no mesmo papel da lista.”  
 “Tô devendo aí uma média de uns mil reais [...] só de compra.  
 “É igual eu acabei de dizer [...] quando a gente precisa de um dinheiro, qualquer coisa ele arruma pra gente, um adiantamento, [...] mas assim, saldo mesmo, já tem um ano e pouco que está sem saldo.” [Depoimento do casal] (PEREIRA, 2007, p. 81).

Para evitar fugas dos trabalhadores e, por consequência, a não quitação do débito, muitos os patrões contratam capangas para fazerem a ronda ostensiva e

armada na propriedade. Mas, Pereira (2007) mostra um motivo diferente para a permanência desses trabalhadores endividados na carvoaria. Segundo a autora, o casal permanece na propriedade por causa de uma “consciência falsa de responsabilidade moral e legal sobre as dívidas, que os acaba aprisionando” (PEREIRA, 2007 p. 80).

Essa família, que estava em situação de endividamento, alegou ser este um dos motivos pelos quais não abandonava a carvoaria, pois, apesar de todo o sentimento de exploração e injustiça, há também o sentimento de orgulho, da necessidade de agir corretamente e de não sair, deixando para trás as dívidas, mesmo que estas não sejam corretamente contraídas e contabilizadas. Não querem, pois, sair de uma carvoaria e ir para outra ainda devendo, porque afirmam temerem não serem contratados pelo novo patrão, pois há um intenso contato entre estes (PEREIRA, 2007, p. 80).

As condições de trabalho, de vida e de permanência dos trabalhadores nas carvoarias podem caracterizar, com base no artigo 149 do código penal, o trabalho escravo contemporâneo. E, esse é um problema oficialmente reconhecido por entidade de classe, como a federação das indústrias do estado de São Paulo (Fiesp) e a Central Única dos Trabalhadores (CUT), além de empresas do setor siderúrgico e outras relacionadas com essas atividades. Em 2004 foi lançado e assinado, por essas empresas e entidades, a Carta-Compromisso pelo fim do trabalho escravo e desmatamento ilegal na produção de carvão vegetal (AVINA; RNSP; IE; WWF; 2012).

Além disso, desde a década de 1990 são publicamente reconhecidas as péssimas condições de trabalho, alimentação e moradia que os trabalhadores das carvoarias são submetidos. Somente em Minas Gerais já foram instaladas, em 1994, 1996 e 2002, três comissões parlamentares de inquérito para investigar o tema. Essas ações trouxeram avanços no cumprimento das leis trabalhistas e melhorias nas condições de trabalho, principalmente nas carvoarias controladas pelas empresas siderúrgicas, pois, nas carvoarias terceirizadas, esses problemas ainda hoje são muito recorrentes (AVINA; RNSP; IE; WWF; 2012).

A partir de um levantamento de reportagens publicadas na *internet*, de 01 de janeiro a 14 de outubro de 2019, sobre a libertação de trabalhadores mantidos em trabalhos análogos à escravidão em carvoarias, chega-se ao número de 64 pessoas resgatadas nesse intervalo de tempo. Desse montante, 57 pessoas foram resgatadas no estado de Minas Gerais, seis em Mato Grosso e uma no Mato Grosso do Sul (THOMÉ, 2019; ALVES, 2019; ARAÚJO, 2019; SAKAMOTO, 2019;

SCAPOLATEMPORE, 2019; VAZ, 2019). Nessas reportagens encontramos situações parecidas com as descritas anteriormente.

A primeira reportagem do ano de 2019 sobre o assunto relata que, em uma fazenda no município de Córrego Danta, região do Alto São Francisco, em Minas Gerais, o Ministério do Trabalho resgatou, em uma carvoaria localizada no meio de uma plantação de eucaliptos, quatro trabalhadores(as) em condições análogas à escravidão. Além dos trabalhadores, foi encontrada uma criança de cinco anos em meio ao ambiente insalubre da carvoaria (SAKAMOTO, 2019).

Figura 21- Criança em ambiente insalubre da carvoaria.



Fonte: PRIMEIRA, 2019

As quatro pessoas resgatadas trabalhavam todos os dias da semana cumprindo, sem nenhum tipo de equipamento de segurança, uma jornada diária de mais de dez horas de trabalho. No momento do resgate, esses trabalhadores estavam sem alimentos, bebiam água barrenta e dormiam em barracos de lona em um antigo galinheiro. Nessa propriedade também não havia banheiros (SAKAMOTO, 2019; PRIMEIRA, 2019).

Figura 22- Sapo dentro de “alojamento” dos trabalhadores



Fonte: SAKAMOTO, 2019,

O contratante apresentou aos fiscais a justificativa de que os trabalhadores eram terceirizados. Entretanto, segundo os auditores, tratava-se de um contrato de parceria em que a outra parte não contava com condições econômicas para figurar em um contrato dessa natureza. A situação social do intermediário era parecida com a dos demais trabalhadores. Esses seriam artifícios para esconder a real relação empregatícia e de exploração entre o empregador, dono da propriedade, e os trabalhadores que estavam sem receber seus salários do mês. O carvão fruto dessa exploração de mão de obra escrava era vendido para a Usipar Indústria e Comércio, localizada em Pitangui, também no estado de Minas Gerais (SAKAMOTO, 2019; PRIMEIRA, 2019; REDAÇÃO, 2019).

Em outro caso, seis pessoas foram resgatadas de uma carvoaria localizada na cidade de Rochedo, há 74 quilômetros de Campo Grande, no Mato Grosso do Sul. Essas pessoas trabalhavam sem nenhum tipo de equipamento de proteção e segurança e sem registro na carteira de trabalho. Além disso, não lhes eram fornecido água potável, dormiam do lado de fora do alojamento, em camas improvisadas com tábuas e tijolos, e as instalações sanitárias eram incompatíveis com as exigências mínimas de privacidade e higiene (FERNANDES, 2019).

Figura 23- Cama de um dos trabalhadores resgatado de carvoaria e o alojamento



Fonte: FERNANDES, 2019

Em Uberlândia, Minas Gerais, uma ação de fiscalização da polícia militar em carvoaria resultou na libertação de quatro trabalhadores e uma trabalhadora que dormiam em camas improvisadas, em um quarto sem ventilação, ao lado de um chiqueiro de porcos. Além disso, os banheiros eram sujos e a comida era preparada em um fogão de lenha. Nesse caso, também havia permanência por dívida, pois o empregador fazia as compras e descontava os valores devidos no salário dos funcionários, que só recebiam se houvesse produção do carvão vegetal (SCAPOLATEMPORE, 2019).

#### **4 O MATERIAL DIDÁTICO**

A educação pode exercer um papel de grande importância no combate às diversas formas de trabalho escravo contemporâneo. Segundo Suzuki (2019), os professores e professoras podem, por meio de uma abordagem pedagógica pautada em questões relacionadas a essa temática, atingir muitos estudantes que, porventura, podem se tornar agentes multiplicadores desse conteúdo, compartilhando-o com seus familiares e a sua comunidade. Ademais, desenvolver uma abordagem pautada no trabalho escravo contemporâneo com jovens e adultos é também um trabalho de prevenção, “já que esse público, por estar no vigor da força física, é o mais visado pelos aliciadores para a realização de trabalhos pesados, como a derrubada de floresta e abertura de pastagens” (SUZUKI, 2019, p. 252).

O único programa nacional dedicado à prevenção do trabalho escravo contemporâneo no Brasil é o “Escravo, nem pensar!”, um programa educacional da ONG Repórter Brasil, fundado em 2004, que tem como foco a formação de professores para atuarem com a temática do trabalho escravo contemporâneo e outros temas relacionados aos direitos humanos. Além disso, o programa tem como objetivo a criação de material didático e metodologias que, segundo Anjos *et al.* (2019), são pautadas na “construção coletiva; participação e o diálogo; contextualização da realidade e valorização da autonomia dos sujeitos” (ANJOS *et al.*, 2019, p. 84).

Dentre os materiais produzidos pelo “Escravo, nem pensar!”, destaco o caderno temático de 2011, sobre as cadeias produtivas e a sua relação com o trabalho escravo contemporâneo. Nessa publicação são apresentados, brevemente, alguns produtos que são corriqueiramente utilizados no cotidiano e que provêm de uma cadeia produtiva de mão de obra escrava. Entre esses produtos, destaca-se o aço utilizado nos automóveis, que tem em sua composição o carvão vegetal como matéria prima. Sobre essa cadeia produtiva, o material traz as seguintes informações:

Entre 2003 e dezembro de 2010, de acordo com a CPT, foram libertados no Brasil 2,3 mil trabalhadores que produziam carvão vegetal. A maior parte do insumo é feito a partir de matas nativas e destina-se às siderúrgicas. Utilizando o carvão, elas fabricam o ferro-gusa, matéria-prima para fazer o aço e também peças de ferro fundido. A Metalsider, de Betim (MG), é uma destas indústrias. Em 2009 e 2010, ela foi identificada como cliente da empresa AS Carvão e Logística. Na fazenda Santa Terezinha, propriedade da AS em Nova Ubiratã (MT), 9 trabalhadores foram libertados. A Metalsider tem histórico de negócios com a Teksid do Brasil, empresa do grupo Fiat também situada em Betim, que fornece autopeças para montadoras de veículos do Brasil, entre elas, a própria Fiat, a Ford, a Toyota, a Volkswagen e a Honda. A Teksid também fornece para empresas em outros países: Estados Unidos, Suécia, Alemanha, Canadá, França, China, Japão e Argentina (ONG REPÓRTER BRASIL, 2011, p. 10).

Esse pequeno trecho já nos permite abordar o trabalho escravo contemporâneo e o ensino de química. Entretanto, a falta de informações, principalmente, sobre os aspectos técnicos da produção de carvão vegetal nas carvoarias torna essa abordagem mais complexa. Esse material do programa “Escravo, nem pensar!” foi de extrema importância para a construção do produto dessa dissertação, principalmente, porque em nenhum momento da pesquisa documental aqui desenvolvida foi encontrado outros trabalhos que estabelecessem relações entre o trabalho escravo contemporâneo e o ensino de química. Assim

sendo, o material aqui produzido, apesar das grandes diferenças, carrega a essência desse pequeno trecho.

Para a construção do material foi feita uma transposição didática do conteúdo da carbonização da madeira e da operação do forno de carvão, presentes nessa dissertação, para torná-los acessíveis aos estudantes do ensino médio. Uma transposição didática, segundo Polidoro e Stigar (2019), é necessária porque o saber científico e o saber escolar são de naturezas distintas, uma vez que, ao contrário desse segundo, o objetivo do primeiro não é ser ensinado.

O material didático foi produzido no formato de um livro digital (ou eletrônico), que em inglês é chamado de *ebook*. Esse formato foi escolhido por ser facilmente publicado e acessado pelos leitores de forma gratuita na *internet*. Além disso, devido ao formato, pode ser lido por meio de computadores, *tablets*, *smartphones* ou, até mesmo, ser impresso pelo leitor. O título dado ao pequeno *ebook* pode parecer estranho, mas a ideia surgiu do fato da carbonização da madeira ser também conhecida como destilação seca da madeira, e a destilação é um processo de separação que, devido ao artigo da Maria Helena Roxo Beltran (1996)<sup>3</sup>, associa-se institivamente aos Alquimistas. Refletindo sobre essa associação, conclui que, assim como os antigos alquimistas que buscavam transmutações impossíveis, os trabalhadores das carvoarias destilam a madeira em busca do que para eles é inalcançável: a dignidade. Por isso, o título do *ebook* é “Alquimistas do Cerrado”.

No decorrer do livro digital é explicado o processo de produção do carvão vegetal, portanto, são abordados os aspectos técnicos da produção e alguns conceitos científicos que nos permitem entender, sob o ponto de vista da ciência, a produção do carvão vegetal. Os conceitos abordados foram: polímeros; combustão completa; combustão incompleta; processos endotérmicos; e processos exotérmicos.

Quanto às condições de trabalho, de moradia e alimentação dos trabalhadores das carvoarias é abordado no decorrer do material, junto aos conceitos científicos e aspectos técnicos. Para ajudar na contextualização, foram inseridas no material didático algumas imagens e depoimentos de trabalhadores escravizados em uma carvoaria na cidade de Pintópolis, no norte de Minas Gerais.

---

<sup>3</sup>Destilação: a arte de “extrair virtudes” Disponível: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc04/historia.pdf>

O material didático<sup>4</sup> construído possibilita uma abordagem dentro da perspectiva do ensino CTS (ciência, tecnologia e sociedade). Nessa abordagem, como veremos a seguir, os conteúdos científicos e o desenvolvimento tecnológico são discutidos juntamente com questões sociais, sejam elas de natureza ética, econômica, política e ambiental. Objetiva-se, com isso, a formação de estudantes conscientes e aptos a tomarem decisões que promovam o bem-estar comum, quando estiverem diante de dilemas impostos pelo desenvolvimento científico e tecnológico (SANTOS; MORTIMER, 2000).

#### **4.1 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**

Os estudos pautados nas inter-relações estabelecidas entre a ciência, a tecnologia e a sociedade surgiram de forma diferente na Europa e América do Norte, na segunda metade do século XX, devido às preocupações afloradas nessa época, com o uso da ciência como máquina de guerra e os danos ambientais e sociais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico (STRIEDER, 2012; SANTOS; MORTIMER, 2000).

Fruto de uma longa trajetória, o movimento CTS está há tempos consolidado como um movimento amplo, que abarca diferentes interpretações sobre a ciência, a tecnologia, a sociedade e as suas inter-relações. Os estudos em CTS, segundo Strieder (2012), podem ser divididos em três campos de investigação: o campo acadêmico; o campo das políticas públicas; e o campo da educação. Este trabalho pretende ocupar espaço neste último campo investigativo, que trabalha com temas sociocientíficos e tecnológicos e cujas pesquisas no Brasil iniciaram na década de 1990.

As diferentes interpretações sobre ciência, tecnologia e sociedade dentro do movimento CTS, segundo Strieder (2012), dão origem a diferentes compreensões e perspectivas de caminhos para as relações CTS estabelecidas no campo da educação. Esses diferentes propósitos foram sistematizados pela referida autora em uma matriz de referência composta por três parâmetros: racionalidade científica;

---

<sup>4</sup> Alquimistas Do Cerrado. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1mTGjvn6R5H8rZjlt5fUWuG36tXfPuWHs?usp=sharing>

desenvolvimento tecnológico; e participação social. Cada um desses parâmetros, segundo Strieder e Kawamurab (2017), expressam:

[...] internamente, articulações entre aspectos relacionados tanto à ciência e à tecnologia, quanto à sociedade, evitando formas de segmentação dos mesmos; representam assim, princípios ou referências a partir dos quais é possível estabelecer e caracterizar relações entre os três elementos da tríade CTS e entre esses e a educação científica. (STRIEDER; KAWAMURAB, 2017 p. 33)

Os propósitos da matriz referencial de Strieder (2012) contemplam grupos com distintos objetivos e perspectivas educacionais. O primeiro desses grupos busca o desenvolvimento de percepções acerca da presença do conhecimento científico escolar e da tecnologia em determinado seguimento da sociedade ou aparato cotidiano. Trata-se de uma abordagem menos crítica dos três parâmetros citados anteriormente. O segundo grupo é pautado no desenvolvimento de questionamentos. Para tanto, nesse grupo são discutidas as implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e a não neutralidade do conhecimento e das decisões científicas, bem como os propósitos que têm guiado o desenvolvimento tecnológico. Propõem-se questionar para tomar decisões coletivas ou individuais e para pressionar os responsáveis (STRIEDER, 2012; CARDOSO; ABREU; STRIEDER, 2016; STRIEDER; KAWAMURAB, 2017).

Por fim, o terceiro grupo aborda a racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico e a participação social em maiores níveis de criticidade. Busca-se, nesse grupo, o desenvolvimento do compromisso social a partir de discussões que abordem:

[...] as limitações do conhecimento científico para compreender e resolver os problemas sociais, sejam eles locais ou globais; enfatizando a importância de almejarmos outro modelo de desenvolvimento, que busque satisfazer as necessidades básicas de determinada população e não gerar lucro econômico; e, buscando uma cultura de participação no âmbito das políticas públicas, na definição de objetivos, meios para alcançá-los e maneiras de controlar sua implementação (STRIEDER, 2012, p. 207).

A temática da escravidão contemporânea nas carvoarias aqui apresentada tem conteúdo para estabelecer discussões que passam por esses diferentes níveis de criticidade da racionalidade científica, do desenvolvimento tecnológico e da participação social, mas, talvez, a ênfase dessa proposta seja o desenvolvimento de questionamentos.

## 4.2 O trabalho escravo nas carvoarias e a tríade CTS

O trabalho nas carvoarias acontece alheio ao conhecimento científico. Esse fato já nos permite inferir que o conhecimento científico não é o único caminho para se entender determinado aspecto do mundo natural ou processo artificial. Existem outros caminhos, e um desses permite aos trabalhadores das carvoarias saber o momento certo de se tapar buracos e *barrelar* fornos de carvão. Esse saber, fruto das experiências diárias e das observações acumuladas ao longo de anos, além de eficiente, é capaz de resolver problemas que lhes são de interesse.

Entender os processos que acontecem dentro e no entorno dos fornos de carvão a partir do ponto de vista desses trabalhadores é uma tarefa difícil, que exige vivência e imersão na vida dessas pessoas. Entretanto, esse não é o objetivo dessa pesquisa, por isso, para entender esses processos, utilizamos o nosso saber: o conhecimento científico, cuja principal característica é não estar preso a determinado fenômeno ou objeto, o que nos permite transportá-lo e usá-lo para entender determinados aspectos de distintos mundos.

As outras características do conhecimento científico, bem como a sua amplitude e a sua sofisticação, não se devem a um desenvolvimento baseado em método rígido que ignora fatores externos, como as pressões sociais, as decisões políticas ou as crenças dos pesquisadores. Esse método garantidor de verdades não existe. O conhecimento científico é fruto da atividade humana e é validado não apenas por resultados experimentais, mas, principalmente, por sua diversificada comunidade. Portanto, esse saber, como qualquer outro, está sujeito á interferências políticas, sociais, econômicas e dos valores pessoais (DUSEK, 2009).

A ciência, aparentemente, estabelece uma relação de linearidade com a tecnologia. Nesta perspectiva, a tecnologia seria uma aplicação dos estudos e das compreensões científicas. É notório que inúmeros aparatos tecnológicos do nosso cotidiano foram construídos a partir de resultados de pesquisas científicas, mas, ao definir tecnologia apenas como “ciência aplicada”, exclui-se outros diversos sistemas tecnológicos, o que inclui a atividade exercida nos fornos de carvão que, como vimos anteriormente, acontece alheia à ciência (DUSEK, 2009). Além disso, outros exemplos históricos mostram que a tecnologia como fruto da ciência é a exceção e

não a regra. Por exemplo, a máquina de vapor que antecede às teorias da termodinâmica (AULER, 2002).

A palavra tecnologia é associada a diversos objetos, como celulares, computadores, carros autônomos e dentre outros, mas um aparato ou ferramenta não podem sozinhos caracterizar a tecnologia, pois, como bem afirmam Santos e Mortimer (2000 p. 117), a tecnologia é o “conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo”. Portanto, tecnologia implica em intencionalidade, ação e reação, ou seja, não existe tecnologia sem o seu contexto de aplicação. Por isso, ao desvincular um forno de carvão dos interesses nefastos que motivaram a sua criação e perpetuação, bem como das vidas que o movem e que nele padecem, não estamos falando de tecnologia, estamos apenas descrevendo um objeto ou processo. É necessário mostrar que esse sistema tecnológico foi, intencionalmente, criado para enriquecer a poucos à custa da degradação e da exploração da vida de muitos.

A temática da escravidão contemporânea nas carvoarias nos permite, ainda, ir além e questionar: O que essa ciência e essa tecnologia que conseguem mandar sondas a Júpiter e homens à Lua pode fazer por aquelas pessoas que diariamente sofrem? Segundo Auler (2002), existe a crença de que o desenvolvimento científico e tecnológico é capaz de resolver todos problemas da humanidade e promover a todos bem-estar social. Entretanto, como mostra o referido autor, a ciência e tecnologia não são capazes sozinhas de tal proeza. A complexidade do mundo e as relações que nele são estabelecidas exigem outros olhares de diferentes perspectivas.

Alguns podem argumentar que a ciência aliada à tecnologia pode desenvolver fornos de carvão mais eficientes, que não causem danos à saúde dos trabalhadores e que não exija muito esforço físico em sua operação. Entretanto, esses fornos de carvão já existem e, mesmo assim, pessoas continuam sofrendo em carvoarias. A ciência e a tecnologia não possuem mecanismos que garantam a utilização de seus produtos. Além disso, a mera implementação de fornos mais eficientes não impede a escravização dos trabalhadores. Em suma, como bem afirma Auler (2002 p. 109), “[...] ciência e tecnologia não têm autonomia suficiente para a solucionar todos problemas, ainda que a sua contribuição se faça necessária, a solução de um problema social necessita também de vontade pública ou privada”.

Desta forma, diante desse contexto, não basta saber que o desenvolvimento científico, tecnológico e seus produtos são guiados e implementados com bases em interesses. A questão central a ser discutida é qual tipo de interesses nós queremos que guie esse desenvolvimento: Serão os particulares ou os coletivos? Serão os que visam o lucro ou os que buscam bem-estar social? Serão os interesses dos que ignoram e aprovam o trabalho escravo ou os dos que lutam por seu fim? É preciso decidir.

E, para que essa decisão seja tomada, é preciso formar estudantes aptos a participar de forma ativa e crítica das sociedades democráticas. Essa formação passa pelas discussões apontadas anteriormente, mas é preciso também ensinar valores “[...] vinculados aos interesses coletivos, como os de solidariedade, de fraternidade, de consciência do compromisso social, de reciprocidade, de respeito ao próximo e de generosidade” (SANTOS; MORTIMER; 2000, p. 114).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar essa dissertação pontuei que durante muitos anos a escravidão contemporânea me foi próxima, mas não conhecida. A partir do momento que a conheci, não consegui esquecê-la. Não posso ignorar o fato de que, provavelmente, joguei bola com pessoas escravizadas. Por isso, escrever essa dissertação e produzir o material didático é o mínimo que eu posso fazer por aquelas pessoas e tantas outras que diariamente sofrem em uma carvoaria, em uma plantação de tomates ou uma confecção.

O caminho percorrido até aqui foi árduo, estressante e cheio de desafios, que foram lentamente sendo superados com muito trabalho, criatividade e dedicação. Acredito que o objetivo proposto para esta pesquisa foi alcançado, uma vez que o material didático produzido é capaz de conscientizar estudantes e professores(as) sobre as características do trabalho escravo contemporâneo. Além disso, como exposto no último capítulo, ao ser trabalhado dentro das perspectivas do ensino CTS, o objetivo inicial é ampliando e, além de informar, este material possibilita o desenvolvimento de questionamentos que podem levar a tomadas de decisões que promovam o fim do estado de degradação humana que a tantos afligem.

## REFERÊNCIAS

ALVES, D. Trabalhadores em condições de trabalho escravo são resgatados de carvoaria em MS. **Midiamax**. 12 abr. 2019. Disponível em: <https://www.midiamax.com.br/policia/2019/trabalhadores-em-condicoes-de-trabalho-escravo-sao-resgatados-de-carvoaria-em-ms>. Acessado em 14 out. 2019.

ARAÚJO, K. Trabalhador foge de acampamento e denuncia escravidão em carvoaria. **Campo Grande News**. 16 Jul. 2019. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/interior/trabalhador-foge-de-acampamento-e-denuncia-escravidao-em-carvoaria>. Acessado em 14 out. 2019.

AMANTINO, M. As Guerras Justas e a escravidão indígena em Minas Gerais nos séculos XVIII e XIX. **Varia história [online]**. Belo Horizonte, v. 22, n.35, p.189-206. Jan/jun. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-87752006000100011>

Acusado de trabalho escravo deve continuar preso. Repórter Brasil. 05 mai. 2006. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2006/05/acusado-de-trabalho-escravo-deve-continuar-preso/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

ALBUQUERQUE, W. R.; FRAGA FILHO, W. Uma história do negro no Brasil. Salvador: Centro de Estudos Afro-Orientais; Brasília: Fundação Cultural Palmares, 2006. Disponível em: <https://www.geledes.org.br/wp-content/uploads/2014/04/uma-historia-do-negro-no-brasil.pdf> . Acesso 12 fev. 2020.

AVINA, REDE NOSSA SÃO PAULO, INSTITUTO ETHOS E WWF. **Combate à devastação ambiental e ao trabalho escravo na produção de ferro e aço**. 2012. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/documentos/carvao.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2019.

AULER, D. Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências. 2002. 000 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>. Acesso 25 de mar. 2020.

ANJOS, H, P.; SILVA, P. M.; OLIVEIRA, J. M. S. A problematização do programa “escravo, nem pensar” na perspectiva freiriana. **Revista Debates Insubmissos**, Caruaru, v.2, n.4. p.83-95. 2019. DOI: <https://doi.org/10.32359/debin2019.v2.n4.p83-95>

BIBLIOTECA NACIONAL. **Para uma história do negro no Brasil**. Rio de Janeiro: Biblioteca nacional, 1988.

BRASIL. Decreto-lei nº 41.721, de 25 de junho de 1957. Promulga as Convenções Internacionais do Trabalho de nº11, 12, 13, 14, 19, 26, 29, 81, 88, 89, 95, 99, 100 e 101, firmadas pelo Brasil e outros países em sessões da Conferência Geral da Organização Internacional do Trabalho. **Diário oficial da união**, Rio de Janeiro, RJ, 25 jun. 1957. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/Antigos/D41721.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D41721.htm). Acesso em: 15 mar. 2019.

BRASIL. Lei nº 10.803, de 11 de dezembro de 2003. Altera o art. 149 do Decreto-Lei no 2.848, de 7 de dezembro de 1940 - Código Penal, para estabelecer penas ao crime nele tipificado e indicar as hipóteses em que se configura condição análoga à de escravo. **Diário oficial da união**, Brasília, DF, 11 dez. 2003. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2003/L10.803.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.803.htm). Acesso em: 13 mar. 2019.

BOSCARDIN, P. M. D. **Morfoanatomia, fitoquímica e atividades biológicas de eucalyptus benthamii maiden et cambage – myrtaceae**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Paraná, 2010. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/23813?show=full>. Acesso 21 de fev. 2020.

BROWNE, F. L. **Theories of the combustion of wood and its control: A survey of the literature**. Madison: Forest Products Laboratory, 1958. 68 p. (Relatório, 2136). Disponível em: <https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplmisc/rpt2136.pdf>. Acesso 21 de fev. 2020.

BRASIL. Decreto-lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. **Diário oficial da união**, Rio de Janeiro, 7 de dezembro de 1940. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del2848compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm). Acesso em: 26 Jun. 2019.

BRASIL. Decreto-lei nº 41.721, de 25 de junho de 1957. Promulga as Convenções Internacionais do Trabalho de nº11, 12, 13, 14, 19, 26, 29, 81, 88, 89, 95, 99, 100 e 101, firmadas pelo Brasil e outros países em sessões da Conferência Geral da Organização Internacional do Trabalho. **Diário oficial da união**, Rio de Janeiro, RJ, 25 jun. 1957. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/Antigos/D41721.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D41721.htm). Acesso em: 15 mar. 2019.

BAPTISTA, K. C. R. **Compreendendo o trabalho escravo no brasil atual**. 2012. 157 f. Dissertação (Mestrado em Políticas Sociais e Cidadania) - Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2012. Disponível em: <http://ri.ucsal.br:8080/jspui/handle/123456730/343>. Acesso 21 de fev. 2020.

CAMPOS, M.; CAMPOREZ. Família é resgatada de trabalho semelhante à escravidão no Sul do ES. **Gazeta Online**. 12 mai. 2017. Disponível em: <https://www.gazetaonline.com.br/noticias/economia/2017/05/familia-e-resgatada-de-trabalho-semelhante-a-escravidao-no-sul-do-es-1014054662.html>. Acesso em: 12 dez. 2019.

CAETANO, E. C. O. No calor do inferno: trabalho e trabalhadores das carvoarias no entorno da cidade de Curvelo/MG. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/CiencSociais\\_CaetanoECO\\_1.pdf](http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/CiencSociais_CaetanoECO_1.pdf). Acesso em 12 dez. 2019.

CARVALHO, M. L. **Estudo cinético da hidrólise enzimática de celulose de bagaço de cana-de-açúcar**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlo, São Carlos, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4075/3648.pdf?sequence=1>. Acesso 21 de fev. 2020.

CARDOSO, Z. Z.; ABREU, R. O. D.; STRIEDER, R. B. Lixo Eletrônico: uma proposta CTS para o ensino médio. **Indagatio Didactica**, vol. 8, n.1, p.1610-1626. Jul. 2016. DOI: <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3523>

COSTA, F. O. A lógica da dominação presente no trabalho escravo colonial e no trabalho escravo contemporâneo. In: MIRAGLIA, L. M. M.; HERNANDEZ, J. N.; OLIVEIRA, R. F. S (Org.). **Trabalho escravo contemporâneo: conceituação, desafios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018. p. 33-48. Disponível em: <https://pos.direito.ufmg.br/wp-content/uploads/colecao-ppgd-ufmg-2018/Trabalho%20Escravo%20Contempor%C3%A2neo-L%C3%ADvia%20Miraglia-EB.pdf>. Acesso 21 de fev. 2020.

COSTA, P. T. M. **Combatendo o trabalho escravo contemporâneo: o exemplo do Brasil**. Brasília: Escritório da OIT no Brasil. 2010. Disponível em: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-brasilia/documents/publication/wcms\\_227300.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-brasilia/documents/publication/wcms_227300.pdf). Acesso 21 de fev. 2020.

COSTA, R. J. C. Cidadania para além do Status libertatis. In: MIRAGLIA, L. M. M.; HERNANDEZ, J. N.; OLIVEIRA, R. F. S (Org.). **Trabalho escravo contemporâneo:**

conceituação, desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018. p. 71-81. Disponível em: <https://pos.direito.ufmg.br/wp-content/uploads/colecao-ppgd-ufmg-2018/Trabalho%20Escravo%20Contempor%C3%A2neo-L%C3%ADvia%20Miraglia-EB.pdf>. Acesso 21 de fev. 2020.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Modernização da produção de carvão vegetal no Brasil**: subsídios para revisão do Plano Siderurgia. Brasília, 2015, 150 p. Estudo. Disponível em: [https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/Carvao\\_Vegetal\\_WEB\\_02102015\\_10225.PDF/a3cd6c7c-5b5b-450a-955b-2770e7d25f5c?version=1.3](https://www.cgее.org.br/documents/10195/734063/Carvao_Vegetal_WEB_02102015_10225.PDF/a3cd6c7c-5b5b-450a-955b-2770e7d25f5c?version=1.3). Acesso 21 de fev. 2020.

CANAL, W. D.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, M. A.; CÂNDIDO, W. L.; FIALHO, L. F. Comportamento térmico, emissão de gases condensáveis e não condensáveis no processo de carbonização da madeira. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v. 36, n. 87, p. 261-267, jul./set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.87.1083>.

DIAS, E. C.; ASSUNÇÃO, A. A.; GUERRA, C. B.; PRAIS, H. A. C. Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. **Cad. Saúde Pública [online]**, Rio de Janeiro, v.18, n.1, p.269-277. jan./fev. 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2002000100027>.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional**. Rio de Janeiro, 2018. 293 p. Relatório. Disponível em: [http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-46/topico-82/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2017.pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-46/topico-82/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf). Acesso 21 de fev. 2020.

FERNANDES, A. Grupo é resgatado de carvoaria onde vivia em situação de escravidão. **Campo Grande News**. 12 abr. 2019. Disponível em: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/interior/grupo-e-resgatado-de-carvoaria-onde-vivia-em-situacao-de-escravidao>. Acesso em: 30 abr. 2019.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Manual de Construção e Operação de Fornos de Carbonização. Série de Publicações Técnicas 007, Belo Horizonte, 1982. 55 p.

FIGUEROA, M. J. M.; MORAES, P. D. Comportamento da madeira a temperaturas elevadas. **Ambiente construído**. Porto Alegre, v. 9, n. 4, p. 157-174, out./dez. 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/9547/7050>. Acesso em: 22 jan. 2019.

GONZALES, J. Governo do Pará trabalha a favor de empresas que destroem o meio ambiente, diz jornalista. **Estadão**, 18 jul. 2011. Disponível em: <https://politica.estadao.com.br/blogs/radar-politico/governo-do-para-trabalha-a-favor-de-empresas-que-destroem-o-meio-ambiente-diz-jornalista/>. Acesso 12 jan. 2019.

GALLON, M. S.; SILVA, C. M.; GALLE, L. A. V.; MADRUGA, Z. E. F. Concepções de estudantes do ensino médio sobre a relevância do componente curricular de química. **Conhecimento Online**. Novo Hamburgo, v. 1, n. 10, jan./jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.25112/rco.v1i0.1178>

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Manual de construção e operação do forno rabo-quente**. Natal, 1999. 24p. Manual. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/M9D00038.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. Manual didático. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/quimicadamadeira/Quimica%20da%20Madeira%202013.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2019.

LUSTOSA JÚNIOR, I. M.; CORDEIRO, S. A.; MACHADO, J. S.; OLIVEIRA, R. J.; GUIMARÃES NETO, R. M. Perfil Socioeconômico de Trabalhadores do Segmento de Carvão Vegetal e Percepção da População Local em Curimatá-PI. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 21, n.2, p. 206-213. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/floram.2014.025>

MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; MELO, D. C. análise da madeira de pinus oocarpa parte i – estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.3, p.461-470, Mai./Jun. 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000300014>

MOLONEY, A. Entrevista - As pessoas não têm ideia de que a escravidão existe, diz Wagner Moura. **Reuters Brasil**. 01 jul. 2017. Disponível em: <https://br.reuters.com/article/topNews/idBRKBN19M3N5-OB RTP?sp=true>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MARQUESE, R. B. A dinâmica da escravidão no Brasil: resistência, tráfico negreiro e alforrias, séculos XVII a XIX. **Novos estudos**. São Paulo, n.74, p. 107-123, Mar. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-33002006000100007>

ODA, M. Operação flagra trabalho escravo em carvoaria de Pintópolis, Minas Gerais. **G1 Grande Minas**, 16 fev. 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/mg/grande-minas/noticia/2014/09/operacao-flagra-trabalho-escravo-e-em-carvoaria-de-pintopolis-mg.html>. Acesso 21 de fev. 2020.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Perfil dos principais atores envolvidos no trabalho escravo rural no Brasil**. Brasília: OIT, 2011. Disponível em: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-brasil/documents/publication/wcms\\_227533.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---ilo-brasil/documents/publication/wcms_227533.pdf). Acesso em: 22 jan. 2019.

OLIVEIRA, J. B.; VIVACQUA FILHO, A.; MENDES, M. G.; GOMES, P. A. Produção de carvão vegetal – aspectos técnicos. In: PENEDO, W. R (org). **Produção de carvão vegetal**. Belo Horizonte: CETEC, 1982. p. 59-73.

**Observatório digital do trabalho escravo no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://smartlabbr.org/trabalhoescravo/localidade/0?dimensao=garantiaDireitos>. Acesso 15 fev. 2019.

ONG REPÓRTER BRASIL. Escravo, nem pensar!: Uma abordagem sobre trabalho escravo contemporâneo na sala de aula e na comunidade. São Paulo: Repórter Brasil, 2º ed. 2012. 152 p. Disponível em: <http://escravonempensar.org.br/biblioteca/escravo-nem-pensar-uma-abordagem-sobre-trabalho-escravo-contemporaneo-na-sala-de-aula-e-na-comunidade/>. Acesso 21 dez. 2019.

ONG REPÓRTER BRASIL. **Cadeias Produtivas & Trabalho Escravo**: Babaçu, Cana, Carne, Carvão, Soja. 2011. Disponível em: <http://escravonempensar.org.br/biblioteca/cadeias-produtivas-e-trabalho-escravo-cana-carne-carvao-soja-babacu-2/>. Acesso em 15 fev. 2020.

Pedidos de socorro contra trabalho escravo são encontrados em roupas de grife inglesa. **Estadão**. 26 jun. 2014. Disponível em: <https://economia.estadao.com.br/noticias/negocios,pedidos-de-socorro-contra-trabalho-escravo-sao-encontrados-em-roupas-de-grife-inglesa,1518821>. Acesso em: 09 mai. 2019.

PAES, M. A. D. A história nos tribunais: a noção de escravidão contemporânea em decisões judiciais. In: MIRAGLIA, L. M. M.; HERNANDEZ, J. N.; OLIVEIRA, R. F. S (Org.). **Trabalho escravo contemporâneo**: conceituação, desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2018. p. 01-31. Disponível

em: <https://pos.direito.ufmg.br/wp-content/uploads/colecao-ppgd-ufmg-2018/Trabalho%20Escravo%20Contempor%C3%A2neo-L%C3%ADvia%20Miraglia-EB.pdf>. Acesso 21 de fev. 2020.

PEREIRA, B. L. C.; CARNEIRO, A. C. O.; CARVALHO, A. M. M. L.; TRUGILHO, P. F.; MELO, I. C. N. A.; OLIVEIRA, A. C. Estudo da degradação térmica da madeira de eucalyptus através de termogravimetria e calorimetria. **Revista Arvore**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 567-576, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000300020>.

PINTO, E. M. **Determinação de um modelo de taxa de carbonização transversal a grã para o Eucalyptus citriodora EE. grandis**. 2005. 138 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de matérias) – Universidade de São Paulo, 2005.

PINHAO, F.; MARTINS, I. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.18, n. 3, p. 9-29, set./dez. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172016180301>.

PRIMEIRA fiscalização do ano contra trabalho escravo resgata 4 trabalhadores em Minas. **Revista proteção**. 15 jan. 2019. Disponível em: <http://www.protecao.com.br/noticiasdetalhe/Jyy5AcjvJ9/pagina=5>. Acesso em 29 abr. 2019.

PEREIRA, A. Os desafios para o trabalho nas carvoarias de ribas do Rio Pardo/MS. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007. Disponível em: [http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis\\_teses/07/altamira.pdf](http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/07/altamira.pdf). Acesso em 12 dez. 2019.

PINSKY, J. **A escravidão no Brasil**. São Paulo: Ed. Contexto, 2019. 95p.

POLIDORO, L. F.; STIGAR, R. A Transposição Didática: a passagem do saber científico para o saber escolar. **Ciberteologia**, v. 4, n. 27. Disponível em: <https://ciberteologia.com.br/post/notas/a-transposicao-didatica-a-passagem-do-saber-cientifico-para-o-saber-escolar>. Acesso em 15 dez. 2019.

RAMOS, I. L. F. Trabalho escravo: o caso José pereira e sua relevância para a atual situação brasileira. **Cosmopolitan Law Journal**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 88-102, 2016. DOI: <https://doi.org/10.12957/cosmopolitan.2016.19842>.

REPÓRTER BRASIL. **Escravo, nem pensar!**: Uma abordagem sobre trabalho escravo contemporâneo na sala de aula e na comunidade. São Paulo: Repórter Brasil, 2º ed. 2012. 152 p. Disponível em: <http://escravonempensar.org.br/biblioteca/escravo-nem-pensar-uma-abordagem-sobre-trabalho-escravo-contemporaneo-na-sala-de-aula-e-na-comunidade/>. Acesso em 15 fev. 2020.

REDAÇÃO. Primeira fiscalização do ano resgata cinco em carvoaria de Minas Gerais. **Brasil de Fato**. 12 jan. 2019. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2019/01/12/primeira-fiscalizacao-do-ano-resgata-cinco-em-carvoaria-de-minas-gerais/>. Acesso em 29 abr. 2019.

REZENDE, J. B.; SANTOS, A. C. **A cadeia produtiva do carvão vegetal em Minas Gerais: pontos críticos e potencialidades**. Viçosa, 2010, 79 p. Boletim Técnico. Disponível em: <http://www.ciflorestas.com.br/download.php?tabela=documentos&id=850&leitura=s>. Acesso em 29 abr. 2019.

SCOTT, R. J. O Trabalho Escravo Contemporâneo e os Usos da História. **Revista Mundos do Trabalho**, Santa Catarina, vol. 5, n. 9. p. 129-137, | janeiro-junho de 2013. DOI: <https://doi.org/10.5007/1984-9222.2013v5n9p129>.

SILVA, M. R. **Trabalho análogo ao de escravo rural no Brasil do século XXI: novos contornos de um antigo problema**. 2010. 280 f. Dissertação (Mestrado em Direito agrário) – Universidade Federal de Goiás, Goiana, 2010. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tede/1483/1/dissertacao%20marcello%20r%20silva%20-%20direito%20agrario.pdf>. Acesso em 15 fev. 2020.

SAKAMOTO, L. Resgate em carvoaria estreia ministério da Economia no combate à escravidão. **Blog do Sakamoto**. 11 jan. 2019. Disponível em: <https://blogdosakamoto.blogosfera.uol.com.br/2019/01/11/resgate-em-carvoaria-estrela-ministerio-da-economia-no-combate-a-escravidao/>. Acessado em 14 out. 2019.

SCAPOLATEMPORE, R. Proprietário de carvoaria na zona rural de Uberlândia é detido por crime de trabalho análogo à escravidão. **G1 Triângulo e Alto Paranaíba**. 31 Jul. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/2019/07/31/proprietario-de-carvoaria-na-zona-rural-de-uberlandia-e-detido-por-crime-de-trabalho-analogo-a-escravidao.ghtml>. Acessado em 14 out. 2019.

SANTOS, S. A. **A Lei no 10.639/03 como fruto da luta anti-racista do Movimento Negro**. In: SECRETARIA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA, ALFABETIZAÇÃO E DIVERSIDADE. Educação anti-racista: caminhos abertos pela Lei Federal nº 10.639/03. Brasília: SECAD, 2005. p. 21-37. Disponível em: <http://www.acaoeducativa.org.br/fdh/wp-content/uploads/2012/10/sales-lei-10.639-como-fruto-da-luta-antirracista.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020

SILVA, G. M. **Pré-tratamento do bagaço de cana de açúcar com amônia aquosa para a produção de etanol**. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4073/3641.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso 29 fev. 2020.

SANTOS, S. F. O. M.; HATAKEYAMA, K. Processo sustentável de produção de carvão vegetal quanto aos aspectos: ambiental, econômico, social e cultural. **Produção**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 309-321, mar./abr. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132012005000010>

SANTOS, W. L. F.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. Belo Horizonte, v. 02, n. 02, p.110-132, jul-dez. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>

SUZUKI, N. Y. O papel da educação no combate ao trabalho escravo no brasil: o caso do programa escravo, nem pensar!, da ong repórter brasil. In: BORGES, P. C. C (org). **Formas contemporâneas de trabalho escravo**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015. p 237-251. Disponível em: [http://escravonempensar.org.br/wp-content/uploads/2019/09/unesp\\_formas-contemporaneas-de-trabalho-escravo\\_2015.pdf](http://escravonempensar.org.br/wp-content/uploads/2019/09/unesp_formas-contemporaneas-de-trabalho-escravo_2015.pdf). Acesso 21 de fev. 2020.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. 283 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo 2012. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline\\_Beatriz\\_Strieder.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-13062012-112417/publico/Roseline_Beatriz_Strieder.pdf). Acesso 25 de mar. 2020.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: Parâmetros e Propósitos Brasileiros. **Alexandria**: Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, maio. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>

VAZ, D. MG: Fiscalização do Trabalho resgata 16 de trabalho escravo em carvoarias. **Sindicato Nacional dos Auditores Fiscais do Trabalho**. 14 fev. 2019.

Disponível em: <https://www.sinait.org.br/site/noticia-view/?id=16546/mg%20fiscalizacao%20do%20trabalho%20resgata%2016%20de%20trabalho%20escravo%20em%20carvoarias>. Acessado em 14 out. 2019.

DUSEK, V. **Filosofia da Tecnologia**. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

THOMÉ, S. Fiscalização resgata 33 pessoas de trabalho escravo em carvoarias de Ninheira, no Norte de Minas. **G1 Grande Minas**. 03 mai. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/grande-minas/noticia/2019/05/03/fiscalizacao-resgata-33-pessoas-de-trabalho-escravo-em-carvoarias-de-ninheira-no-norte-de-minas.ghtml>. Acessado em 14 out. 2019.

ZUCHI, P. S. Avaliação ergonômica do trabalho na atividade de carvoejamento. 1º Simpósio Brasileiro sobre Ergonomia e Segurança do Trabalho Florestal e Agrícola, Belo Horizonte, MG, 5 a 7 de jul. 2000. Disponível em: <https://www.ergonomianotrabalho.com.br/analise-ergonomica-atividade-de-carvoejamento.pdf>. Acesso em 26 jun. 2019.

## APÊNDICE

# ALQUIMISTAS

## do cerrado



Emanuel Lopes Dornelas

Esse material didático é o produto da dissertação de mestrado desenvolvida por **Emanuel Lopes Dornelas** sob a orientação da **Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Nicéa Quintino Amauro**. Essa dissertação foi apresentada, em 2020, ao Programa de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Mestrado Profissional, da Universidade Federal de Uberlândia - UFU.



Este ícone indica a fala dos Alquimistas

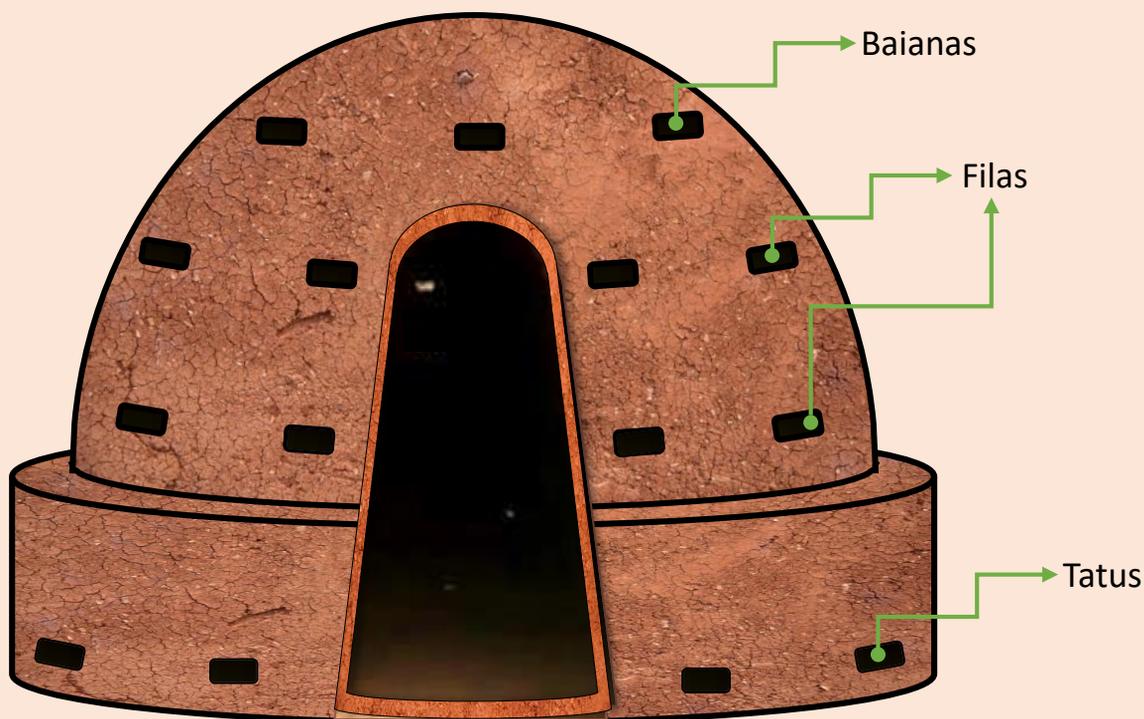
Os antigos Alquimistas passavam grande parte de suas vidas buscando soluções para problemas nada triviais: enquanto alguns desejavam descobrir como transmutar diferentes metais em ouro, outros estavam interessados na fórmula do elixir da vida eterna. Mas, diferente desses alquimistas, os nossos contemporâneos Alquimistas do cerrado não buscam o impossível, mas sim o inalcançável: dignidade

Os nossos Alquimistas, também chamados de carvoeiros, fazem jus ao nome, porque moram, literalmente, no meio do cerrado (um local afastado dos grandes e pequenos centros urbanos). Os seus conhecimentos, adquiridos ao longo de anos, são colocados em prática em uma carvoaria, onde transformam as árvores em carvão vegetal.



Nós trabalhamos para comer e pagar conta.

Essa transformação acontece nos fornos de carvão, que foram cuidadosamente construídos com tijolos de barro. A sua estrutura tem uma porta e é cheia de pequenos orifícios: os orifícios inferiores são chamados de tatus, os superiores são as baianas e os centrais são as filas.



Esses fornos são chamados de Forno de Rabo Quente.

Além dos fornos, nas carvoarias há também outra estrutura, os alojamentos destes místicos trabalhadores. Ao contrário dos fornos, que foram cuidadosamente construídos, os alojamentos são marcados pela precariedade e pelo improvisado. Suas colunas de sustentação são feitas com troncos de árvores e tanto a cobertura como as paredes são feitas com lonas plásticas. Nesse alojamento não há banheiros, por isso, os trabalhadores fazem suas necessidades fisiológicas na mata que os cercam.

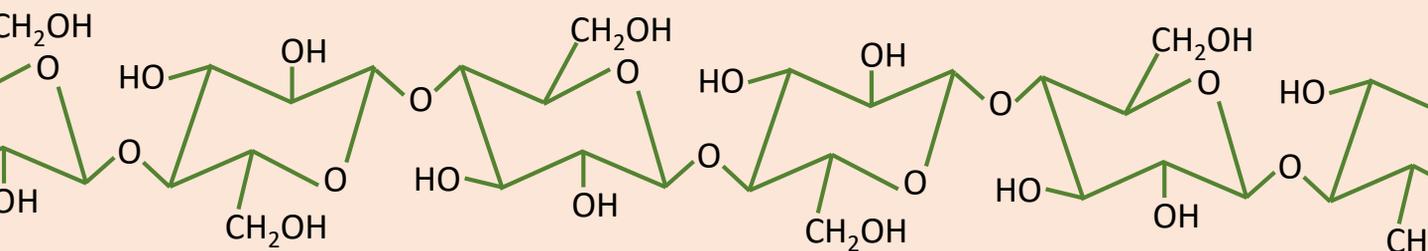


Não há água potável nessa carvoaria!

A produção do carvão vegetal inicia-se com o corte das árvores, seja de floresta nativa ou de reflorestamento. Nesse sentido, as carvoarias ilegais provocam um grande desequilíbrio ambiental nas regiões onde estão instaladas, devido à derrubada da floresta nativa. Além disso, o risco de acidentes, em todos os processos da carvoaria, é constante, pois os nossos alquimistas não utilizam nenhum tipo de equipamento de segurança.



A madeira é a base de toda a produção do carvão vegetal, por isso, para entendermos os processos envolvidos nessa produção é importante conhecer a composição química da madeira. Essa composição é bastante complexa e depende de vários fatores como, por exemplo, a idade, a região onde foi plantada e é claro da espécie. Entretanto, a parede celular das arvores é formada, principalmente, por três polímeros naturais: a celulose, hemicelulose e a lignina. Os polímeros são macromoléculas formadas a partir de moléculas menores, chamadas de monômeros. As macromoléculas de celulose, que é o componente majoritário da parede celular, são constituídas por inúmeros monômeros de D-glicose unidos entre si por ligações covalentes.

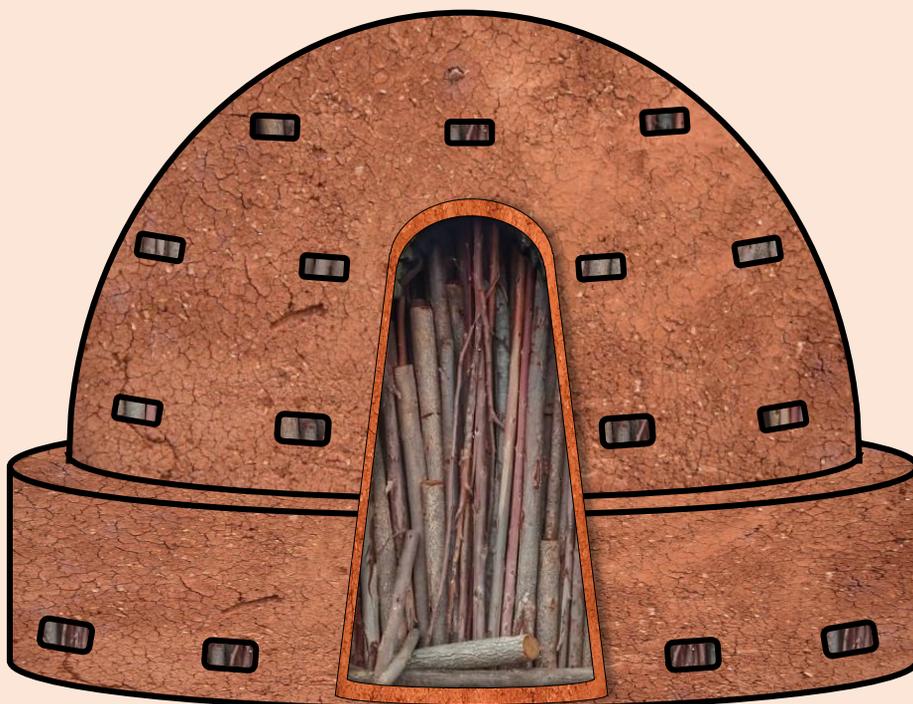


A celulose é o polímero natural mais abundante do planeta.

A hemicelulose, diferente da celulose, é formada pela junção de diferentes monômeros, sendo eles: os monossacarídeos com seis ou cinco átomos de carbonos e ácidos urônicos. Vale ressaltar que os polímeros com essa característica são chamados de copolímeros. Já, o polímero de lignina é formado por monômeros de compostos aromático de fenilpropano, que podem conter grupos hidroxilas e metoxila, como substituintes no grupo fenil. A lignina é a última macromolécula incorporada à parede celular das árvores e se desenvolve fazendo a interpenetração das fibras para o seu fortalecimento e enrijecimento.



Depois de cortada, a lenha é levada para a carvoaria na carroceria de tratadores, para então ser colocada dentro dos fornos de carvão. Essa etapa, assim como a anterior, é bastante trabalhosa e exige muito esforço físico e mental dos trabalhadores, pois os pesados troncos são levados um a um para dentro do forno. Além disso, eles devem ser muito bem organizados para que todos os espaços disponíveis da estrutura sejam ocupados. É um verdadeiro quebra-cabeça!



Assim que o forno fica cheio, a sua porta é parcialmente fechada. Restando ainda uma pequena abertura superior na porta, que será utilizada para atear fogo na lenha dentro do forno, para em seguida ser fechada por completo. Nesse momento entra em cena o carbonizador, esse é o alquimista mais experiente, é o responsável pelo processo de carbonização da madeira.

Depois de encher quatro ou cinco fornos com lenha, talvez, os alquimistas parem o serviço para fazerem suas refeições. A alimentação dessas pessoas, assim como os seus alojamentos, não é digna.



É a única coisa que *nós têm*. E tem dias que a gente come comida estragada, se não for assim a gente passa fome.

A função do carbonizador, assim como as outras, é muito penosa. É vista por alguns como a pior função, pois o carbonizador tem que acompanhar o processo de carbonização constantemente, o que implica em trabalho noturno. O nosso carbonizador dorme apenas das 20h00 às 01h00 da madrugada.



Temos que ficar em cima, senão o carvão pode passar do ponto e aí a produção é toda perdida.

A única forma de acompanhar o progresso da carbonização dentro do forno é pelo tato, sentindo o calor da estrutura, e pela coloração da fumaça que é expelida pelas baianas, filas e tatus.

No interior do forno a concentração de oxigênio é muito baixa e isso é essencial, pois o carvão vegetal é o produto de uma combustão incompleta. Uma reação de combustão é a que acontece entre um combustível e um comburente (oxigênio). Quando a quantidade de comburente é baixa temos uma combustão incompleta que pode gerar inúmeros produtos. Além do carvão vegetal, a combustão da madeira gera outros produtos:

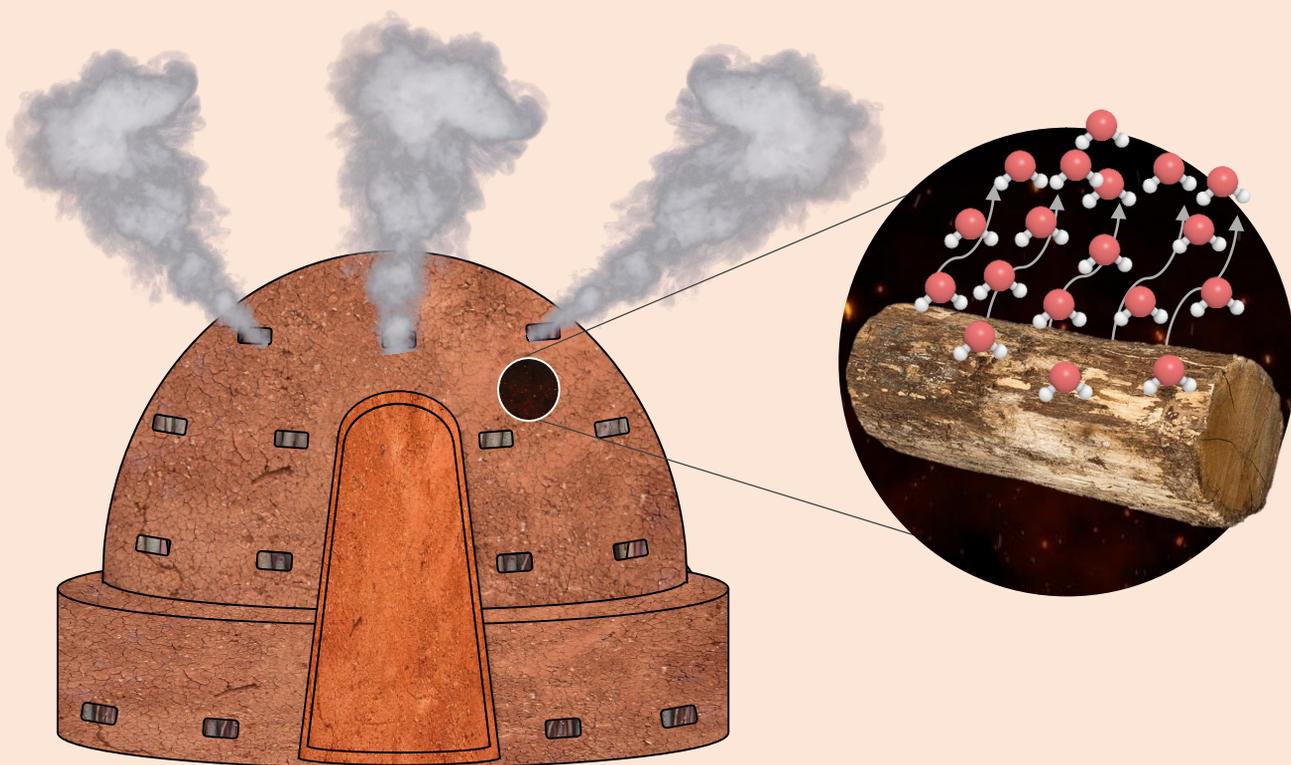
Madeira + Oxigênio → Carvão + Vapores Condensáveis + Gases Incondensáveis

A combustão completa difere da primeira, que acontece quando há excesso de comburente e tem como produto da reação apenas gás carbônico e água. Desta forma, se fosse possível fazer uma combustão completa da madeira, a transformação seria representada da seguinte forma:

Madeira + Oxigênio → Gás Carbônico + Água

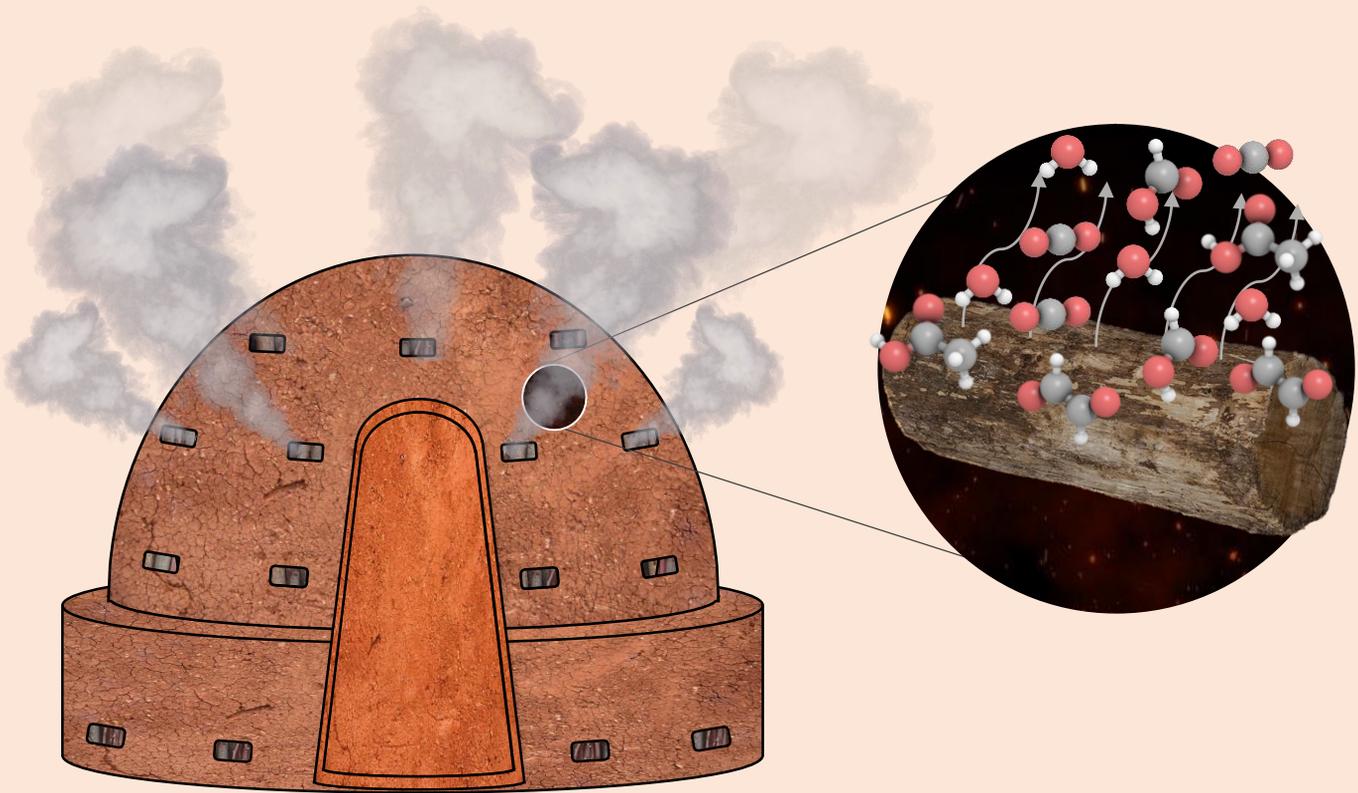
A combustão da madeira é um processo complexo, pois, devido à baixa condutividade térmica desse material, inúmeras transformações acontecem simultaneamente. Mas, para facilitar o nosso entendimento iremos considerar uma hipotética carbonização uniforme de um tronco de madeira.

Quando está em funcionamento um forno de carvão emite fumaça constantemente pelos tatus, filas e baianas. Inicialmente, a fumaça é volumosa e tem uma forte coloração branca. Essa fumaça é emitida em temperatura abaixo de 200 °C e é composta principalmente por vapor de água ( $H_2O$ ), nessa faixa de temperatura ocorre a desidratação da madeira. Cabe ressaltar que a fumaça liberada durante a produção do carvão vegetal pode provocar lesões nas vias aéreas e intoxicação.



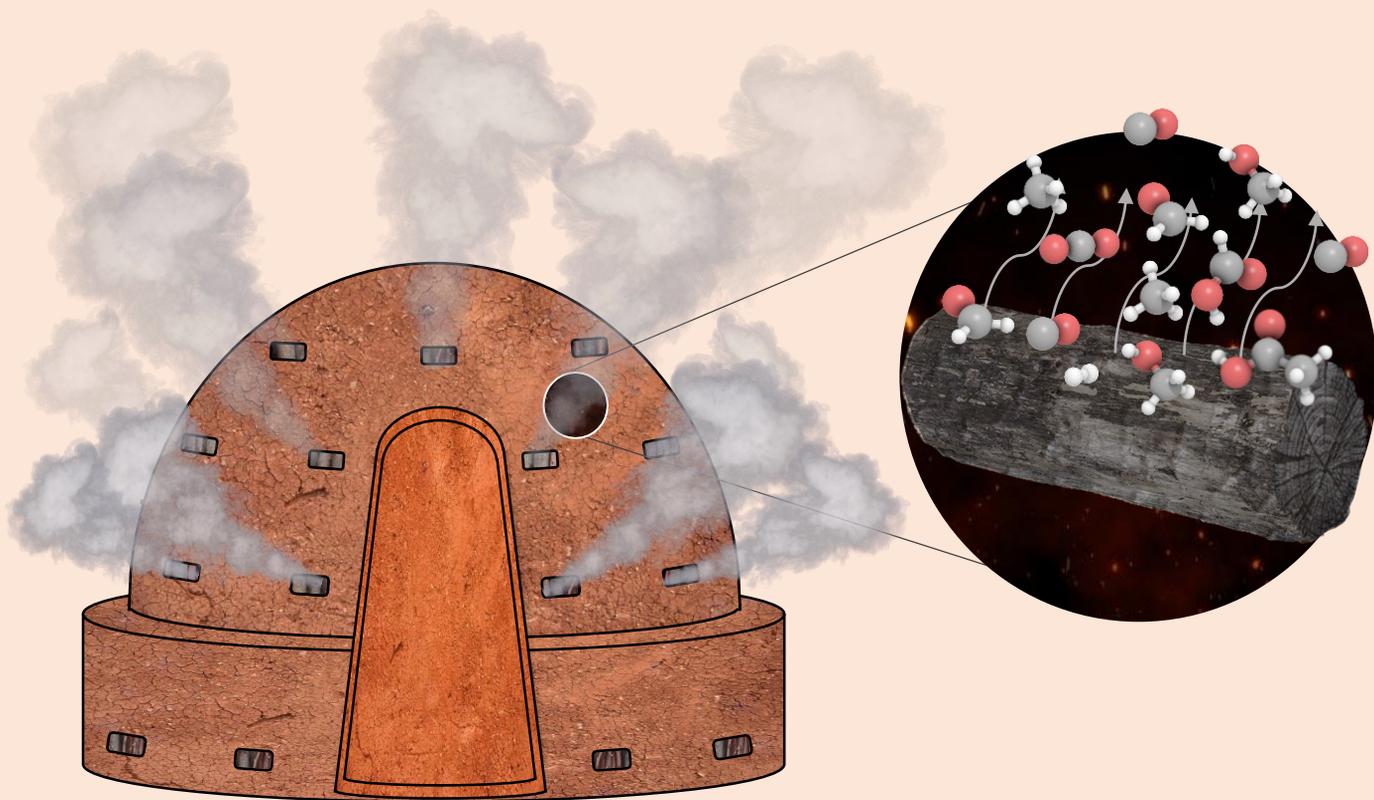
... Sinto muita falta de ar e tontura. Mas quando a gente passa mal, o jeito é sair uns minutinhos [de perto do forno] e voltar rápido. Também não enxergo bem, meus olhos ficam muito embaçados.

A primeira macromolécula da parede celular a ser degradada é a hemicelulose. A degradação desse polímero inicia-se entre 200 a 280 °C, nessa faixa de temperatura a fumaça emitida pelo forno se torna menos volumosa devido à diminuição dos vapores de água. Além disso, a emissão de outras substâncias, como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), ácido fórmico ( $\text{CH}_2\text{O}_2$ ), ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) e glicoxal ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$ ), torna-se significativa.



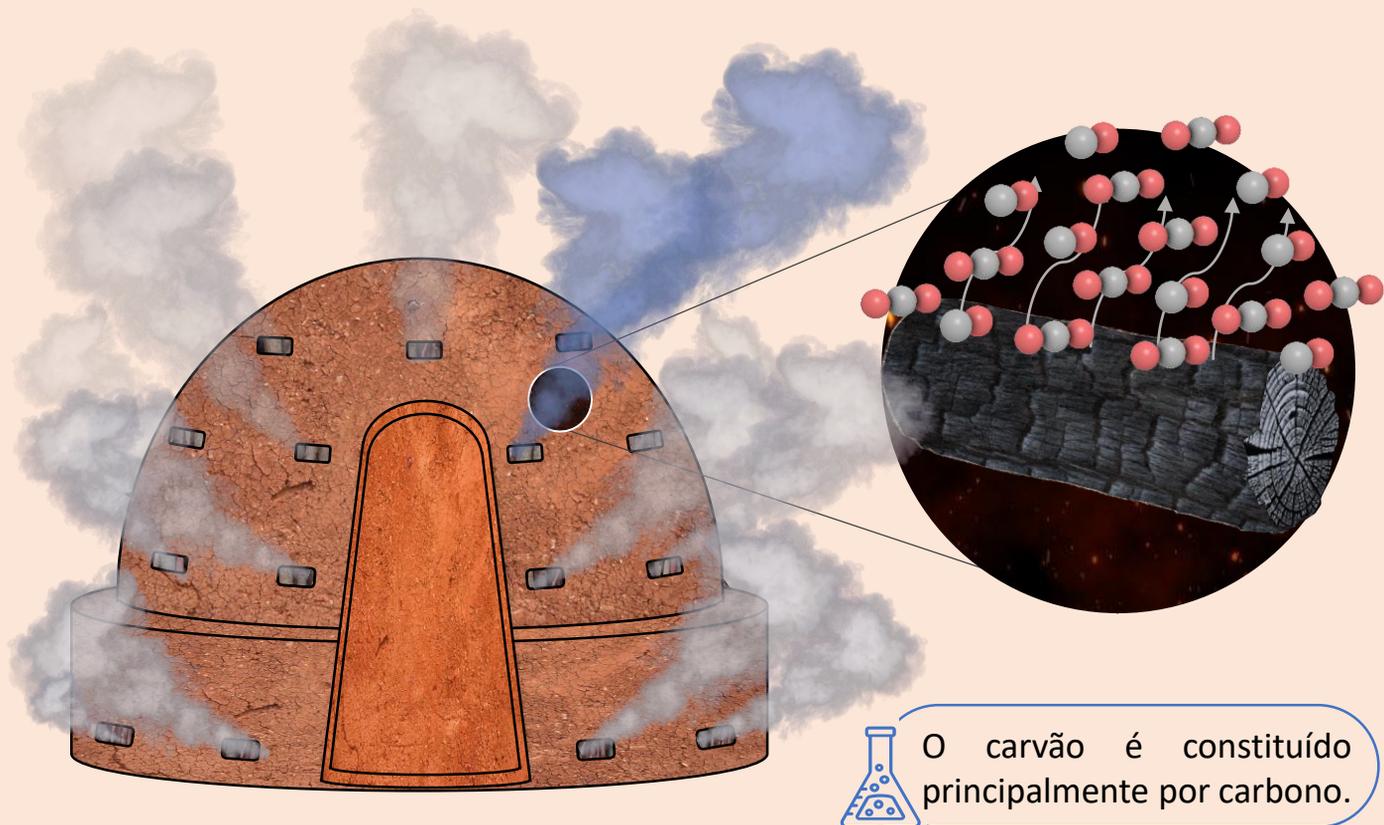
Até a temperatura de 280 °C a maior parte das transformações que acontecem dentro do forno são endotérmicas, sendo essas as que acontecem mediante absorção energia. A vaporização da água, por exemplo, é uma transformação endotérmica, pois é preciso fornecer calor para que a água passe do estado líquido para o estado de vapor.

Acima da temperatura de 280 °C ocorre a degradação da celulose. Dessa temperatura adiante as transformações exotérmicas são predominantes. Essas transformações são aquelas que liberam energia em forma de calor. Podemos dizer que é nesse momento que começa de fato a combustão incompleta da madeira, pois uma reação de combustão é sempre exotérmica. Nessa etapa podem acontecer elevações bruscas na temperatura do forno, o que pode provocar a ruptura da estrutura. Para conter um superaquecimento, o carbonizador passa barro úmido em pontos da estrutura, essa prática é chamada de barrelamento.



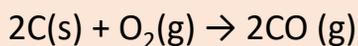
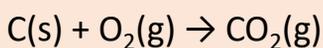
Os gases liberados pelo forno nessa fase exotérmica são altamente inflamáveis. Os principais são: o monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), metanal ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), ácido fórmico ( $\text{CH}_2\text{O}_2$ ), ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) e traços de hidrogênio ( $\text{H}_2$ ). Além dessas substâncias, a formação do alcatrão, mistura densa de substâncias orgânicas, também é altamente inflamável e suas gotículas são transportadas pelos gases.

Em temperaturas próximas a 450 °C ocorre a formação do carvão vegetal. Nesse ponto, a degradação da hemicelulose e da celulose está quase completa, por isso, pouco contribui para a produção do carvão vegetal. A lignina, ao contrário dessas primeiras, perde pouca massa. Mas, se a temperatura continuar aumentando, a degradação desse polímero se intensifica, o que diminuiria o rendimento da produção, portanto, essa é a temperatura máxima recomendada para a produção de carvão vegetal.



O carvão é constituído principalmente por carbono.

O alquimista consegue saber em que ponto do forno o carvão já foi produzido quando a fumaça, emitida pela baiana, fila ou tatu, próxima ao local fica com coloração azulada devido à predominância dos gases monóxido carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) nas emissões. Esses gases podem ser provenientes da combustão completa e incompleta do carvão já produzido.

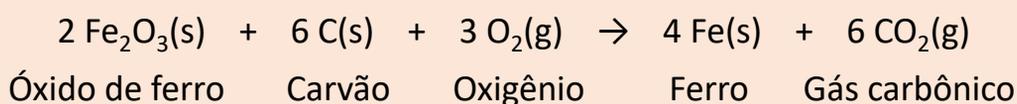


O orifício que emite a fumaça azulada é fechado para cortar a entrada de oxigênio e assim cessar a combustão do carvão. Quando o último tatu do forno é fechado inicia-se o resfriamento da estrutura. Para o forno se resfriar por completo são necessários três dias, é o mesmo período que o forno demora para carbonizar a madeira. Passado o tempo de resfriamento, o carvão é retirado do forno, ensacado e levado em caminhões, principalmente, para as siderúrgicas.



As últimas vezes que eu vi elas [Filha e esposa] foi quando saí carregado daqui pelo SAMU, com dor no peito e no balão de oxigênio. Passei lá em casa rapidinho e voltei. Não vou porque nunca tenho folga e nem dinheiro.

Nas siderúrgicas, o carvão é utilizado para fazer a transformação do minério de ferro em ferro-gusa. A hematita é o principal minério de ferro e é constituída principalmente por óxido de ferro (III). A transformação do minério de ferro em ferro-gusa ocorre em um alto-forno e pode ser representada pela equação global abaixo:



A transformação da madeira em carvão vegetal e todos os seus processos são interessantes no ponto de vista da química, mas, até o momento, não foi possível ressaltar nenhum aspecto positivo do trabalho ou da vida dos nossos alquimistas na carvoaria. Infelizmente, esses aspectos positivos não existem! Nesse ebook descrevemos o trabalho e trouxemos falas de pessoas escravizadas. Pode parecer estranho falar em pessoas escravizadas sendo que no texto não foram mencionados nenhum tipo de tortura com correntes, chicotes ou em senzalas. Mas, a escravidão contemporânea não é uma cópia perfeita daquela instituída no passado. Hoje, as características da escravidão contemporânea, ou trabalho análogo à escravidão, estão previstas no código penal brasileiro em seu artigo 149:



Reduzir alguém a condição análoga à de escravo, quer submetendo-o a trabalhos forçados ou a jornada exaustiva, quer sujeitando-o a condições degradantes de trabalho, quer restringindo, por qualquer meio, sua locomoção em razão de dívida contraída com o empregador ou preposto. Pena - reclusão, de 2 (dois) a 8 (oito) anos, e multa, além da pena correspondente à violência.

§1º Nas mesmas penas incorre quem:

- I - Cerceia o uso de qualquer meio de transporte por parte do trabalhador, com o fim de retê-lo no local de trabalho;
- II - Mantém vigilância ostensiva no local de trabalho ou se apodera de documentos ou objetos pessoais do trabalhador, com o fim de retê-lo no local de trabalho.

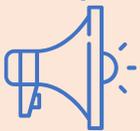
§2º A pena é aumentada de metade, se o crime é cometido:

- I - Contra criança ou adolescente;
- II - Por meio de preconceito de raça, cor, etnia, religião ou origem.

Uma jornada exaustiva é aquela que vai além das horas extras, cujos intervalos não são insuficientes para um descanso que recomponha as energias, o que coloca em risco a integridade física do trabalhador. Em muitos casos, o descanso semanal não é respeitado.



As condições degradantes são aquelas que atentam contra a dignidade do trabalhador. Dentre as muitas condições possíveis podemos citar: alojamento precário, péssima alimentação, maus tratos, falta de assistência médica, ausência de saneamento básico e água potável.



O trabalho forçado acontece quando uma pessoa é obrigada a trabalhar contra sua vontade, sem possibilidade de deixar o local devido às ameaças e violência física ou psicológica. Além disso, o distanciamento geográfico da região de exploração também é um impeditivo para o trabalhador deixar o local.



A servidão por dívida acontece quando os trabalhadores são impedidos de deixar o local de exploração em razão de uma dívida ilegal fabricada pelo empregador. Essa dívida pode ser proveniente de gastos com transporte, alimentação, aluguel ou compra de ferramentas de trabalho, cujos valores são superfaturados e descontados do salário do trabalhador.



De 1995 até 2018, foram resgatados 53607 trabalhadores(as) vítimas do trabalho escravo contemporâneo no Brasil. Para caracterização desse crime é necessário apresentar apenas uma das violações mencionadas acima.



Quais violações você consegue identificar no texto?

O ferro gusa produzido nas siderúrgicas passará ainda por outros processos para ser transformado em aço (uma liga metálica formada essencialmente por ferro e carbono). O aço é utilizado na produção dos chassis dos automóveis, das vigas de sustentação da construção civil e em tantas outras cadeias produtivas de bens de consumo que usamos, corriqueiramente, em nosso cotidiano.

Portanto, considerando a discussão realizada acima, estamos indiretamente usufruindo da exploração de mão de obra de inúmeras trabalhadores. Nesse sentido, o trabalho escravo não é um problema apenas dos que diariamente sofrem nas carvoarias, nas plantações de tomate ou nas confecções têxteis, é um problema nosso também. Por isso, é importante conhecermos a origem dos produtos que compramos, pois o que é barato para nós pode ter custado a vida de nosso semelhante. Além disso, apesar de termos uma legislação eficiente para o combate do trabalho escravo contemporâneo, cabe a nós defendê-la e cobrar dos nossos representantes o seu efetivo cumprimento.

## Referências

- KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. Química da madeira. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. Manual didático.
- MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; MELO, D. C. análise da madeira de pinus oocarpa parte i – estudo dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. Revista Árvore, Viçosa, v.29, n.3, p.461-470, Mai./Jun. 2005.
- SILVA, G. M. Pré-tratamento do bagaço de cana de açúcar com amônia aquosa para a produção de etanol. 2011. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Manual de Construção e Operação de Fornos de Carbonização. Série de Publicações Técnicas 007, Belo Horizonte, 1982. 55 p.
- DIAS, E. C.; ASSUNÇÃO, A. A.; GUERRA, C. B.; PRAIS, H. A. C. Processo de trabalho e saúde dos trabalhadores na produção artesanal de carvão vegetal em Minas Gerais, Brasil. Cad. Saúde Pública [online], Rio de Janeiro, v.18, n.1, p.269-277. jan./fev. 2002.
- OLIVEIRA, J. B.; VIVACQUA FILHO, A.; MENDES, M. G.; GOMES, P. A. Produção de carvão vegetal – aspectos técnicos. In: PENEDO, W. R (org). Produção de carvão vegetal. Belo Horizonte: CETEC, 1982. p. 59-73.
- PEREIRA, B. L. C.; CARNEIRO, A. C. O.; CARVALHO, A. M. M. L.; TRUGILHO, P. F.; MELO, I. C. N. A.; OLIVEIRA, A. C. Estudo da degradação térmica da madeira de eucalyptus através de termogravimetria e calorimetria. Revista Arvore, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 567-576, 2013.
- CANAL, W. D.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, M. A.; CÂNDIDO, W. L.; FIALHO, L. F. Comportamento térmico, emissão de gases condensáveis e não condensáveis no processo de carbonização da madeira. Pesquisa Florestal Brasileira. Colombo, v. 36, n. 87, p. 261-267, jul./set. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Manual de construção e operação do forno rabo-quente. Natal, 1999. 24p. Manual.
- PEREIRA, A. Os desafios para o trabalho nas carvoarias de ribas do Rio Pardo/MS. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.
- CAETANO, E. C. O. No calor do inferno: trabalho e trabalhadores das carvoarias no entorno da cidade de Curvelo/MG. 2008. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Perfil dos principais atores envolvidos no trabalho escravo rural no Brasil. Brasília: OIT, 2011.

ONG REPÓRTER BRASIL. Escravo, nem pensar!: Uma abordagem sobre trabalho escravo contemporâneo na sala de aula e na comunidade. São Paulo: Repórter Brasil, 2º ed. 2012. 152 p.

REPÓRTER BRASIL. Cadeias Produtivas & Trabalho Escravo: Babaçu, Cana, Carne, Carvão, Soja. 2011.

BRASIL. Lei nº 10.803, de 11 de dezembro de 2003. Altera o art. 149 do Decreto-Lei no 2.848, de 7 de dezembro de 1940 - Código Penal, para estabelecer penas ao crime nele tipificado e indicar as hipóteses em que se configura condição análoga à de escravo. Diário oficial da união, Brasília, DF, 11 dez. 2003.

GEPEQ. Interações e transformações I: Elaborando conceitos sobre transformação química. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 2012. 344p.

ODA, M. Operação flagra trabalho escravo em carvoaria de Pintópolis, Minas Gerais. G1 Grande Minas, 16 fev. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/grande-minas/noticia/2014/09/operacao-flagra-trabalho-escravo-e-em-carvoaria-de-pintopolis-mg.html>>. Acesso 21 de fev. 2020.

Operação flagra trabalho escravo em carvoaria de Pintópolis. Grande Minas, 16 fev. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/grande-minas/mgintertv-1edicao/videos/t/edicoes/v/operacao-flagra-trabalho-escravo-em-carvoaria-de-pintopolis/3633020/>>. Acesso 21 de fev. 2020.

Veja fotos de carvoaria em Pintópolis. G1 Grande Minas, 16 fev. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mg/grande-minas/fotos/2014/09/eles-estao-sendo-tratados-como-objetos-diz-auditor-fiscal-do-trabalho.html#F1349210>>. Acesso 21 de fev. 2020.

→ **Imagens**