

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
NATURAIS

**PARADIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA  
PARA O ENSINO DE QUÍMICA: APRENDENDO COM  
UMA PLANTA CHAMADA CANA-DE-AÇÚCAR**

**KARINA SASSO FERNANDES**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irene Cristina de Mello**  
Orientadora

CUIABÁ-MT  
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
NATURAIS

**PARADIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA  
PARA O ENSINO DE QUÍMICA: APRENDENDO COM UMA  
PLANTA CHAMADA CANA-DE-AÇÚCAR**

**KARINA SASSO FERNANDES**

*Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais.*

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irene Cristina de Mello**  
Orientadora

CUIABÁ-MT  
2019

## Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

F363p Fernandes, Karina Sasso.

Paradidático como estratégia pedagógica para o Ensino de Química: aprendendo com uma planta chamada cana-de-açúcar / Karina Sasso Fernandes. -- 2019  
260 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Irene Cristina de Mello.

Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Ciências Naturais, Cuiabá, 2019.

Inclui bibliografia.

1. Livro paradidático. 2. Ensino de Química. 3. Cana-de-açúcar.  
I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS  
Avenida Fernando Corrêa da Costa, 2367 - Boa Esperança - Cep: 78060900 - CUIABÁ/MT  
Tel : (65) 3615-8725 - Email : ppgecn.ufmt@gmail.com

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**TÍTULO : "Paradidático como estratégia pedagógica para o Ensino de Química: Aprendendo com uma planta chamada cana-de-açúcar."**

AUTOR : Mestranda Karina Sasso Fernandes

Dissertação defendida e aprovada em 29/08/2019.

Composição da Banca Examinadora:

---

Presidente da Banca / Orientadora	Doutora	Irene Cristina de Mello
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
Examinadora Interna	Doutora	Edna Lopes Hardoim
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
Examinador Externo	Doutor	Edimarcio Francisco da Rocha
Instituição :		INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO/IFMT

*Irene Cristina de Mello*  
*Edna Lopes Hardoim*  
*Edimarcio Francisco da Rocha*

CUIABÁ, 29/08/2019.

# DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, e, especialmente a minha querida mãe, as quais, na hora mais difícil, me acolheram e me deram o apoio de que eu precisava.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela graça concedida: por ele fui amparada nas dificuldades e desafios enfrentados, dando-me sabedoria e discernimento suficientes para tomar as melhores decisões.

Agradeço a todos aqueles que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho. Essa dissertação é a materialização de um sonho.

A todos os professores do mestrado PPGECON que muito contribuíram para a minha formação profissional e pessoal e, também, para a concretização deste trabalho.

De modo especial, quero agradecer a minha orientadora, referência de profissionalismo, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irene Cristina de Mello, pela paciência, pela confiança, pela disponibilidade e por todos os ensinamentos.

Aos meus colegas de mestrado que se tornaram meus novos amigos. Com eles pude muito mais do que aprender; nós nos divertimos, confraternizamos-nos, apoiamos uns aos outros, em alguns momentos, também choramos e aprendemos juntos a superar os desafios. Crescemos como profissionais e como pessoas. Obrigada, pelo apoio e pela troca de experiências!

A minha família, pai e irmão que tanto me amaram, especialmente, a minha querida mãe, um exemplo de mulher e minha referência. Agradeço por ter me amado e me dado a educação. Sempre me incentivou a continuar os estudos, recomeçando sempre que preciso fosse; sem ela não teria chegado onde cheguei.

Aos meus parentes próximos, tias, tios, primas, avô e avó que tanto me apoiaram, escutaram minhas lamentações e me incentivavam a não desistir.

À UFMT, por contribuir com a minha formação acadêmica (graduação, pós-graduação lato e stricto sensu).

A todos aqueles que, de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho e não estão nominalmente citados.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XV</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>XVI</b>
<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIX</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>24</b>
<b>A PESQUISA E A PESQUISADORA .....</b>	<b>24</b>
1.1 A ESCOLHA POR SER UMA PESQUISADORA .....	24
1.2 PROPOSTA DA PESQUISA E JUSTIFICATIVA DA TEMÁTICA .....	26
1.3 O PROBLEMA INVESTIGADO .....	28
1.4 O OBJETO DE PESQUISA: O LIVRO PARADIDÁTICO <i>QuimiCANA</i> .....	28
1.5 A OPÇÃO METODOLÓGICA.....	29
1.5.1 <i>Análise Documental: uma técnica de investigação para pesquisas qualitativas</i> .....	31
1.5.2 <i>Universo e Sujeitos da Pesquisa</i> .....	32
1.5.3 <i>Instrumentos de Produção de Dados</i> .....	32
1.6 ANÁLISE DOS DADOS .....	33
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>36</b>
<b>PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>36</b>
2.1 EDUCAÇÃO MODERNA-DIALÉTICA.....	36
2.2 MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS .....	38
2.3 LIVROS PARADIDÁTICOS .....	41

<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>44</b>
<b>ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE .....</b>	<b>44</b>
3.1 HISTÓRIA DO MOVIMENTO CTS/CTSA .....	44
3.2 ENTENDENDO OS TERMOS DO ACRÔNIMO CTS / CTSA.....	46
3.3 ENSINO DE CIÊNCIAS E DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS: ALGUNS APONTAMENTOS NO CONTEXTO BRASILEIRO.....	47
3.4 ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS.....	51
3.5 ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS SEGUNDO A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO .....	53
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>55</b>
<b>SOBRE O LIVRO PARADIDÁTICO <i>QuimiCANA</i>.....</b>	<b>55</b>
4. 1 ELABORAÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO: <i>QuimiCANA</i> .....	55
4.2 OS CONHECIMENTOS QUÍMICOS ABORDADOS .....	62
4.2.1 <i>Composição da Planta e Ligação Glicosídica.....</i>	63
4.2.2 <i>Fórmula Estrutural .....</i>	64
4.2.3 <i>Carboidratos e Glicídios.....</i>	65
4.2.4 <i>Separação de Misturas.....</i>	65
4.2.5 <i>Coloides .....</i>	70
4.2.6 <i>Reações Exotérmicas, Entalpia e Calor .....</i>	70
4.2.7 <i>Concentração das Misturas.....</i>	71
4.2.8 <i>Estados Físicos da Matéria .....</i>	73
4.2.9 <i>Poder Calorífico de Alguns Alimentos .....</i>	74
4.2.10 <i>Função Oxigenada Álcool .....</i>	74
4.2.11 <i>Soluto e Solvente.....</i>	75
4.2.12 <i>Ponto de Fulgor, Ponto de Combustão e Ponto de Ignição.....</i>	76
4.2.13 <i>Algumas Reações Químicas.....</i>	77
4.2.14 <i>Grau Gay-Lussac .....</i>	79
4.2.15 <i>Plásticos, Polímeros, Polietileno e Reação de Polimerização.....</i>	79
4.2.16 <i>Transformações Químicas e Físicas da Matéria .....</i>	80
4.2.17 <i>Química Orgânica X Inorgânica .....</i>	81
4.3 ABORDAGEM CTS .....	81

4.4 O LEITOR .....	85
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>88</b>
<b>RESULTADOS DA ANÁLISE DA TEMÁTICA CANA-DE-AÇÚCAR.....</b>	<b>88</b>
5.1 PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS SOBRE PARADIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	88
5.2 ANÁLISE DA TEMÁTICA CANA-DE-AÇÚCAR NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA PNLD 2018 .....	91
5.2.1 Entendendo o Guia Nacional do Livro Didático .....	92
5.2.2 Critérios Para a Análise dos Livros Didáticos.....	93
5.2.3 Resultados da Análise dos Livros Didáticos.....	93
5.3 ANÁLISE NOS LIVROS PARADIDÁTICOS .....	93
5.3.1 Critérios Para Análise de Livros Paradidáticos .....	94
5.3.2 Resultados da Análise dos Livros Paradidáticos.....	96
5.4. AVALIAÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO <i>QuimiCANA</i> .....	112
5.4.1 Preparativos para a aplicação da avaliação .....	112
5.4.2 Descrição da ficha de avaliação do livro paradidático <i>QuimiCANA</i> .....	113
5.4.3 Aplicação da ficha avaliativa do livro paradidático <i>QuimiCANA</i> .....	114
5.4.4 Resultados da avaliação do livro <i>QuimiCANA</i> .....	114
<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>134</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>134</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>137</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>144</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dimensões estruturantes da pesquisa.

Figura 2 - Representação das relações: Aluno, Professor, Escola e Ensino (APEE) num contexto CTS.

Figura 3 - Representação da relação CTS com a temática cana-de-açúcar.

Figura 4 - Dimensões estruturantes do livro paradidático *QuimiCANA*.

Figura 5 – Trechos do *QuimiCANA* que fazem uso de diferentes tipos de gráficos, como recursos didáticos, a fim de tornarem a leitura menos densa.

Figura 6 - Trecho do *QuimiCANA* que faz uso de história em quadrinhos, como recurso didático.

Figura 7 - Trecho retirado do livro *QuimiCANA* que representa o uso de esquemas, como um tipo de recurso didático visual.

Figura 8 - Trecho com uso de infográfico, como recurso didático no *QuimiCANA*.

Figura 9 - Imagem da composição da cana-de-açúcar retirada do *QuimiCANA*.

Figura 10 - Trecho retirado do *QuimiCANA* que fala sobre a sacarose e a ligação glicosídica que a compõe.

Figura 11 - Trecho que apresenta fórmulas estruturais no *QuimiCANA*.

Figura 12 - Trecho do livro *QuimiCANA* que questiona o aluno sobre o conteúdo Carboidrato.

Figura 13 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: decantação.

Figura 14 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: filtração.

Figura 15 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: floculação.

Figura 16 - Outro trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: floculação.

Figura 17 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando dois tipos: floculação e decantação.

Figura 18 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: evaporação.

Figura 19 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: destilação

Figura 20 – Trecho que retrata a abordagem do conteúdo de coloides no *QuimiCANA*.

Figura 21 – Trecho do paradidático que explica a entalpia, as reações endotérmicas e exotérmicas.

Figura 22 - Outro trecho do paradidático que explica as reações exotérmicas.

Figura 23 - Trecho retirado do *QuimiCANA* com exemplificação da concentração das soluções durante o processo de formação da rapadura.

Figura 24 – Trecho retirado do *QuimiCANA* que traz uma exemplificação da concentração das misturas quando supersaturada (muito concentrada) e explicação do coeficiente de saturação da sacarose.

Figura 25 – Exemplificação prática de diferentes concentrações possíveis para uma dada solução, apresentadas no livro *QuimiCANA*.

Figura 26 – Trecho do *QuimiCANA* que expressa os diferentes estados físicos e o nome dos processos de transformação de um para outro.

Figura 27 - Trecho do paradidático *QuimiCANA* que explica sobre a composição nutricional de alguns alimentos, comparando a quantidade em gramas com o valor calórico de cada um deles.

Figura 28 – Trecho do paradidático *QuimiCANA* que aborda a explicação da função orgânica álcool.

Figura 29 – Trecho do paradidático que explica a aplicação do uso de um solvente.

Figura 30 – Trecho do paradidático que aborda os conceitos de ponto de fulgor, ponto de autoignição e ponto de combustão.

Figura 31 – Trecho do paradidático que apresenta a explicação da reação de hidrólise.

Figura 32 – Trecho do paradidático que explica a reação de fermentação durante o processo de produção do álcool.

Figura 33 – Trecho que aborda a explicação de Reações de eliminação apresentada no *QuimiCANA*.

Figura 34 – Reação de adição apresentada no **QuimiCANA** durante o processo de formação da sacarose.

Figura 35 – Trecho do **QuimiCANA** que explica o conceito e aplicação da escala de grau GL.

Figura 36 – Definição de polietileno retirada do **QuimiCANA**.

Figura 37 – Processos de transformação da matéria para obtenção de energia elétrica.

Figura 38 – Breve introdução à discussão de diferenciação de Química Orgânica e Inorgânica apresentados no **QuimiCANA**.

Figura 39 – Trecho do **QuimiCANA** com informações apresentadas ao leitor sobre fertilidade do solo.

Figura 40 – Discussão apresentada no livro **QuimiCANA** sobre o assunto escravidão.

Figura 41 – Trecho retirado do **QuimiCANA** que retrata a problematização do assunto alcoolismo relacionando-o com a saúde e com o *bullying*.

Figura 42 – Problematização apresentada no **QuimiCANA** sobre embalagens de alimentos e suas composições, questionando quais consequências esses alimentos podem ter na nossa saúde.

Figura 43 – Reflexão apresentada no **QuimiCANA** sobre os impactos ambientais causados pela produção da cana-de-açúcar e seus derivados e subprodutos.

Figura 44 – Trecho do paradidático que reflete sobre a imigração europeia e sua relação com a cana-de-açúcar.

Figura 45 – Trecho do paradidático que reflete sobre fontes renováveis de energia, enfatizando a biomassa de cana-de-açúcar.

Figura 46 – Sugestões de leitura complementar apresentadas ao final do **QuimiCANA**.

Figura 47 – Trechos retirados do livro paradidático *Alquimistas e Químicos* que comprovam o uso de recursos visuais incorporados ao texto. São apresentados em preto e branco e sem as respectivas fontes.

Figura 48 – Outro trecho retirado do livro paradidático *Alquimistas e Químicos* que comprovam o uso de textos curtos e contextualizados por meio da abordagem CTS.

Figura 49 – O trecho retirado do livro paradidático *Alquimistas e Químicos* faz com que o leitor reflita sobre sua possível contribuição e participação social como químico.

Figura 50 – Trecho retirado do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que apresenta o texto em duas colunas e dividido em pequenos trechos.

Figura 51 – Trechos retirados do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que apresentam o uso de tabelas e infográficos, como forma de interação com o leitor.

Figura 52 – Trecho retirado do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que expressa o uso de imagens coloridas, textos curtos e formatados em duas colunas para contextualizar a discussão de assuntos polêmicos, como a reciclagem, por exemplo, de forma que seja amena e instigadora.

Figura 53 – Outro trecho retirado do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que expressa o uso da abordagem CTS e contextualização da ciência com problemáticas cotidianas.

Figura 54 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que retrata o uso de muitas imagens coloridas e diagramação moderna do texto.

Figura 55 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que expressa o uso de imagens coloridas e contextualizadas.

Figura 56 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que apresenta o anexo do livro direcionado ao professor.

Figura 57 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que apresenta obstáculo epistemológico do tipo animismo.

Figura 58 – Trecho retirado do livro paradidático *A Termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas* que representam o uso de imagens, sem a apresentação de suas respectivas legendas.

Figura 59 – Trecho retirado do livro paradidático *A Termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas*, representando o uso de histórias em quadrinhos, gráficos e esquemas como recursos didáticos para chamar a atenção do leitor.

Figura 60 – Trecho retirado do livro paradidático *A Termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas* no qual é apresentado o anexo do livro.

Figura 61 – Trecho retirado do livro paradidático *Argilas as essências da terra* para retratar o uso de poucas imagens, sem cores.

Figura 62 – Trecho retirado do livro paradidático *Argilas as essências da terra* que mostra a sugestão de leitura apresentada no final do livro.

Figura 63 – Trecho retirado do livro paradidático *Poluentes atmosféricos* que mostra o uso de gráficos.

Figura 64 – Outro trecho retirado do livro paradidático *Poluentes atmosféricos* que apresenta a discussão e problematização do assunto efeito estufa e sua relação com a natureza.

Figura 65 – Trecho retirado do livro paradidático *Açúcar Amargo* em que se mostra o uso de imagens que retratam situações cotidianas em um canavial e se discutem no texto alguns problemas relacionados como a longa jornada de trabalho, por exemplo.

Figura 66 – Faixa etária dos avaliadores do *QuimiCANA*.

Figura 67 – Percentual de avaliações dos aspectos técnicos do *QuimiCANA*.

Figura 68 – Percentual de avaliações dos aspectos pedagógicos do *QuimiCANA*.

Figura 69 – Percentual de avaliações sobre a abordagem CTS do *QuimiCANA*.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Caracterização dos livros didáticos de Química analisados

Tabela 2. Caracterização dos livros paradidáticos analisados

Tabela 3. Caracterização dos critérios de análise dos livros paradidáticos analisados

Tabela 4. Formação e tempo de docência dos avaliadores

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AC – Alfabetização Científica
- BNCC – Base Nacional Comum Curricular
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEP – Comitê de Ética em Pesquisas
- CEJA – Centro de Educação de Jovens e Adultos
- CTA – Ciência, Tecnologia e Ambiente
- CTCA – Ciência, Tecnologia, Cultura e Ambiente
- CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade
- CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
- CTSAE – Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Educação
- EJA – Educação de Jovens e Adultos
- ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
- ENEQ – Encontro Nacional de Ensino de Química
- GLD – Guia do Livro Didático
- LabPEQ – Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química
- LC – Letramento Científico
- MEC – Ministério da Educação e Cultura
- OCs – Orientações Curriculares
- PIBID – Projeto Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
- PNLD – Plano Nacional do Livro Didático
- PPGECN – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais
- PROFID – Programa de Fortalecimento da Identidade Docente na Educação Básica
- SEDUC – Secretaria de Estado de Educação
- STS – Science, Technology and Society
- TICs – Tecnologias da Informação e Comunicação
- UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso
- UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Foco do currículo e Postura do Educador na Ed. Tradicional e na Dialética

Quadro 2 – Panorama das publicações de materiais paradidáticos no ENEQ

Quadro 3 – Panorama das publicações de materiais paradidáticos no Banco de teses e dissertações da CAPES

Quadro 4 – Resultado da avaliação dos Aspectos Técnicos do Paradidático

Quadro 5 – Resultado da avaliação dos Aspectos Pedagógicos do Paradidático

Quadro 6 – Resultado da avaliação da abordagem CTS no Paradidático

Quadro 7 – Momento de utilização do paradidático *QuimiCANA*

## RESUMO

FERNANDES, K. S. **Paradidático como estratégia pedagógica para o Ensino de Química: aprendendo com uma planta chamada cana-de-açúcar.** Orientadora: Irene Cristina de Mello. Cuiabá, 2019. 150 f. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Universidade Federal de Mato Grosso.

O presente estudo apresenta uma investigação sobre a elaboração e avaliação de um livro paradidático sobre a temática cana-de-açúcar, que busca identificar as possíveis contribuições do paradidático, sob a ótica interpretativa de professores e licenciandos em Química. A abordagem de investigação baseia-se no método qualitativo, pautado nas técnicas de análise exploratória e documental. Inicialmente foi realizado um levantamento sobre as publicações na área de Ensino de Química, nos principais eventos dos últimos anos e revistas da área que contemplassem os termos *paradidático* e *paradidáticos*. Em um segundo momento, com o intuito de alcançar obras que mencionem a temática cana-de-açúcar, foram analisados livros didáticos aprovados pelo PNLD/2018 e alguns livros paradidáticos. Partindo de tal perspectiva, o paradidático aqui elaborado busca uma possível união entre conteúdos próximos à realidade dos alunos mato-grossenses (a produção de cana-de-açúcar e alguns de seus processos químicos) à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, a qual prioriza a formação integral do estudante. Quanto aos pressupostos teóricos utiliza os estudos de Santos (2000, 2002, 2006, 2007, 2008, 2010), Mortimer (1988, 2000 e 2002), Schnetzler (2010), Linsingen (2007), Bazzo *et al* (2003), Garcia *et al* (1996) sobre a abordagem CTS e, Munakata (1997) e Dalcin (2002), sendo as duas pesquisadoras e referências brasileiras no assunto de paradidáticos. O material paradidático *QuimiCANA* foi elaborado, avaliado e posteriormente será publicado. Para a avaliação da eficácia desta alternativa de ensino, os sujeitos da pesquisa responderam a um questionário avaliativo semiestruturado. Após analisar sistematicamente as conclusões dos sujeitos sobre o paradidático, verificamos se este é considerado segundo os aspectos técnicos, pedagógicos e a abordagem CTS, como um instrumento de ensino com validade e proveito, tanto para os alunos, quanto para os professores atuantes na educação básica do estado de Mato Grosso.

**Palavras-chave:** Livro Paradidático; Estratégias de Ensino; Ensino de Química; cana-de-açúcar.

## ABSTRACT

FERNANDES, K. S. **Paradidático as pedagogical strategy for the Teaching of Chemistry: learning with a plant called Sugarcane.** Advisor: Irene Cristina de Mello. Cuiabá, 2019. 150 f. Dissertation (master's degree) - Graduate Program in Teaching of Natural Sciences, Federal University of Mato Grosso.

This study presents an investigation on the elaboration and evaluation of a sugar cane paradidático book, which seeks to identify the possible contributions of the paradidático, from the interpretative perspective of teachers and graduates in Chemistry. The research approach is based on the qualitative method, based on exploratory and documentary analysis techniques. Initially a survey was conducted on publications in the area of Chemistry Teaching, in the main events of recent years and journals in the area that contemplated the paradidático and paradidáticos terms. Secondly, in order to reach works that mention the theme Sugarcane, textbooks approved by PNLD / 2018 and some paradidático books were analyzed. From this perspective, the paradidático elaborated here seeks a possible union between contents close to the reality of the Mato Grosso students (the production of sugar cane and some of its chemical processes) to the approach Science, Technology and Society, which prioritizes the integral formation of the student. As for the theoretical assumptions, it uses the studies of Santos (2000, 2002, 2006, 2007, 2008, 2010), Mortimer (1988, 2000 e 2002), Schnetzler (2010), Linsingen (2007), Bazzo *et al* (2003), Garcia *et al* (1996) on the CTS approach, and Munakata (1997) and Dalcin (2002), being both Brazilian researchers and references on the subject of paradidáticos. The paradidático material *QuimiCANA* was elaborated, evaluated and will be published later. To evaluate the effectiveness of this teaching alternative, the research subjects answered a semi-structured evaluation questionnaire. After systematically analyzing the conclusions of the subjects about the paradidático, we verify if it is considered according to the technical, pedagogical aspects and the CTS approach, as a valid and useful teaching instrument for both students and teachers working in basic education. from the state of Mato Grosso.

**Keywords:** Paradidático Book; Teaching Strategies; Chemistry teaching; Sugar cane.

## INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

Este estudo investiga um paradidático centrado na temática cana-de-açúcar, elaborado e avaliado quanto as suas possíveis contribuições como estratégia pedagógica para o ensino de Química, na perspectiva de professores, licenciandos e estudantes da educação básica. A pesquisa possui abordagem qualitativa, do tipo exploratória e documental.

Partimos de um estudo prévio sobre a temática cana-de-açúcar e sua importância para o desenvolvimento sócio-histórico-econômico do Brasil. As potencialidades, versatilidades e a interdisciplinaridade do tema também foram observadas, durante o estudo, no que tange às questões educacionais, sobretudo, no ensino de conceitos científicos. Nesse sentido, a articulação entre o contexto da temática cana-de-açúcar e o ensino e aprendizagem<sup>2</sup> dos conceitos da área de Ensino de Ciências e Matemática tornou-se foco do estudo e elementos constitutivos na elaboração da proposta de um paradidático capaz de ampliar os conhecimentos do tema e, ao mesmo tempo, contribuir para o ensino de conhecimentos químicos.

Como é sabidamente elucidado, a contextualização das aulas de Ciências tem sido foco constante de debates, sendo destaque em documentos oficiais, como a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) e as Orientações Curriculares (OCs)<sup>3</sup> do Estado de Mato Grosso (SEDUC, 2010).

Partindo de tal perspectiva, o paradidático elaborado no contexto desta pesquisa buscou a articulação entre um conteúdo próximo à realidade dos alunos (a produção de cana-de-açúcar e seus principais processos químicos) e à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a qual prioriza a formação integral do estudante. O material didático foi embasado em pressupostos teórico- metodológicos concernentes à abordagem CTS.

O estudo sobre a planta cana-de-açúcar evidenciou-se como um assunto que transita pelo antigo e, ao mesmo tempo, pelo contemporâneo e inovador, pois é com ela que se fazem dois

---

<sup>1</sup> As Normas Técnicas utilizada nesta pesquisa são as descritas pela ABNT, NBR 6023:2018.

<sup>2</sup> Entendemos neste trabalho que ensino e aprendizagem são processos contínuos e interdependentes. Entendemos também que são muitas formas de grafar o termo, chega até a ser uma questão polêmica. Entretanto, do ponto de vista epistemológico, podem ter conceitos diferentes. Informo que as demais ocorrências, caso diferentes da nossa, é a maneira que a referência utilizada os trata.

<sup>3</sup> Para o Ensino Fundamental este documento não está mais vigindo e sim o Documento de Referência Curricular de Mato Grosso, publicado em 2018. O do Ensino Médio encontra-se em discussão, portanto, é um período de transição dessas normativas.

produtos essenciais para a economia mundial: o açúcar, utilizado na alimentação humana, e o etanol, usado como combustível para abastecer os carros. Estes dois são apenas os principais produtos advindos da matéria-prima cana-de-açúcar, os que têm destaque mundial, entretanto, podem-se apontar muitos outros derivados e subprodutos. Essa potencialidade do tema evidenciou a importância de elaborar materiais didáticos que pudessem embasar o ensino de conceitos científicos.

Historicamente, no Brasil, a cana-de-açúcar chegou em 1520, após a chegada dos portugueses. É conhecido que ela foi uma moeda, durante o período do Brasil Colonial (LIMA, 2012), um indexador econômico do país. Tal movimento gerado na economia brasileira, partindo da matéria-prima cana-de-açúcar acontece desde as capitânicas hereditárias, com os senhores de engenho, atualmente comparados aos usineiros.

Desde que chegou ao país, no início do século XVI, junto com as primeiras caravelas, a cana-de-açúcar se tornou um dos mais importantes cultivos desenvolvidos no Brasil. O país ocupa o primeiro lugar no ranking dos produtores mundiais de açúcar (FAO, 2018) e é o segundo maior produtor de etanol do mundo (COLETI; OLIVEIRA, 2019). A recente busca por combustíveis renováveis que substituam o petróleo e não sejam tão agressivos ao meio ambiente faz da cana-de-açúcar um produto de importância global na procura por um desenvolvimento mais sustentável.

Com o olhar regional para o tema abordado, o Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado de Mato Grosso (Sindalcool-MT), fundado em 1985, objetiva representar as indústrias do Estado, além de atuar nas ações de estudo, para melhoria dos processos produtivos e fortalecimento da economia regional. Atualmente, ele representa doze indústrias, que atuam na área de produção de açúcar, etanol e energia elétrica, a partir da cana-de-açúcar, gerando emprego e renda para a região. É um dos maiores sindicatos patronais industriais do setor sucroalcooleiro do país, e busca, constantemente, fortalecer a atividade associativa e o desenvolvimento sustentável regional.

Quanto às produções na região, a intenção de aperfeiçoamento e desenvolvimento na produção de etanol, gerando um subproduto chamado eteno, atrairia indústrias de plástico para Mato Grosso, em um curto espaço de tempo, na opinião de técnicos do setor. “Eteno é a matéria-prima do plástico<sup>4</sup> todo polietileno é derivado do eteno. Este processo de transformar o etanol

---

<sup>4</sup> Existe o plástico de origem fóssil, derivado do petróleo e o de origem verde derivado da cana-de-açúcar.

em eteno já é conhecido e dominado<sup>5</sup>. Seria o plástico verde”, explica o gerente de área da Barralcool (indústria do setor com filial em Mato Grosso), José Raimundo Costa Neto, em uma entrevista para o jornal A Gazeta de Mato Grosso (2018).

Apesar desse enfoque histórico, cultural, social e econômico, a temática cana-de-açúcar ainda é pouco explorada nas escolas de educação básica, no Brasil, no que diz respeito ao ensino de conceitos científicos da área de Ciências Naturais. Há uma evidente riqueza contextual para o ensino de conceitos das diversas áreas do conhecimento, tornando a temática multifuncional e, portanto, estratégica para a educação básica e superior.

Dessa maneira, a pesquisa debruçou-se em elaborar e avaliar um material paradidático sobre a temática cana-de-açúcar, em busca de compreender pedagogicamente, se ele fornece contribuições ao ensino de conceitos científicos da área da Química. Para elaboração do paradidático, foram realizados estudos sobre livros didáticos e paradidáticos e suas principais características, bem como um profícuo estudo sobre o tema cana-de-açúcar e suas potencialidades educacionais. Na sequência, o paradidático foi avaliado em termos de pertinência pedagógica, a qual considerou o nível de eficiência da junção de aspectos técnicos e pedagógicos à abordagem CTS e seu uso em sala de aula, e suas possíveis contribuições para o ensino de Química, a partir da visão de sujeitos imersos em três níveis de docência.

A dissertação está estruturada em seis capítulos: no primeiro, *A pesquisa e a pesquisadora*, apresenta-se a trajetória da pesquisadora e as motivações que levaram a desenvolver esta pesquisa, a justificativa do tema e o enquadramento metodológico adotado para a investigação, universo e sujeitos e os instrumentos de produção dos dados; no segundo, *Pressupostos teóricos*, são apresentados aportes teóricos explorados em diversas fontes, partindo da caracterização da educação moderna dialética, materiais e recursos didáticos e, principalmente, livros paradidáticos; O livro paradidático *QuimiCANA* teve como proposta a contextualização do ensino de Química, utilizando a temática cana-de-açúcar sob uma abordagem CTS. Neste sentido, o terceiro capítulo, *Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade*, apresenta uma revisão bibliográfica sobre a história e os termos do acrônimo CTS, bem como apontamentos do contexto brasileiro sobre o ensino de Ciências e Química, alfabetização e letramento científico e, por fim, aspectos relevantes de um currículo do ensino médio com abordagem CTS, segundo

---

<sup>5</sup> A rota de produção, a partir da cana-de-açúcar, produz eteno verde, na mesma qualidade e pureza do eteno petroquímico (de origem fóssil), gerando polímeros, ou seja, plásticos, de iguais propriedades físicas e químicas.

a documentação oficial nacional; o quarto capítulo, *Elaboração do livro paradidático QuimiCANA*, apresenta o processo de construção da estratégia didática (produto educacional), destacando as etapas de elaboração, preocupações com os leitores do *QuimiCANA*, as dificuldades e os caminhos percorridos para solucionar tais desafios, como, por exemplo, a escolha dos conteúdos de Química abordados; no quinto capítulo, *Resultados e discussões*, são expostos os resultados obtidos na pesquisa. Primeiramente, os resultados do panorama das publicações brasileiras sobre paradidáticos no ensino de Química. Na sequência, os resultados da análise da temática cana-de-açúcar, nos livros didáticos do PNLD 2018 e os resultados da análise de livros paradidáticos. Posteriormente, foram descritos os instrumentos utilizados para a avaliação, os aspectos avaliados e os resultados obtidos, juntamente com análise e discussão dos dados produzidos; nas *Considerações finais*, são apresentadas as conclusões sobre a pesquisa, no que concerne ao produto educacional, bem como algumas perspectivas para outras pesquisas no contexto escolar.

# **CAPÍTULO I**

## **A PESQUISA E A PESQUISADORA**

Este capítulo apresenta, inicialmente, as motivações que levaram ao desenvolvimento da pesquisa. De início, descrevemos alguns momentos da trajetória pessoal e profissional da pesquisadora e, no percurso, também serão apresentadas a justificativa e a escolha da temática. Na sequência, apresentamos como a pesquisa está organizada, apontando o problema investigado, os objetivos, o objeto de pesquisa e a metodologia adotada para a investigação.

### **1.1 A ESCOLHA POR SER UMA PESQUISADORA**

Reportando brevemente a alguns momentos de minha trajetória profissional, revelamos parte do caminho que me levou a pesquisar sobre materiais paradidáticos voltados para a educação básica e utilizar a temática cana-de-açúcar como suporte a esse material.

Sou mato-grossense, nascida na região do Vale do Araguaia, no município de Barra do Garças, uma cidade interiorana, ainda em desenvolvimento econômico, marcada pelo agronegócio e com muitas belezas naturais. A região conta, atualmente, com dois Campi da Universidade Federal do Estado de Mato Grosso, um na cidade de Pontal do Araguaia e outro, em Barra do Garças. Assim, a comodidade em poder cursar uma graduação, sem a necessidade de me mudar para um grande centro, influenciou grandemente na escolha por cursar Licenciatura Plena em Química. Concluí o curso, no final do ano de 2016. No ano seguinte (2017), continuei com o processo de formação profissional, ingressando no curso de especialização em Diversidades e Educação Inclusiva, também oferecido pela UFMT, na minha região, que concluí, em 2018 e já continuei os estudos com o curso de mestrado ofertado pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais-PPGECN, na mesma instituição, porém, em Cuiabá..

Esse breve relato serviu para apresentar como foi construída a personagem pesquisadora, entendendo que um profissional também tem suas características humanas e carrega consigo sua história. Por isso, como pesquisadora, pretendo colocar em prática um

objetivo pessoal de gratidão: devolver benefícios à região que contribuiu para minha formação como uma cidadã e uma profissional de qualidade.

Ao longo dessa trajetória pessoal, observando pelo cunho educacional, ainda como estudante, pude perceber algumas necessidades educacionais relacionadas à prática docente local e regional, tanto durante o estágio supervisionado em escolas estaduais de ensino médio regular<sup>6</sup> e educação de jovens e adultos - CEJA<sup>7</sup> quanto na minha participação em projetos de extensão: *Projeto Seminários Interdisciplinares em Química orgânica* (2009), *Consciência Química* (2013), como tutora em Química para demais alunos universitários graduandos em cursos diversos e no *Programa de Fortalecimento da Identidade Docente na Educação Básica- PROFID* (2014).

Anos depois, já atuante na área, como professora contratada temporariamente pela SEDUC-MT, pude traçar mais fortemente essa percepção pessoal a respeito da maioria dos materiais didáticos disponíveis nos diferentes contextos que vivenciei, sobretudo em relação aos livros didáticos, por trazerem os conteúdos de maneira desconectada do cotidiano dos alunos, e os paradidáticos, principalmente porque eu, particularmente, desconhecia a existência desse tipo de material para a área das Ciências da Natureza.

Tais questões foram evidenciadas com as análises dos livros didáticos e paradidáticos feitas na pesquisa, cabendo ao professor amenizar esse distanciamento e apontar a aplicabilidade do conteúdo, de acordo com o cotidiano regional. Percebo ser comum também os alunos mato-grossenses se sentirem excluídos durante o processo de ensino e aprendizagem, talvez até pelo fato de os materiais didáticos não apresentarem contextualização adequada dos conteúdos com a realidade local. Sendo assim, optamos por pesquisar o tema para ampliar os conhecimentos e compreender o ensino e aprendizagem propiciado pelos materiais didáticos, sobretudo os paradidáticos.

---

<sup>6</sup> Estágio de regência de aulas de Química no Ensino Médio na Escola Estadual Antônio Cristino Cortes (EEACC) de 2014 a 2015.

<sup>7</sup> Estágio de observação das aulas de Química na escola CDCE- CEJA Prof.<sup>a</sup> Marisa Mariano da Silva em 2015; Estágio de regência de aulas de Química na escola CDCE- CEJA Prof.<sup>a</sup> Marisa Mariano da Silva em 2015.

## 1.2 PROPOSTA DA PESQUISA E JUSTIFICATIVA DA TEMÁTICA

A proposta da pesquisa foi de elaborar um material didático, com pertinência pedagógica para o ensino de Química no ensino médio, em Mato Grosso

Nesse âmbito, Santos e Schnetzler (2010) constataram a importância dos temas químicos sociais, que visam efetivar a contextualização dos conteúdos programáticos. A partir da compreensão de conceitos científicos relacionados à temática proposta, tem-se o desenvolvimento das habilidades básicas relativas à formação da cidadania.

A escolha da temática do paradidático ocorreu a partir da minha própria história, pois, assim, teria maior propriedade para abordar alguns assuntos e me sentir mais motivada durante a pesquisa.

Como sou filha de um trabalhador rural, que dedicou sua vida ao campo, fui criada em meio ao ambiente rural, visitando fazendas, presenciando conversas de conhecidos de meu pai, também paulistas, que vinham ao Mato Grosso comprar fazendas, como investimento financeiro e acabavam criando laços culturais e afetivos muito valiosos nesta região. Minha família, tanto do lado materno, que é sulista, quanto do lado paterno, que é paulista, participou ativamente no desenvolvimento do estado de Mato Grosso com a migração de seus estados para essa região em busca de melhores condições de vida.

Pela razão supracitada, optei por trabalhar com a temática cana-de-açúcar, um assunto que constrói a história regional e a minha história pessoal. Sempre me identifiquei com esses assuntos que envolvem agronegócio e meio ambiente. É ao mesmo tempo polêmico e necessário discuti-los. Estudar e aprender sobre a cana-de-açúcar me aproximou muito de meu pai, que não teve a oportunidade de aprender os conhecimentos científicos, como eu, mas tem um conhecimento adquirido com as experiências vivenciadas no dia a dia. Como o assunto em comum, cana-de-açúcar, rendeu muitas conversas e ideias práticas, contribuindo na elaboração do paradidático *QuimiCANA*.

Hoje, tenho o privilégio de poder unir meus interesses pessoais ao profissional, em que tenho a oportunidade de ensinar química, partindo de uma perspectiva que une a agricultura, a tecnologia, a Química e os problemas sociais (sustentabilidade, aquecimento global, inclusão social, geração de renda e empregos, saúde, entre outros), ao mesmo tempo.

A opção por produzir um paradidático surgiu com a constatação da carência de materiais que relacionam conteúdo da disciplina Química com a temática cana-de-açúcar, em uma abordagem CTS, cujo assunto foi investigado pela análise realizada nos livros didáticos de Química. Entende-se que tal recurso de ensino – o paradidático – pode assumir papel de mediador das relações didáticas em sala de aula capazes de transformar o aluno em um agente ativo de sua aprendizagem.

Fui movida nesta pesquisa a compreender o quanto o tema cana-de-açúcar é capaz de articular conhecimentos científicos, principalmente os de Química, com a realidade dos alunos mato-grossenses. É preciso que eles compreendam a sua conexão com o tema, seja ela direta ou indireta, pois carecem de uma compreensão mais aprofundada de como a cana-de-açúcar se transforma em subprodutos usados cotidianamente, tais como: açúcar, etanol, cachaça, cosméticos, produtos de limpeza e higiene, fertilizantes, bioplástico e bioenergia. Praticamente toda cana-de-açúcar que o mundo produz vira etanol ou açúcar, e talvez seja por esse motivo que a ênfase seja dada apenas a esses produtos, deixando no plano do desconhecido os demais produtos e subprodutos que podem ser gerados dessa matéria-prima, o próprio processo de obtenção e não menos importante a descoberta de novos campos de aplicação e utilização dessa planta.

Nessa perspectiva, o paradidático foi elaborado, partindo de estudos sobre conceitos de Química e seu ensino articulados à temática sócio, histórica e cultural

Triangular (figura 1) os assuntos cana-de-açúcar e ensino de Química, de forma contextualizada com o cotidiano dos alunos mato-grossenses, é a proposta que se pretendia alcançar com esta pesquisa.

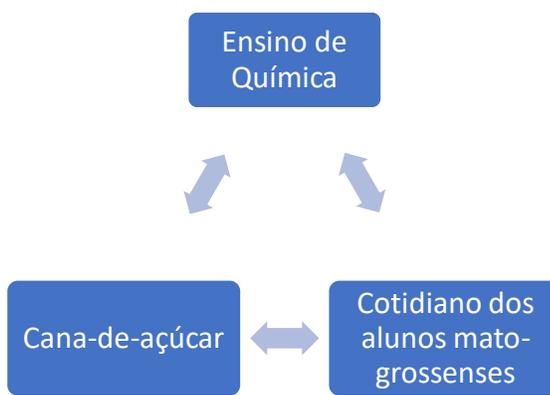


Figura 1 - Dimensões estruturantes da pesquisa. Fonte: As autoras, 2019.

### 1.3 O PROBLEMA INVESTIGADO

O presente estudo tem o objetivo de elaborar e avaliar um livro paradidático sobre a temática cana-de-açúcar e investigar suas possíveis contribuições como estratégia pedagógica para o ensino de Química, na Educação básica, a partir do enfoque CTS.

A questão central para o problema de pesquisa é: *Quais as possíveis contribuições do paradidático **QuimiCANA** como estratégia pedagógica para o ensino de Química, na educação básica, na perspectiva dos integrantes do PIBID-UFMT, campus do Araguaia?*

A fim de responder a essa problemática, desdobramos a questão de pesquisa em outras questões mais específicas. São elas:

- Como elaborar um material Paradidático? Qual o melhor formato? Quais as características que um paradidático deve possuir?
- Os livros didáticos abordam conteúdos químicos, contextualizando-os com a temática cana-de-açúcar? Se abordam, quais são eles?
- Qual a melhor forma de organizar os conteúdos químicos, socioeconômicos, tecnológicos sobre a temática cana-de-açúcar em um paradidático?
- Identificar quais temas polêmicos sobre a temática cana-de-açúcar são apropriados para serem discutidos no paradidático para estudantes da educação básica, com vistas ao ensino e aprendizagem de Química?
- Quais as contribuições didático-pedagógicas do paradidático elaborado, a partir da análise e avaliação de professores e licenciandos.

### 1.4 O OBJETO DE PESQUISA: O LIVRO PARADIDÁTICO *QuimiCANA*

O produto final de um mestrado profissional pode ser um trabalho de investigação, uma proposta de ação e/ou uma intervenção, voltado para um tema aplicado ou uma solução de problema (OSTERMANN; REZENDE, 2009).

Como produto deste estudo foi desenvolvido um livro paradidático intitulado *QuimiCANA*. A ideia foi elaborar um paradidático que pudesse contextualizar o ensino de Química com a temática cana-de-açúcar. E, ainda, que fosse um material válido para os

professores, por ser uma estratégia de ensino aplicável durante suas aulas e, ao mesmo tempo, tivesse pertinência pedagógica, no sentido de facilitar a aprendizagem dos alunos. Tudo isso por meio da tentativa de cativar o leitor, ao apresentar linguagem acessível, assuntos contextualizados e curiosos a ele, dentro de textos curtos.

Ostermann e Rezende (2009) enfatizam a necessidade de o produto se sobrepor à linha tecnicista e obter resultados, no âmbito escolar, onde a questão-foco é de suma importância para guiar o trabalho de desenvolvimento, bem como a fundamentação teórica. Nesse sentido, o livro paradidático almejou, desde sua concepção, enfatizar o uso de abordagens problematizadoras e históricas. Outra preocupação seguiu na tentativa de formar indivíduos capazes de se posicionarem sobre implicações do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade.

Moreira (2004) critica o fato de, comumente, as pesquisas em Ciências apresentarem a problematização na formação docente, fazendo-se necessária uma análise mais detalhada dessa situação. Considerando tal posicionamento, surgiu a decisão de construir um material estratégico para o possível melhoramento do ensino de Química, tirando do foco o professor na problematização apresentada.

A versão final do produto educacional será disponibilizada para a comunidade acadêmica, por meio do repositório do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química (LabPEQ), bem como no repositório do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso.

## **1.5 A OPÇÃO METODOLÓGICA**

Esta pesquisa tem uma abordagem de investigação baseada no método qualitativo, pois privilegia a análise e a descrição de *microprocessos*, ao estudar indivíduos ou grupos.

Uma das características da investigação qualitativa é justamente a preocupação com o processo e, não, com o produto final. González Rey entende que nesse tipo de pesquisa há “[...] o trânsito de uma epistemologia da resposta a uma epistemologia da construção” (2002, p. 3). Por essa mudança de foco, o método de investigação qualitativo pode ser compreendido também como uma nova epistemologia, uma vez que muda a forma de ver a produção do conhecimento. Outra característica que marca a abordagem qualitativa é o lugar central em

que é colocado o cientista. González Rey (2002) defende que nessa abordagem o pesquisador é um produtor de conhecimento.

Nessa perspectiva, o trabalho empírico também não se constitui em uma simples coleta de dados, mas na produção e construção desses dados, nos quais são também considerados constructos teóricos. Esse mesmo autor defende ainda que essa etapa “[...] resulta de uma complexa combinação de processos de produção teórica e empírica que convergem no pesquisador, que, como sujeito da pesquisa, não segue de forma rígida e linear nenhuma das duas vias” (2002, p. 68).

Outras cinco características peculiares à abordagem qualitativa são apontadas por Bogdan e Biklen (1994, p. 47-50), como seguem abaixo:

Na investigação qualitativa a fonte directa de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal; A investigação qualitativa é descritiva; Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos; Os investigadores qualitativos tendem a analisar os dados de forma indutiva; O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

De acordo com a quinta e última característica apontada pelos autores, a abordagem qualitativa se interessa pela forma como as pessoas dão sentido às suas vidas. Assim, significar vislumbra os aspectos pessoais, pois, ao interpretarem determinados fatos, é importante relacionar porque os interpreta desta ou daquela maneira.

A percepção da autora Alves (1991) nos orienta quanto à utilização adequada da abordagem qualitativa, afirmando exigir adequado nível de abrangência, para que não sejam meros relatos superficiais e observações soltas do que se pesquisa. Assim, incumbem-se maiores responsabilidades ao pesquisador, no momento de investigar, analisar e entender os dados obtidos. Para isso, durante a análise dos dados produzidos nesta pesquisa, foi necessário identificar categorias, tendências, relações e padrões que revelassem sentidos comuns.

Nesse sentido, Bogdan e Biklen (1994, p.16) afirmam que “[...] os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em por menores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico”.

Realizando um exame intensivo dos dados, tanto em amplitude quanto em profundidade, os métodos qualitativos tratam as unidades sociais investigadas como totalidades que desafiam o pesquisador (MARTINS, 2004). Percebe-se que tais

características se aplicam a esta pesquisa, que tratava de uma unidade social específica, os participantes do PIBID-UFMT. Tais sujeitos investigados foram considerados como totalidade diante dos desafios propostos pelas pesquisadoras.

As técnicas mais aplicadas em uma pesquisa qualitativa são a observação, as entrevistas e as análises documentais, que, em sua maioria, são complementadas por outras técnicas (ALVES, 1991). É comum que a pesquisa qualitativa origine volume elevado de dados a serem observados e interpretados. Assim sendo, com base nos apontamentos acima, a abordagem qualitativa foi a mais adequada para as finalidades desta pesquisa, aplicando-se a técnica de análise documental.

### **1.5.1 Análise Documental: uma técnica de investigação para pesquisas qualitativas**

A pesquisa apresentada neste trabalho possui uma abordagem metodológica qualitativa, com aspectos de uma pesquisa documental, pois analisa trabalhos e dissertações já existentes sobre materiais paradidáticos, bem como faz consultas em revistas, jornais, fotos, entre outros.

A pesquisa documental pauta-se na consulta a documentos – que podem ser desde leis e regulamentos até diários pessoais e autobiografias. Segundo Lüdke e André (1986, p. 38), “[...] a análise documental pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema”.

Houve, ainda, análises tanto em livros didáticos de Química do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), Edital-2018, quanto em livros paradidáticos, com o propósito de identificar discussões as quais envolvessem a temática cana-de-açúcar e como se apresentava a abordagem pedagógica nesses materiais, e os resultados estão apresentados no capítulo 5.

Nesse sentido, Calado e Ferreira (2004), se referem à revisão bibliográfica como documentos:

Os documentos são fontes de dados brutos para o investigador e a sua análise implica um conjunto de transformações, operações e verificações realizadas a partir dos mesmos com a finalidade de lhes ser atribuído um significado relevante em relação a um problema de investigação (CALADO; FERREIRA, 2004, p.3).

Tal revisão bibliográfica serviu para nos levar a dados pertinentes ao tema, de modo que fosse possível significar as informações e fazer uma profunda análise dos dados obtidos.

### **1.5.2 Universo e Sujeitos da Pesquisa**

O universo da pesquisa é constituído por três ambientes distintos: são três escolas da região que possuem um projeto em comum, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), pelo qual recebem os alunos da graduação, oportunizando que eles vivenciem e se envolvam com a comunidade escolar, supervisionados por um professor efetivo na instituição e coordenados por um professor da universidade.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa são os alunos integrantes do PIBID, matriculados no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Mato Grosso, campus do Araguaia, os professores supervisores vinculados ao programa e atuantes nas escolas de ensino básico e o professor coordenador de área, atuante na universidade. No total, foram 29 sujeitos, sendo 25 alunos graduandos, 3 professores supervisores e um coordenador geral do projeto vinculado à UFMT.

A escolha dos sujeitos, sendo eles os integrantes do PIBID, deu-se pelo fato de esses avaliadores, em estágios diferentes de formação profissional, comporem um único grupo e ainda contemplarem três pontos de vista diferentes, sendo eles: em plena formação (graduandos), formação inicial e continuada (professor educação básica) e formação superior (professor formador).

### **1.5.3 Instrumentos de Produção de Dados**

A produção de dados se deu em três fases consecutivas:

➤ Inicialmente, foi realizado um levantamento, traçando um panorama das publicações brasileiras na área de Ensino de Química<sup>8</sup>. A pesquisa foi realizada nos Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre os anos de 2010 e 2018, e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, entre os anos de 2010 e 2018, que contemplassem os termos

---

<sup>8</sup> Esta análise resultou com o título: Panorama das publicações brasileiras sobre paradidáticos no Ensino de Química. Trabalho apresentado como comunicação oral no *SemiEDU, 2018 - 30 anos do PPGE: Diálogos entre Políticas Públicas, Formação de Professores e Educação Básica*, realizado em Cuiabá-MT, 2018.

“paradidático” e “paradidáticos”. A finalidade era fazer um mapeamento do tipo de publicações que estão sendo feitas e consideradas como um paradidático, na área de ensino de Química e, assim, poder determinar se há alguma publicação de livro paradidático com o tema cana-de-açúcar, disponível e voltado para o ensino de Química, ou não. Esta etapa da pesquisa foi publicada em coautoria com a orientadora, no formato de resumo expandido, em 2018, no evento Seminário Educação da UFMT (FERNANDES; MELLO, 2018).

➤ Posteriormente realizou-se uma pesquisa bibliográfica com a intenção de identificar obras que contemplassem a temática cana-de-açúcar. Nesta revisão de literatura científica, foi realizado um profícuo estudo sobre o tema, no ensino de Química, investigando se trazem a discussão e como a abordagem pedagógica é apresentada. Foram analisados livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD/2018 e livros paradidáticos. Na fase exploratória foram consultadas: dissertações de mestrado e teses de doutorado, revistas, jornais, fotos, entre outros materiais; realizadas entrevistas, visitas *in loco* em usinas, plantações, comércio e escolas, com o intuito de buscar aporte teórico em diversas fontes para a confecção do livro paradidático *QuimiCANA*, além de procurar entender toda sua versatilidade como importante planta para o desenvolvimento do estado de Mato Grosso.

➤ Após a análise dos materiais coletados e confecção do produto educacional, no formato de livro paradidático, foi aplicado um questionário semiestruturado aos sujeitos da pesquisa, com o objetivo de investigar a viabilidade do livro paradidático *QuimiCANA*, que teve sua elaboração baseada nos critérios de avaliação propostos pelos especialistas da área de ensino de Química que elaboram, no âmbito do MEC, o Guia de Livros Didáticos de Química-PNLD/2018 e na pesquisa de Dal Pupo (2015), que trata da elaboração de um livro paradidático, que também visa ensinar Química por meio de uma temática, no caso, a soja.

## 1.6 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados ocorreu durante o curso da pesquisa, na mesma ordem em que foram produzidos, consecutivamente. Bogdan e Biklen (1994, p. 205) dizem que a análise de dados na pesquisa qualitativa “[...] é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados”.

Primeiramente, fizemos a análise do levantamento sobre as publicações brasileiras relacionadas aos termos “paradidático” e “paradidáticos”, nos Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre os anos de 2010 e 2018 e no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, entre os anos de 2013. Durante esse mapeamento, realizamos um estado do conhecimento para discutir como tais publicações estão sendo aplicadas na área de ensino de Ciências, nos últimos oito anos. Para a primeira seleção, fizemos leitura flutuante dos títulos, resumos e palavras-chave dos artigos, teses e dissertações publicados. Após, foram realizadas leituras, na íntegra, das publicações selecionadas, finalizando com a interpretação dos dados produzidos, pois ela “[...] fica praticamente completa quando os dados são recolhidos” (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Nesse sentido, as autoras Lüdke e André (1986, p. 46) falam sobre as fases da análise de dados:

A fase inicial é mais aberta, para que o pesquisador possa adquirir uma visão bem ampla da situação, dos sujeitos, do contexto e das principais questões de estudo. Na fase imediatamente subsequente, no entanto, passa a haver [...] uma tentativa de delimitação da problemática focalizada, tornando a coleta de dados mais concentrada e mais produtiva.

A fim de delimitar mais essa coleta de dados e torná-la mais produtiva, durante a segunda fase, realizou-se a análise de seis coleções de livros didáticos de Química do ensino médio, aprovados pelo PNLD 2018, para verificar se eles traziam a temática cana-de-açúcar, verificando se havia contextualização com os conteúdos químicos e, se, sim, como era feita essa abordagem pedagógica. Os resultados desta análise estão detalhados no item 5.1 do capítulo V. Analisamos também sete livros paradidáticos de Química para o ensino médio, utilizando como referência alguns critérios estabelecidos pelo Guia do Livro Didático (GLD), que poderiam nos ajudar a compreender como a temática cana-de-açúcar era tratada nos livros didáticos de Química.

Por fim, analisamos os dados obtidos com o questionário (Apêndice C) aplicado para avaliar os aspectos técnicos, pedagógicos, abordagem CTS e a utilização do livro paradidático *QuimiCANA*, na prática docente dos sujeitos avaliadores. Foram criadas categorias de análises: 1) caracterização dos avaliadores; 2) aspecto técnico; 3) aspecto pedagógico; 4) utilização do livro em sala de aula.

Sobre a análise dos dados, Bogdan e Biklen (1994, p.205) afirmam:

A análise de dados é o processo de busca e de organização sistemática de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou. A análise envolve o trabalho com os dados, a sua organização, divisão em unidades manipuláveis, síntese, procura de padrões, descoberta dos aspectos importantes e do que deve ser aprendido e a decisão sobre o que vai ser transmitido aos outros.

Nesta pesquisa a análise dos dados foi criteriosa, visando respeitar a maneira como eles foram transcritos, depois, foram organizados e discutidos. Afinal, foram reunidos muitos materiais que tratavam dos assuntos *paradidáticos* e *cana-de-açúcar*, como livros, revistas, apostilas, fotografias, sites e entrevistas. Estabelecer um padrão da relação deles com o ensino de Química, de forma contextualizada, foi o objetivo central da análise aqui realizada. Os próximos capítulos, trazem algumas dessas reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem.

## CAPÍTULO II

### PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

Neste capítulo, os assuntos se desenvolveram mediante fundamentos teóricos, discussões e reflexões, com a intenção de buscar uma melhor compreensão do processo de ensino e aprendizagem ao caracterizar os eixos: educação moderna, recursos didáticos, livros paradidáticos e, à abordagem CTS, que será apresentada no capítulo 3.

Embasar o projeto de desenvolvimento com referenciais teóricos dos eixos supracitados, irá fundamentar as metodologias de ensino e sustentará a concepção do produto educacional (OSTERMANN; REZENDE, 2009) que apresentamos neste trabalho ou por esta pesquisa.

#### 2.1 EDUCAÇÃO MODERNA-DIALÉTICA<sup>9</sup>

Iniciamos o estudo, partindo de um paralelo entre a consciência filosófica de educação e o senso comum (quadro 1). Fizemos uma crítica às diversas metodologias de ensino tradicionais, que convergem no pedagógico e não se abrem para o essencial, que é a transformação da realidade.

Os métodos tradicionais assim como os novos implicam uma autonomização da pedagogia em relação à sociedade. Os métodos que preconizo mantêm continuamente presente a vinculação entre educação e sociedade. Enquanto no primeiro caso, professor e alunos são sempre considerados em termos individuais, no segundo caso, professor e alunos são tomados como agentes sociais (SAVIANI, 1983, p.73 *apud* VASCONCELLOS, 2005).

Há, portanto, a necessidade de se estabelecer a superação dialética. Segundo Vasconcellos (2005), o pedagógico, para ser eficaz, pede a articulação com a concretude do sujeito e do real.

---

<sup>9</sup> Dialética do latim *dialectica*, do grego *dialektike*; significa discussão. Em nossos dias, utiliza-se bastante o termo *dialética* para se dar uma aparência de racionalidade aos modos de explicação e demonstração confusos e aproximativos. Mas a tradição filosófica lhe dá significados bem precisos. JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo. Dicionário básico de filosofia. 3ª ed. 212 p. Digitalizado por TupyKurumin. Rio de Janeiro. 2001.

**Quadro 1. Foco do currículo e postura do educador na educação tradicional e na dialética.**

<b>Concepção de Educação</b>	<b>Foco do Currículo</b>	<b>Postura do Educador</b>
Tradicional	Programa	Transmissão
Dialética	Prática Social	Construção

Fonte: VASCONCELLOS, 2005.

O filósofo e pensador religioso dinamarquês Soren Kierkegaard escreveu sobre as mudanças que ele observou, durante o século XIX, e ele afirma que nossas experiências e percepções sobre o mundo diferem radicalmente daquelas de pessoas que cresceram há 50 anos atrás. Para ele, no passado, mudanças radicais aconteciam ao longo de séculos. Agora, com o ritmo acelerado do desenvolvimento tecnológico, elas ocorrem em poucos anos, deixando as pessoas desconfortáveis e inseguras diante do modernismo (STEWART, 2017).

Mesmo diante de tantas incertezas, Kierkegaard critica veementemente a cultura e a prática tradicional daquela época. Esta é a situação que enfrentamos no século XXI, inclusive no cenário educacional.

Esse pensador tem sido influente em vários campos, como, por exemplo, na filosofia, na teologia, na teoria literária, na estética e na psicologia. O fato de um único pensador conseguir atrair pessoas de tantas disciplinas diferentes é, por si só, interessante. Mas, de forma particular, percebo seu viés de influência no campo do ensino, pois ele apresenta uma habilidade que deve marcar o ofício de um educador, que é o de proporcionar que os envolvidos no processo de construção do conhecimento se percebam parte integrante dele, ao conseguirem perceber algo especial em suas próprias vidas e condições, celebrando, assim, tanto o existencialismo como o essencialismo. O que Kierkegaard desempenha, ao aproximar diferentes opiniões e pontos de vistas, assemelha-se ao papel docente, que necessita mediar seus diversos alunos, ao mesmo tempo, diante de problemáticas comuns a eles.

Em um estudo feito por Souza (2018), apreciando tal ponto de vista, discute-se que, dentro das concepções kierkegaardianas, podem ser identificados dois sentidos diversos para o termo professor. Em um sentido substancial, nenhum ser humano pode ser professor de

outro. Contudo, em um sentido formal, fortemente inspirado pela figura do filósofo grego, Sócrates, um ser humano pode estabelecer com outro uma relação de professor e aluno.

A ideia bem tipicamente kierkegaardiana de que o professor, no sentido formal, estabelece com o aluno uma relação entre iguais. Não se trata aqui de uma igualdade absoluta, que desconsidera a individualidade e as diferentes circunstâncias na vida de cada sujeito. Mas é uma igualdade que se manifesta no fato de que todos, alunos e professores, em última instância aprendem da mesma fonte, e são capazes de, com essa fonte, estabelecer uma relação de aprendizado. Todos, em sua condição humana, são capazes tão somente de apreender fragmentos, migalhas, da totalidade do conhecimento e da verdade. Alguns, porém, já estão atentos e abertos a ela há mais tempo, ou com mais intensidade, do que outros, e podem assumir para si a tarefa nobilíssima de auxiliar seu próximo a **tornar-se ele também atento**, de ser para o próximo uma ocasião e uma oportunidade (SOUZA, 2018, p. 195, grifo nosso).

Diante da necessidade de superação, o professor atual, ante tantas questões, dificuldades, críticas, ideias novas, mais do que nunca se questiona sobre o que fazer em sala de aula e como fazer. Dentre as muitas discussões possíveis, para tentar dirimir tais dificuldades educacionais, encontram-se aquelas relacionadas aos recursos didáticos utilizados em sala de aula pelos docentes. Há várias possibilidades de recursos didáticos disponíveis, mas, certamente, os livros ainda continuam exercendo um importante papel no ensino e aprendizagem.

## 2.2 MATERIAIS E RECURSOS DIDÁTICOS

A perspectiva dialética baseia-se em uma metodologia que compreenda o homem como ser ativo e de relações. Assim, é concebida a ideia de que o conhecimento não é *transferido*, nem *depositado* pelo outro (conforme a concepção tradicional), nem é *inventado* pelo sujeito (concepção espontaneísta), mas, sim, construído pelo sujeito na sua relação com os outros e com o mundo (VASCONCELLOS, 2005). Tais preocupações, nessa linha de pensamento, significa que o conteúdo que o professor apresenta precisa ser trabalhado, refletido, reelaborado pelo aluno, para construir o seu conhecimento. Ainda mais:

[...] os recursos didáticos devem servir apenas como mediadores neste processo, como algo que aproxime professor, aluno, conhecimento, respeitando as suas devidas proporções e sendo utilizados em momentos específicos. Sempre aliados a uma boa formação do professor a sua concepção pedagógica. O material escolhido deve ser utilizado com embasamento teórico, e o professor não deve ceder aos

pelos comerciais que muitas vezes apresentam os materiais didáticos como solução dos problemas educacionais (SOUZA, 2007, p.113).

Assim, surge outra preocupação, além das expostas, anteriormente: o professor precisa se atentar, também, para o tipo de abordagem que discutiremos mais detalhadamente no capítulo 3.

Pautados no desafio à profissão docente de tornar o ensino algo atrativo ao aluno, apontamos o uso adequado de materiais e recursos didáticos, de forma diversificada, em sala de aula, podendo ser uma das saídas para esse desafio.

Para tornar a aula mais dinâmica e atrativa, existem diversos recursos que podem ser utilizados pelos professores, contribuindo para a aprendizagem e motivação dos alunos. Souza (2007, p. 110) ressalta que:

[...] é possível a utilização de vários materiais que auxiliem a desenvolver o processo de ensino e aprendizagem, isso faz com que facilite a relação professor – aluno – conhecimento.

Existem vários tipos de materiais que podem ser utilizados como didáticos, tais como: jogos, multimídia, infográficos, dicionários, livros didáticos, livros paradidáticos. Bandeira (2009) define *material didático* como o conjunto de produtos pedagógicos utilizados na educação, podendo ser: impressos, audiovisuais ou fazer parte das novas tecnologias. Ainda, essa autora, atenta para o fato de que, mesmo com o avanço tecnológico, o material impresso continua sendo o mais produzido, e, como explicação para este fato, aponta a hipótese de que esse tipo de material seria de grande aceitabilidade no meio educacional, visto que, por ser de fácil manuseio, não exige recursos tecnológicos para sua utilização e pode ser usado em todas as etapas e modalidades da educação.

Observando, que já se passaram dez anos, feita essa observação, podemos refletir sobre justificativas mais atuais para tal situação. Um fato que corrobora é pela falta de estrutura nas escolas públicas para o uso de recursos tecnológicos mais avançados, como lousas digitais, aplicativos, acesso à internet, etc.

Sobre a definição de *recursos didáticos*, Cerqueira e Ferreira os descrevem como:

São todos os recursos físicos, utilizados com maior ou menor frequência em todas as disciplinas, áreas de estudo ou atividades, sejam quais forem as técnicas ou métodos empregados, visando auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem mais eficientemente, constituindo-se num meio para facilitar, incentivar ou

possibilitar o processo ensino aprendizagem. De um modo genérico, os recursos didáticos podem ser classificados como: **Naturais:** elementos de existência real na natureza, como água, pedra, animais. **Pedagógicos:** quadro, flanelógrafo, cartaz, gravura, álbum seriado, slide, maquete. **Tecnológicos:** rádio, toca-discos, gravador, televisão, vídeo cassete, computador, ensino programado, laboratório de línguas. **Culturais:** biblioteca pública, museu, exposições. (Cerqueira; Ferreira, p.2-3, 1996, grifo do autor).

Os recursos didáticos vão além de aulas e livros, dependendo diretamente do domínio estratégico docente diante do conteúdo. Portanto, de acordo com Bravim (2007) e Dal Pupo (2015), os recursos didáticos assumem papel mediador, como propulsores de uma efetiva relação pedagógica de ensino e aprendizagem. Acrescente-se a isso que, quando direcionados responsabilmente pelos educadores, são capazes de contribuir para a construção de uma aprendizagem crítica.

Métodos pedagógicos empregados no processo de ensino/aprendizagem, que funcionam como instrumentos complementares que ajudam a transformar ideias em fatos e em realidades. Possuem o papel de mediadores tanto no trabalho dos educadores nos momentos em que expõem os conteúdos escolares como nos trabalhos de grupos dos alunos, momento em que realizam reflexões sobre o conteúdo escolar abordado na aula (BRAVIM, 2007 *apud* FRANCISCO; DA SILVA, 2011 p.2).

Bravim (2007) ressalta, ainda, que o debate sobre o uso dos recursos didáticos, para alguns professores, recai sobre as tecnologias disponíveis, sobretudo, os aparelhos eletrônicos, como o televisor, o vídeo, os aparelhos de DVD, o computador, pois servem de material audiovisual nas aulas. No entanto, tais recursos não são utilizados e tampouco discutidos e debatidos em cursos de licenciaturas, como possíveis ideias para a promoção de um melhor ensino (BRAVIM, 2007).

Lopes e Furkotter (2016), ao analisarem inicialmente, as grades curriculares e os projetos de ensino de 123 cursos de três universidades públicas paulistas e, posteriormente, os projetos pedagógicos de seis cursos da área de exatas de uma dessas universidades, evidenciam que os cursos não contribuem de maneira significativa quanto ao uso de tecnologias, nem possuem o objetivo de formar o futuro professor da Educação Básica para usá-las. Não se trata aqui de fazer apologia às TICs, tampouco de insinuar que elas são a solução para todos os males da educação institucionalizada, mas de chamar a atenção para o contexto atual de atuação do professor e a influência desse contexto sobre a aprendizagem, com o objetivo de ensinar.

O quadro-negro e o livro didático são recursos utilizados com frequência nas aulas. Krasilchik (2008, p. 63) salienta que

[...] o quadro-negro, um recurso inestimável, é cada vez menos e mais ineptamente usado, pois professores em algumas aulas, colocam no quadro os esquemas, ou textos que serão trabalhados antes de exporem o conteúdo aos alunos. Dessa forma, os mesmos copiam o que está no quadro e não acompanham o assunto a ser abordado. Portanto o ideal é que o professor utilize e faça seus esquemas conforme exponha o conteúdo para que os alunos consigam acompanhar o raciocínio que será desenvolvido.

Já o livro didático pode ser usado na forma de *guia* para o professor, a partir do qual ele pode determinar o conteúdo a ser trabalhado, bem como a metodologia que será utilizada.

Essa perspectiva de mediação se enquadra na corrente psicológica soviética liderada por Vigotsky, tendo a origem de suas produções situadas no início do século XX, e leva em consideração a relação sócio-histórica dos estudantes para o desenvolvimento cognitivo. Dentro desse corpo conceitual, Vigotsky (1999) usa o termo mediação para analisar o caráter histórico, dialético e cultural das relações humanas, em um sentido de que mediar uma relação é servir de interface entre dois polos e, dessa forma, contribuir para a apropriação de conceitos. Tais relações humanas, segundo o autor, podem ser apresentadas de três formas: humanos-natureza; humanos-humanos; e, ainda, humano e si próprio; esta última, no que diz respeito ao próprio psiquismo - pensamento e consciência (VIGOTSKY, 1999 e 1997).

Dessa maneira, tentamos nesta pesquisa aproximar os recursos didáticos do professor mato-grossense, enfatizando um tipo dele, que é o livro paradidático.

## 2.3 LIVROS PARADIDÁTICOS

Em sua tese de doutorado Produzindo livros didáticos e paradidáticos, Munakata (1997) enfatiza que, embora existam publicações parecidas em outros países, o termo *paradidático* é exclusivamente brasileiro, lançado, primeiramente, na área de Língua Portuguesa e História e com características de semelhanças com as tradicionais *fichas de leituras*. Algumas obras já existentes foram incluídas na classificação de um paradidático.

Quanto ao criador do termo, Dalcin (2002) afirma em sua dissertação de mestrado *Um olhar sobre o paradidático de Matemática*, que a Editora Ática foi a pioneira do termo

*paradidático* no Brasil, iniciando, na década de 70 do século XX, com a obra *Série Bom Livro* na área de língua portuguesa.

O clima de abertura política da época favorecia o debate pedagógico e, em consequência, o aparecimento de novas propostas na área. Na rede escolar, diversas experiências de inovação didática estavam sendo levadas a termo. Apostando nesta tendência, a Ática resolveu investir em uma nova linha de textos, **que aliasse o rigor científico à imaginação** literária (Ática, 1995, p. 336, grifo do autor).

Posteriormente, em parceria com outras editoras, ampliaram seu espaço por meio dos livros paradidáticos. Na década de 1990, a Editora Ática passa a desenvolver coleções para outras áreas de conhecimento.

Um livro paradidático apresenta, como característica, as temáticas, abordando um tema gerador por livro, no qual apresentam conteúdos, de acordo com o currículo escolar, porém, com abordagem interdisciplinar, formatação diferenciada, conteúdo trabalhado em forma de narrativa, poucas páginas, com muitas ilustrações, podendo, ainda, apresentar diferentes recursos linguísticos e diagramação moderna (MELO, 2004). Sua aplicação tem o intuito de minimizar as lacunas deixadas pelo livro didático no processo de ensino e aprendizagem.

Esse tipo de livro traz os conteúdos de forma mais agradável para todos os níveis de escolaridade, dependendo do público a que ele é destinado, entretanto, tem por objetivo ensiná-los. São publicações com preço acessível, longa vida editorial, abordam temas literários e transversais e são direcionados a um público específico (LAGUNA, 2001). Público este que, em grande maioria, considera, como alvo, o sujeito inserido no sistema escolar brasileiro.

Nesse sentido, Melo (2004, p. 04) considera como paradidático “[...] qualquer livro que possa ser considerado apoio em sala de aula”. Na maioria dos casos, o paradidático é adotado como uma opção complementar/auxiliar, comumente usado, paralelamente ao livro didático, por veicular atualidades. Todavia, existem algumas situações que podem adotá-lo como substituto do livro didático, em alguns momentos.

Na perspectiva proposta pela Dalcin (2002), que concentrou sua análise em paradidáticos da área de matemática, os autores de um livro paradidático devem estar atentos à tríade que engloba simbologia, imagens e palavras, interagindo entre si, para ensinar o conteúdo com uma abordagem lúdica.

Para elaborar textos paradidáticos é necessário considerar alguns objetivos: propiciar o acesso ao universo científico e aos conhecimentos necessários para a vida em sociedade, mediante leitura contextualizada com a realidade, sem deixar de lado os fatos históricos e a forma como os conhecimentos científicos foram produzidos (DAL PUPO, 2015). Assim, devemos considerar que:

Pela própria natureza do texto paradidático, o seu autor poderá usufruir de certa liberdade em sua produção, não ficando rigidamente atrelado a propostas curriculares com uma determinada sequência. Os assuntos abordados deverão, é claro, ter alguma relação com os conteúdos a serem trabalhados ao longo do período letivo, afinal temos uma legislação educacional em vigor e os objetivos educacionais relativos às habilidades e competências a serem atingidos pelos alunos são os mesmos em todo o país. O autor poderá, entretanto, optar por um texto mais informativo ou mais crítico, carregado de seus pontos de vista; poderá optar por obedecer a uma sequência histórica ou por iras e vindas ao âmbito da história e, por fim, terá liberdade na escolha da problemática a ser abordada (RONDOW; OLIVEIRA, 2009, p.09).

É neste mesmo sentido que o paradidático *QuimiCANA* foi elaborado. Evidenciando a possibilidade de relacionar conteúdos do cotidiano dos alunos (o cultivo de cana-de-açúcar, suas fases de produção e reações químicas envolvidos nos processos industriais e nas aplicabilidades posteriores da planta) à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade, a qual prioriza a formação integral do estudante.

Juntamente com a discussão em torno da questão de serem os livros paradidáticos melhores que os didáticos, com a finalidade, por exemplo, de contextualizar o conhecimento e permitir uma abordagem interdisciplinar da ciência, é importante serem discutidos também, a abordagem CTS e o próprio ensino de ciências, discussão feita no capítulo III.

## CAPÍTULO III

### ABORDAGEM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Neste capítulo, traçamos um histórico do surgimento e evolução do movimento da abordagem de ensino conhecida como Ciência, Tecnologia e Sociedade; depois, apresentamos a explicação dos termos do acrônimo CTS/CTSA, de forma esclarecedora e, em seguida, discutimos sobre a abordagem CTS na educação atual e sua relação com a contextualidade.

#### 3.1 HISTÓRIA DO MOVIMENTO CTS/CTSA

A origem do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), segundo Garcia *et al* (1996), deu-se na América do Norte e Europa, em meados do século XX.

O movimento CTS surge como uma crítica política e social ao cientificismo americano, voltado ao desenvolvimento tecnológico, não considerando a sociedade como um todo, nem os problemas causados pela ciência e tecnologia.

A tradição europeia originou-se, por volta de 1979, na Universidade de Edimburg, no chamado *Programa Forte*, cujos autores foram Barry Barnes, David Bloor e Steven Shapin. Caracteriza-se como uma tradição de investigação acadêmica, mais que educativa, ou de divulgação, tendo como principais conhecimentos embaixadores, as ciências sociais, dentre elas, a sociologia, a antropologia e a psicologia. Enfatiza a dimensão social precedida pelo desenvolvimento científico-tecnológico, com foco central na explicação da origem das teorias científicas e, portanto, da ciência como processo (PINHEIRO, 2005).

Esse processo descontínuo surgiu no momento em que a sociedade nota que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não garantia com tanto êxito o desenvolvimento do bem-estar social almejado. O desenvolvimento científico-tecnológico, por vez contribui positivamente com a sociedade e em outros momentos, não. Como exemplo geral, o desenvolvimento de *defensivos* agrícolas, que de certa maneira contribui para o aumento da produção de alimentos, mas que polui cursos d'água, o ar que respiramos, o solo etc. É esse tipo de reflexão que devemos levar para as salas de aula. É aí que está a dialética no qual nos referenciamos no capítulo II.

Bazzo *et al* (2003) confirmam essa posição, ao ressaltar que, apesar do otimismo tão prometido no modelo linear de ciência (que se baseia no seguinte pensamento: quanto mais ciência, o produto será mais tecnologia, que, por sua vez, gerará mais riqueza e, conseqüentemente, maior bem-estar social), a ciência e a tecnologia começam a entrar em decadência por conta dos sucessivos desastres que vinham acontecendo, entre os quais estão os resíduos contaminantes, os acidentes nucleares e a bomba atômica.

O agravamento dos problemas ambientais pós-guerra, a tomada de consciência de muitos intelectuais com relação às questões éticas, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade da participação popular nas decisões públicas, estas cada vez mais sob o controle de uma elite que detém o conhecimento científico e, sobretudo, o medo e a frustração decorrentes dos excessos tecnológicos propiciaram as condições para o surgimento de propostas de ensino CTS. Estudos na área da epistemologia da ciência, que incorporaram questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência, também contribuíram para o aparecimento dessa ênfase (SANTOS; MORTIMER, 2002). Suas bases encontram-se, principalmente, na filosofia e teoria política, tendo a consolidação dos seus estudos se dado fortemente pelo ensino e reflexão política (CEREZO, 1998).

Segundo Linsingen (2007), após a guerra do Vietnã e a Guerra Fria, essa percepção da ciência como salvacionista tomou dimensões maiores. A sociedade depositava suas esperanças de superação das catástrofes ambientais, sociais e os males da humanidade, em geral, no avanço científico e tecnológico. Em sua concepção do que é CTS, ainda permanece com o mesmo sentido que havia no momento pós-guerra, fortemente marcado pelos fatores sociais que são influenciadores diretos da mudança científico-tecnológica, bem como das conseqüências sociais e ambientais.

Ainda, para Linsingen (2007), os programas CTS seguiram três direções: (1) na pesquisa, promovendo uma nova visão não essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; (2) nas políticas públicas, defendendo a regulação social e (3) na educação, introduzindo programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário, com referência à nova imagem da ciência e da tecnologia (DAL PUPO, 2015).

Conforme Bazzo *et al* (2003), o processo de ascensão tecnológica não tem desenvolvimento linear de acumulação de melhorias, e, sim, um processo multidirecional e quase evolutivo de variação e seleção.

Essa tem sido a principal proposição dos currículos com ênfase em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Conforme Santos e Mortimer (2000, p. 04), o enfoque CTS “apresenta uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados em conjunto com a discussão de seus aspectos históricos”

Nesta direção, estão sendo estabelecidos novos documentos norteadores para o ensino de Ciências da Natureza, na educação básica, como, por exemplo, a Base Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), apresentada e discutida no item 3.5 deste capítulo. Ela, corrobora, no sentido de reconhecer nesse tipo de abordagem – abordagem CTS – uma maneira eficaz para ensinar Química, Física e Biologia.

Assim, discutir a educação CTS possibilita apresentar novas habilidades e competências que sejam capazes de integrar o indivíduo incluído no processo de ensino e aprendizagem, tanto como um profissional, como um cidadão.

### **3.2 ENTENDENDO OS TERMOS DO ACRÔNIMO CTS / CTSA**

Os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade, habitualmente, são identificados pelo acrônimo CTS ou CTSA. No inglês, *Science, Technology and Society* (STS).

Como campo de estudo, a sigla CTS designa tendências diferentes no estudo social da ciência e da tecnologia. Mas seu surgimento teve origem comum na relação desequilibrada que a sociedade mantinha com a ciência e a tecnologia (MEMBIELA, 2001; CERESO, 1998).

O uso do termo tecnologia não pode ser restrito apenas ao moderno, ou, ainda, ao digital. É importante refletir sobre tecnologia de maneira mais ampla. Na prática educacional, para se falar em tecnologia é preciso contextualizar e aplicá-la à comunicação, à informação e ao ensino e aprendizagem. Assim, as tecnologias destacam uma propriedade de transitar entre as mais diversas áreas e praxes do conhecimento humano, com o contexto humano, social, histórico e econômico.

Desse modo, para definir as tecnologias pertencentes a esse grupo, basta questionar quais delas têm por objetivo transformar, criar, armazenar e satisfazer as necessidades informativas e práticas, tanto dos indivíduos quanto da sociedade.

Quanto à denominação CTSA, afirma Tomazello (2009), em sua palestra sobre o movimento CTSA, a letra A foi incorporada à sigla tradicional CTS, como forma de enfatizar as questões ambientais, que, inclusive, faz-se um assunto extremamente debatido atualmente.

Muitos pesquisadores defendem essa sigla, considerando que as consequências dessa relação impactarão diretamente no meio ambiente, motivo pelo qual recomendam o acréscimo da letra A (ambiente), criando a sigla CTSA, colocando em evidência a temática, que, para Farias e Freitas (2007), é, ao mesmo tempo, ecológica, social, econômica, cultural, política, cada vez mais globalizada e visível com o agravamento da degradação ambiental, muitas vezes causadas pelos modos de produção que utilizam da ciência e da tecnologia em seu desenvolvimento, desconsiderando possíveis problemas por eles causados.

No entanto, ainda que não haja consenso sobre a sigla mais adequada, com inúmeras propostas, segundo Nunes e Dantas (2016): Ciência, Tecnologia e Ambiente (CTA); Ciência, Tecnologia, Cultura e Ambiente (CTCA), Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente e Educação (CTSAE), considera-se que, ao falar de sociedade, já se está incluindo a preocupação com o meio ambiente; assim, neste trabalho, serão utilizadas as siglas CTS e CTSA, com o mesmo sentido.

### **3.3 ENSINO DE CIÊNCIAS E DE QUÍMICA COM ENFOQUE CTS: ALGUNS APONTAMENTOS NO CONTEXTO BRASILEIRO**

É preciso refletir sobre a maneira como o ensino de ciências tem sido praticado no contexto de um país diverso, culturalmente, como o Brasil.

A sensibilidade, ao unir conteúdos com a realidade local, regional e até mundial é fundamental para um ensino que visa a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente, ao mesmo tempo.

Educar, numa perspectiva CTS é, fundamentalmente, possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia (LINSINGEN, 2007, p. 13).

Portanto, para que a educação tenha um enfoque CTS, faz-se necessária a alteração do modelo tradicional de educação e a adoção de um currículo que tenha como característica principal de ensino o enfoque CTS, preparando o aluno para a tomada de decisão.

O primeiro ponto a ser debatido, com relação ao Ensino de Ciências brasileiro, é indicado, de forma abrangente e crítica, por Marco Antônio Moreira, em sua palestra realizada na UFMT, pois, para ele, na perspectiva educacional, há uma falta de articulação entre os diferentes níveis de ensino (a educação básica, a superior e a pós-graduação). De maneira equivocada, a educação básica atualmente parece ter função apenas de preparar o aluno para ingressar na universidade (MOREIRA, 2018) e as melhores escolas são aquelas que possuem maior índice de aprovação no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Ao chegar na graduação, o fracasso desse aluno é comumente atribuído à má formação recebida no ensino básico, como se esta fosse a sua função principal, gerando, então, um ciclo educacional fracassado (MOREIRA, 2018).

Analisando a situação sobre a relação ensino-professor-aluno, apresentada por Souza (2018), pela perspectiva kierkegaardiana, temos:

Em última análise, ainda que uma pessoa transmita uma informação a alguém, caberá ao receptor formular um juízo sobre tal informação, incluindo-a ou não na categoria de verdade em sua subjetividade. E tal juízo pode ser compreendido perfeitamente como um **ato de vontade**. Pode-se, com efeito, discutir o problema da vontade em diferentes sujeitos (SOUZA, 2018, p. 194, grifo nosso).

Internalizando este ato de vontade, também entendido como predisposição em ensinar e aprender, a revista *Science* dedicou grande parte de um volume (V. 340, 19 de abril de 2013) ao tema *Grandes desafios ao Ensino de Ciências*, em que, logo nas primeiras páginas, Carl Wieman, Nobel em Física, em 2011, diz com destaque, referindo-se ao ensino superior: “[...] a transformação é possível se a universidade quiser”. Para ele, o modo como algumas universidades ensinam não é eficaz, chega a ser não científico, pois ainda não há uma preocupação estabelecida com a maneira de se ensinar, apenas com a produção científica (WIEMAM, 2011, p. 293).

Uma sugestão nesse sentido é feita por Moreira (2007), direcionando a superação do desafio ensinar e também aprender, dado aos professores, que também são pesquisadores:

É bem verdade que muito tem sido feito no Brasil, e a nível internacional, para melhorar o ensino de ciências, mas é também verdade que nossa educação

científica é muito fraca, nossa contribuição na produção do conhecimento científico é muito pequena e nosso cidadão sabe muito pouco de ciências. [...] Uma verdadeira melhoria do ensino de ciências depende de muitos fatores, mas a pesquisa em ensino parece ter muito a contribuir nesse sentido (MOREIRA, 2007).

A área do Ensino foi criada, aproximadamente, há 40 anos, propondo um ensino renovado para as Ciências. Antes dessa mudança, o que dominava era o modelo transmissor do conhecimento. Não existiam autorreflexões em nenhuma das partes envolvidas no processo.

Com a implantação de pequenas e densas mudanças trazidas por esse novo modelo, que já está se consolidando e revolucionando a prática pedagógica no Brasil, objetiva-se alcançar, em breve, uma melhor interação entre alunos, professores, escolas e/ou instituições educacionais para o bom êxito do ensino de Ciências e Química.

Essa relação estabelecida pelo sistema APEE (Aluno, Professor, Escola e Ensino), no contexto da abordagem CTS, observada pela própria pesquisa, pode ser visualizada, de forma pictórica, na figura 2.

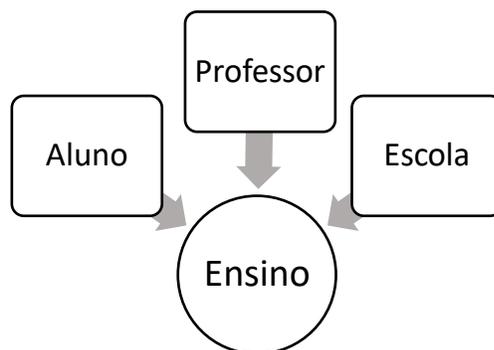


Figura 2 - Representação das relações: Aluno, Professor, Escola e Ensino (APEE) num contexto CTS. Fonte: As autoras, 2019.

Portanto, o Ensino de Ciências e o Ensino de Química, com enfoque CTS, além de auxiliarem na formação de um sujeito, objetivam contribuir também para:

- instruí-lo a utilizar e manusear substâncias e materiais, evitando acidentes, por exemplo;
- interpretar informações químicas que são veiculadas pelos meios de comunicação;

- refletir sobre as implicações do uso de produtos químicos para o meio ambiente;
- entender a química como conhecimento e não substância química;
- compreender a Ciência e o profissional cientista.

Ao se falar em Educação ou Ensino de Ciências e Química, é preciso pensar também nas diversidades, sejam elas: culturais, físicas, intelectuais, religiosas, econômicas etc., que tanto plurificam o cenário acadêmico. É preciso (re)pensar o Ensino de Ciências da Natureza, inclusive o de Química, à luz da educação inclusiva. Nesse sentido, a abordagem CTS pode representar uma estratégia para promover a inclusão, de modo que seja possível compreender a individualidade de cada um e saber acolhê-lo em comunidade. Entendemos esse estágio como um grande desafio a ser superado, com um maior apoio do Estado e da sociedade, propondo e apoiando projetos sociais, legislação adequada e também a sensibilização e capacitação dos profissionais da educação, que se deparam, atualmente em suas salas de aulas, com alunos deficientes físicos, alunos carentes, alunos em recuperação social, entre outras diversidades.

Além disso, é importante destacar que, para acontecer um ensino de Química eficaz e, junto com ele, haver a aprendizagem, são necessários alguns pré-requisitos que envolvem outras partes relacionadas ao processo; são eles: a pré-disposição do aluno em aprender e a presença de um professor mediador, que utilize recursos didáticos capazes de induzir esse aluno à reflexão. Apontamos a abordagem CTS como estratégia para alcançar tais requisitos e, conseqüentemente, tornar esse aluno aprendiz de conceitos químicos, consciente de a Química estar inserida no seu viver cotidiano.

Pode-se dizer que todas as pessoas habitantes do planeta fazem uso diário de produtos químicos sintetizados pela indústria química e originados de conhecimentos químicos desenvolvidos por cientistas de todo o mundo. Assim, há contribuições significativas para o aumento da qualidade de vida (SANTOS, 2006).

E, assim, tocamos em um outro fator, a escola, ou instituição educacional, que também faz parte do processo de construção do conhecimento. É preciso considerar que a escola vai além dos seus muros; ela envolve a comunidade, os problemas sociais, as conquistas culturais, entre outros envolvidos. Logo, a aprendizagem também ocorre fora da escola,

considerada um espaço físico, entrando no processo os tão mencionados *locais não formais* de aprendizagem, tais como: museus, *shoppings*, casas, pois esses lugares também podem ensinar. Logo, a sala de aula não precisa, necessariamente, ser organizada ao redor do professor, ou de paredes, mas, sim, ser repensada de forma a facilitar a aprendizagem.

De forma muito breve, o que apresentamos até aqui sobre a caracterização da diversidade do movimento CTS, vai ao encontro da pesquisa realizada por Strieder (2012), que investiga, apresentando essa polissemia da abordagem CTS com a perspectiva do contexto brasileiro da educação científica. Tal identificação e caracterização, ao invés de procurar simplesmente enquadramentos em diferentes categorias, pretende, assim como esta pesquisa, sistematizar potencialidades e espaços de atuação que possam favorecer o diálogo e contribuir para um maior avanço desse movimento.

### **3.4 ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DA NATUREZA**

Esses dois grandes domínios estão centrados no compreender o conteúdo científico e no compreender a função social da ciência. Apesar de serem enfatizados de formas diferentes pelos autores que discutem educação científica, eles estão inter-relacionados e imbricados (SANTOS, 2007). Ainda na pesquisa realizada por Santos (2007) tem-se a educação científica vista pela perspectiva do letramento como prática social. Dada a relevância da formação científica na sociedade atual, é importante a compreensão do termo.

Compreende-se que o termo alfabetização tem sido empregado com o sentido mais restritivo de ação de ensinar a ler e a escrever; o termo letramento refere-se ao “estado ou condição de quem não apenas sabe ler e escrever, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam a escrita” (SOARES, 1998, p. 47 *apud* SANTOS, 2007, p. 478, grifo do autor).

Nesse mesmo sentido, Moreira (2018) reafirma que a primeira tarefa da educação científica é de fato, ensinar o indivíduo a olhar e a pensar o que está acontecendo a sua volta. Só depois, que se pode partir para a alfabetização científica, em si, com a utilização de escrita específica, símbolos e linguagem própria, até que haja o seu domínio, de forma gradativa e ponderada, pois deve haver interação aluno-professor, mediada por uma linguagem agradável

para ambos, nesse processo de construção do conhecimento. Assim, a BNCC define que “aprender tais linguagens, por meio de seus códigos, símbolos, nomenclaturas e gêneros textuais é parte do processo de letramento científico necessário a todo cidadão” (BRASIL, 2018, p. 551). A abordagem de conceitos e teorias deve ser acompanhada por metodologias de ensino, objetivando a problematização, a fim de que o aluno pense, questionando.

De acordo com Santos e Mortimer (2002), alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo. Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisão e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas.

Concordamos com Ribeiro (2009), ao concluir que, diante desses fatos, torna-se indispensável um ensino científico destinado à formação de cidadãos letrados, cientificamente, de modo que eles acompanhem os progressos da ciência e o impacto das novas tecnologias sobre a vida cotidiana. Dessa maneira, cada cidadão pode avaliar, de maneira crítica a sua atuação na sociedade, seja ela atrelada à Química ou não.

Esse assunto é muito complexo, haja vista a real necessidade de a educação básica formar cidadãos letrados em ciência e tecnologia, nos moldes defendidos por Santos (2007), Soares (1998), Ribeiro (2009) e Santos e Mortimer (2002). Entretanto, é preciso considerar que:

[...] se a formação de cidadãos letrados em ciência e tecnologia seguir no sentido que Shamos (1995) considerou “true” scientific literacy (letramento autêntico), será necessário instituir uma ampla reforma no sistema educacional. A situação socioeconômica de nosso país, com mais de 20 milhões de iletrados na própria língua nacional, indica ser esse um objetivo que ainda demandará longo tempo para concretizar-se. Na verdade, esse nível elevado de letramento, no sentido do domínio da capacidade de compreensão de modelos científicos, talvez não se venha consolidando nem mesmo em cursos de graduação em ciências, que em geral também mais enfatizam domínio vocabular e resolução de problemas do que compreensão da natureza da atividade científica (SANTOS, 2007, p. 488).

Destacamos aqui que o objetivo principal desta pesquisa não é o de resolver os problemas educacionais em sua totalidade, mas, sim, de refletir e traçar práticas que minimizem esses resultados. Portanto, de antemão, é preciso discutir, apontando-se as várias

facetar desse mesmo assunto, para, depois, chegar a uma conclusão a respeito do tema aqui abordado.

Assim, ao analisarmos o processo de construção do conhecimento na educação em ciências e, especialmente, em Química, em longo prazo, seria possível alcançar o que o professor, químico e pesquisador Chassot (2006) aponta sobre a alfabetização científica, ao afirmar ser ela uma das possibilidades para a inclusão social. Ele destaca, ainda, a necessidade de se formar melhor os professores para que eles retroalimentem a educação básica, que, por sua vez, transformaria a sociedade, resgatando a ideia de educação humanística, na perspectiva freiriana, apontada por Santos (2008).

Dentro desse quadro, sugerimos a aproximação do letramento científico/alfabetização científica (LC/AC) da proposta de ensino de Ciências e Química com função social, em que a participação dos professores e da comunidade escolar se fazem extremamente necessárias para a formação de cérebros pensantes e atuantes nos processos de desalienação em relação à desafiadora vida moderna.

Resta, assim, ao conhecimento construído, o poder de ser ele o veículo da tão sonhada mudança que almeja alcançar um patamar com maior qualidade de vida. Um instrumento poderosíssimo a serviço da humanidade. A exemplo disso, Martins e Paixão (2011) apontam que o conhecimento científico e tecnológico marca, de modo distintivo, as sociedades dos países ditos desenvolvidos.

### **3.5 ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA SEGUNDO A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR DO ENSINO MÉDIO**

A Base Nacional Comum Curricular é um documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver, ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. Seu principal objetivo é ser a balizadora da qualidade da educação no País, por meio do estabelecimento de um patamar de aprendizagem e desenvolvimento a que todos os alunos têm direito. Os documentos da BNCC referentes às etapas da Educação Infantil e do Ensino Fundamental foram homologados em 2017, já o documento da Etapa do Ensino Médio foi reformulado, ao longo do ano seguinte, pois

recebeu mais de 44 mil contribuições e foi aprovado pelo CNE, em 4 de dezembro de 2018. A BNCC deveria começar a ser implementada no segundo semestre de 2018, de maneira que os currículos começassem a ser alterados para o início de sua utilização em 2019.

Corroborando os objetivos desta pesquisa, ao elaborar um material estratégico para o Ensino de Química, o documento (BNCC) trata diretamente da abordagem CTS/CTSA, como contextualizadora do conhecimento na área de Ciências da Natureza.

**A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia** como sendo fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Propõe-se também a discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. (BRASIL, 2018, p. 549, grifo nosso).

Nesse sentido, desenvolver o pensamento científico requer o envolvimento de aprendizagens específicas e aplicáveis em contextos diversos, exemplificado pelo ensino reconhecedor das diferenças regionais, o que permite que a Secretaria de Educação de cada estado tenha a liberdade de incluir em seus currículos alguns conteúdos específicos indispensáveis em relação ao contexto da região, formando o que se chama de uma base diferencial. Assim, além do currículo mínimo que é estabelecido no documento, cada região poderá ensinar conteúdos característicos das comunidades locais.

A homologação da BNCC fundamenta a elaboração de novos materiais contextualizadores para se ensinar Ciências da Natureza no ensino médio.

Nessa perspectiva, no próximo capítulo apresentamos as etapas de elaboração do material paradidático desenvolvido no âmbito desta pesquisa, como estratégia de ensino. Ele se apoia nessa liberdade de ensinar Química com as especificidades regionais, valorizando a cultura e a vivência de muitos alunos mato-grossenses.

## **CAPÍTULO IV**

### **SOBRE O LIVRO PARADIDÁTICO *QuimiCANA***

Neste capítulo, apresentamos a evolução do processo de criação do material produzido como estratégia de ensino de Química, em Mato Grosso. Iniciamos por apresentar as três etapas fundamentais de elaboração do livro, destacando as preocupações, as dificuldades encontradas e os caminhos percorridos para solucionar tais desafios. Em seguida, apresentamos os conteúdos de Química abordados, bem como orientações e sugestões aos leitores do livro *QuimiCANA*.

#### **4.1 ELABORAÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO: *QuimiCANA***

Para Bandeira (2009), a elaboração de um material educativo produzido com a exploração de diferentes potencialidades, oriundas da combinação e interação entre os vários tipos de materiais didáticos, deverá ser desenvolvida em equipe e com colaboração de diferentes profissionais, em função da necessidade de conhecimento técnico para elaboração, manutenção e utilização.

Desse modo, optamos por delimitar a elaboração do material paradidático, em formato semelhante a um livro impresso que, também, poderá ser disponibilizado e utilizado em meio digital (um arquivo digital em PDF). Ainda, existe a possibilidade futura de que outros tipos de mídias e tecnologias possam ser inseridos, permitindo uma maior inclusão, ao explorar diferentes sentidos.

De acordo com Laguna (2001),

A leitura paradidática apresenta-se com o objetivo de despertar nas pessoas o prazer de ler, reconhecendo-se o ato de ler como capaz de instruir, divertir, fazer sonhar com projetos pessoais, políticos, de justiça, de amor e paz (LAGUNA, 2001, p. 43).

Tais características apresentadas por Laguna (2001) em relação aos materiais paradidáticos, vai ao encontro do pensamento de Cerezo (1998), ao caracterizar o tipo de abordagem CTS, pois de acordo com determinados problemas sociais, conteúdos técnicos podem ser compreendidos a partir desta abordagem.

[...] o conteúdo técnico e o CTS se fundem de acordo com a exposição e discussão de determinados problemas sociais. É, portanto, uma modalidade para professores de ciências. O formato padrão de esta opção está contida na primeira, tendo uma questão importante relacionada com os futuros papéis do aluno (cidadão, profissional, de consumo, etc.) e, por outro, com base nisso é selecionado e estrutura o conhecimento científico-tecnológico necessário para o aluno entender um artefato (CEREZO, 1998, p. 51, tradução nossa).

Partimos, então, de uma problemática social: a ameaça de esgotamento de muitos dos recursos naturais que o homem explorou, de forma desmensurada, aí se incluindo o petróleo e, por fim, o grande desequilíbrio ambiental provocado por conta da sua demanda por alimento, energia e bem-estar. Nesse sentido, alinhamos tais preocupações com as destacadas na BNCC:

Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros (BRASIL, 2018, p. 549).

A partir do exposto, chegamos à escolha da temática cana-de-açúcar, pois é um assunto que acumula a possibilidade de discutirmos toda a problemática que envolve alimentos, saúde, meio ambiente, energia, aproveitamento e produtividade, economia, tecnologias, entre outros, e vai ao encontro das exigências traçadas pela BNCC de 2018 referente ao ensino de Ciências da Natureza na etapa do ensino médio. Desse modo:

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (BRASIL, 2018, p. 549).

O professor Machado (19-?), fundamentado em Mortimer (1988), orienta que, para se fazer um paradidático, é necessário estar com a mente em alerta, observando os fenômenos naturais e fazendo perguntas constantemente. Além disso, é preciso considerar as influências causadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura.

O interessante aqui é a possibilidade de articular a problemática social com tecnologias, para buscar uma melhor qualidade de vida, vislumbrando todos os assuntos interligados com

a ciência, em especial, a Química, que estuda os processos de transformação da matéria, que, por sua vez, pode ser a cana-de-açúcar, formando, assim, um ciclo dentro da abordagem CTS, conforme ilustrado na figura 3.

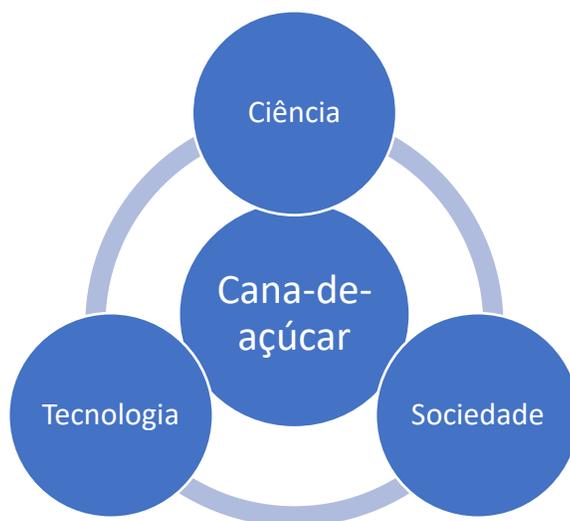


Figura 3 – Representação da relação CTS com a temática cana-de-açúcar. Fonte: as autoras, 2019.

Enfatizar que a cana-de-açúcar é matéria-prima não só do açúcar e do álcool, mas, também, de muitos outros produtos, foi outro ponto-chave, durante a elaboração do livro, que, além de ampliar a visão do leitor para outras possibilidades, pode também ensinar química de uma maneira curiosa e estratégica.

Ao elaborar o paradidático *QuimiCANA*, a intencionalidade pedagógica que pautamos era baseada na constante problematização, oportunizando a reflexão sobre o tema, articulando-o ao cotidiano do leitor. Assim, a elaboração do livro baseia-se em triangular os assuntos: cana-de-açúcar, ensino de Química de forma contextualizadora com o cotidiano dos alunos mato-grossenses, conforme foi apresentado na figura 3.

No entanto, faz-se necessário considerar as seguintes inter-relações, por se destacarem nas dimensões estruturantes da elaboração do livro: a) leitor-aluno; b) a abordagem CTS; c) conteúdos científicos, conforme representação na figura 4.

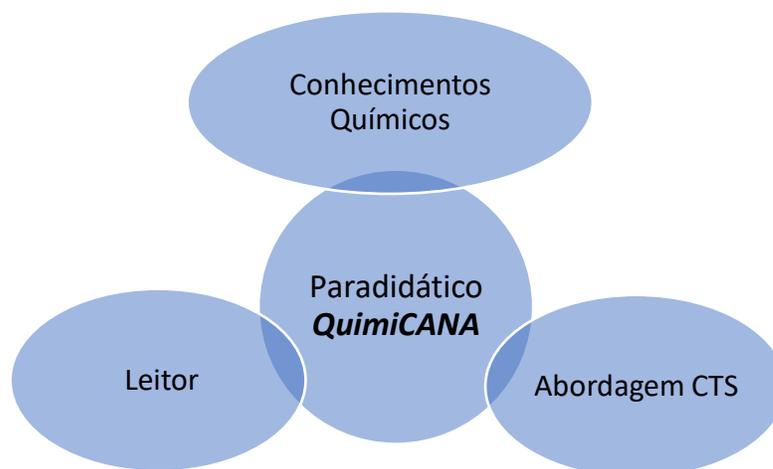


Figura 4 - Dimensões estruturantes do livro paradidático *QuimiCANA*.

Devemos aqui destacar que a existência do paradidático *QuimiCANA*, mesmo tendo intencionalidade pedagógica, por ser um material pensado para um contexto escolar, uma vez que parte da análise de livros didáticos e mantém os alunos como público-alvo, extrapola tais intencionalidades e independe da relação escola-aluno, unicamente, pois pode ser apreciado por um público variado de leitores, sendo eles: os próprios alunos, professores em diversos níveis de formação, ou, ainda, quaisquer interessados pelo assunto discutido no livro.

As etapas de produção do livro basearam-se, inicialmente: 1) na pesquisa em diversas fontes, tais como: livros, *sites*, revistas e artigos, coleta de informações ilustradas, fotografadas que ilustrassem o tema; 2) na escrita, diagramação e impressão da versão preliminar (consideramos essa a etapa mais trabalhosa e demorada da pesquisa); 3) na avaliação do paradidático pelos sujeitos da pesquisa.

Durante esse processo de elaboração do livro, houve constante preocupação em relação à interação do texto com o leitor, bem como com a linguagem a ser utilizada.

A segunda etapa de elaboração foi desafiadora, pois escrever e disponibilizar as ideias carregadas de conhecimentos científicos, de forma clara e, ao mesmo tempo, que não fossem cansativas, demandou muitas horas de empenho. Modificamos, inúmeras vezes, a forma de expressar um assunto, os carboidratos, foi um exemplo. Ora o texto estava muito científico, ora muito simples. O processo de industrialização da cana-de-açúcar também foi um assunto trabalhoso, pois havia muitas etapas incluídas nesse processo, com o agravante de envolverem muitos conhecimentos técnicos.

A maneira que encontramos para amenizar tais dificuldades foi nos apoiar no pensamento de Santos (2008) e utilizar alguns recursos didáticos visuais, capazes de relacionar o texto escrito com a linguagem não verbal, e, assim, proporcionar uma leitura mais rápida, fácil e eficaz. São eles: desenhos, figuras, tabelas, símbolos, gráficos, infográficos, entre outros apresentados nas figuras de 5 a 8. Tais recursos mesclam aspectos motivacionais, representacionais, interpretativos e avaliativos, que, juntos, fazem parte do processo de aprendizagem. Além disso, permitem um constante diálogo entre docente e estudantes e entre estudantes e estudantes, compartilhando as ideias desenvolvidas em grupo, para fortalecer o conhecimento e a formação humanística (SANTOS, 2008) sobre o tema escolhido, por meio da contextualização e interdisciplinaridade existente.

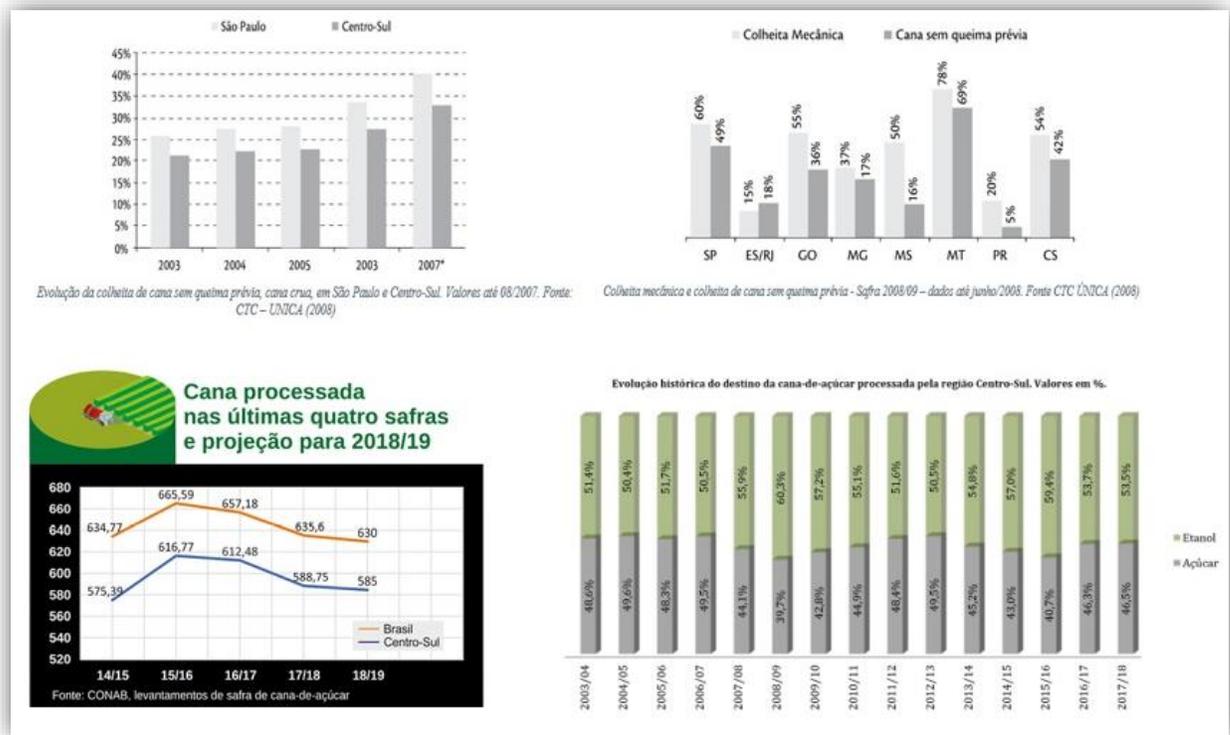


Figura 5 – Trechos do *QuimiCANA* que fazem uso de diferentes tipos de gráficos como recursos didáticos, a fim de tornarem a leitura menos densa.



Figura 6 - Trecho do *QuimiCANA* que faz uso de história em quadrinhos como recurso didático.

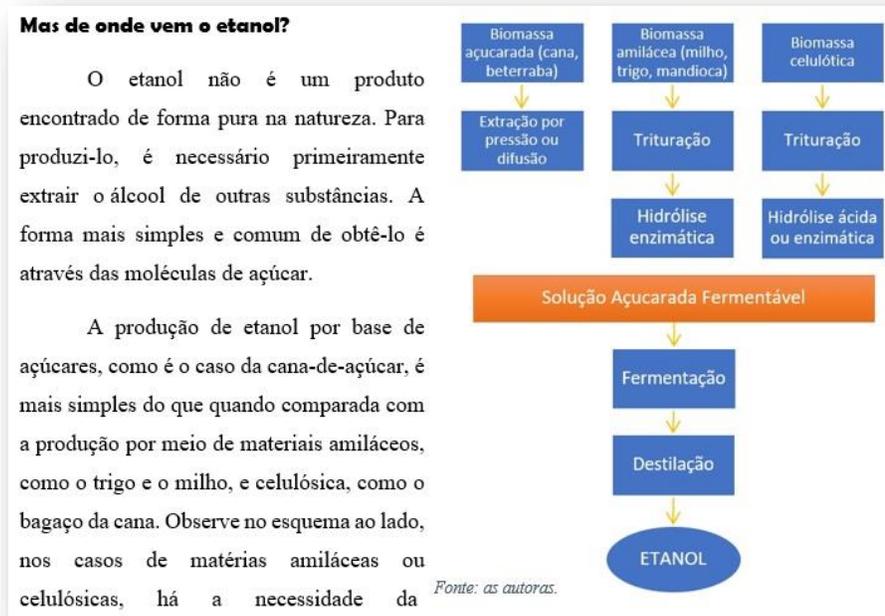


Figura 7 - Trecho retirado do livro *QuimiCANA* que representa o uso de esquemas como um tipo de recurso didático visual.

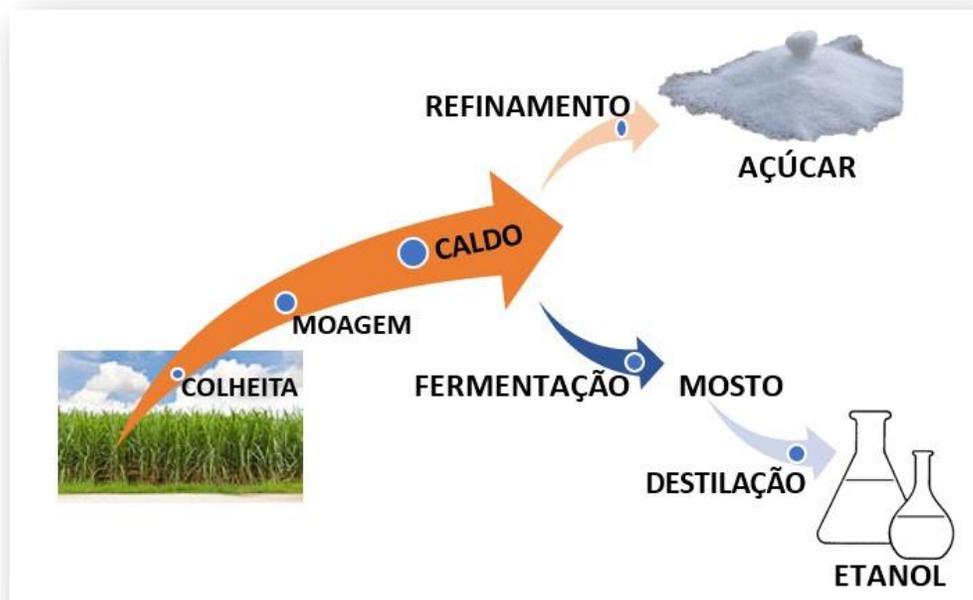


Figura 8 - Trecho com uso de infográfico como recurso didático no *QuimiCANA*.

Para muitos investigadores, inclusive para Bottentuit Junior, Lisboa e Coutinho (2011), quando há o uso de recursos, os indivíduos aprendem melhor, pois, ao associar textos e imagens, o processo de ensino e aprendizagem acontece mais facilmente.

Em nível educacional, temos ainda poucos estudos realizados na área dos infográficos<sup>10</sup> como ferramenta didática (BOTTENTUIT JUNIOR; LISBOA; COUTINHO, 2011). Nesse contexto, Bottentuit, Lisboa e Coutinho, (2011) destacam sua utilização, podendo ser um grande contributo para o ensino e aprendizagem de diversos tipos de conteúdos, em especial, aqueles que visam descrever uma sequência de ações complicadas, caso das ciências exatas, em que, normalmente, o conhecimento é visto de forma abstrata, ou, mesmo, estática, dificultando, assim, o processo de apreensão dos conteúdos.

Contudo, é necessário estarmos atentos ao fato de que a informação não é simplesmente uma acumulação de dados sem nenhum nexo, pelo contrário, uma boa informação tem que

<sup>10</sup> Infográfico: meio de apresentar informações em que se predomina elementos gráficos como, por exemplo, fotografias, desenhos e diagramas, associados aos textos ou dados que sintetizam o assunto. Os infográficos podem ser estáticos, possuem animações e permitem a interatividade do usuário com o conteúdo. ROCHA, E. F. O Programa Nacional do Livro Didático como produto de interesses políticos, econômicos e pedagógicos: Um estudo sobre os livros digitais de Química. Orientadora: Irene Cristina de Mello. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, 2018. 252f.

oferecer ao utilizador uma multiplicidade de caminhos, para que possa construir seu conhecimento (BOTTENTUIT; LISBOA; COUTINHO, 2011).

A busca por maiores *informações boas*, isto é, informações, isto é, informações adequadas e contextualizadas sobre o assunto tratado pelo paradidático, conduziu a produção de um infográfico representado pela figura 8. Este recurso teve o intuito de exemplificar um complexo processo do destino da cana-de-açúcar, da colheita até a industrialização. Como iniciante no ramo, consideramos como uma grande conquista nossa a elaboração desse recurso didático.

Nos subtítulos abaixo são exploradas as três dimensões estruturantes do paradidático *QuimiCANA*.

## 4.2 OS CONHECIMENTOS QUÍMICOS ABORDADOS

Segundo Callegario *et al* (2015) a Química tem sido frequentemente apresentada em sala de aula através da exposição de fórmulas, definição de leis e conceitos de maneira desarticulada e na resolução de exercícios repetitivos. Esta prática reduz a aprendizagem a um processo automatizado de memorização e não pela construção dos conhecimentos através das competências e habilidades adquiridas.

Propondo romper com o ensino tradicional, no material paradidático *QuimiCANA*, a abordagem dos conteúdos químicos é feita de maneira a relacioná-los, de forma contextualizadora, ao cotidiano dos leitores, por meio da abordagem CTS.

Nessa perspectiva, o livro paradidático elaborado apresenta uma sequência ramificada do tema principal (cana-de-açúcar), relacionando seus produtos, subprodutos e derivados. Partindo desses assuntos ramificadores, é possível entender e explicar diversos processos de transformação da matéria (cana-de-açúcar) com o olhar químico e científico.

O *QuimiCANA* aborda, de maneira inter e multidisciplinar, assuntos comuns à temática cana-de-açúcar, de cunho histórico, social, econômico, cultural, geográfico, biológico, entre outros, que possibilitam discutir e ensinar Química na perspectiva da abordagem CTS.

Entre os principais conteúdos químicos abordados no *QuimiCANA*, podemos destacar em ordem aleatória alguns deles, apresentando-os nos subtítulos a seguir: composição da planta e ligação glicosídica; fórmula estrutural; carboidratos e glicídios; separação de

misturas; coloides; reações exotérmicas, entalpia e calor; concentração das soluções; estados físicos da matéria; poder calorífico de alguns alimentos; função oxigenada álcool; soluto e solvente; algumas reações químicas; grau Gay-Lussac; plásticos, polímeros, polietileno e reação de polimerização; transformações químicas e físicas da matéria; Química Orgânica X Inorgânica.

#### 4.2.1 Composição da Planta e Ligação Glicosídica

Durante a explicação da *composição da planta* (figura 9), apresentamos um dos seus principais componentes, que é a sacarose. Dessa forma, ampliamos a discussão do tema para um ponto de vista dominado também pela área de Biologia e que tem muito a contribuir com o assunto. A união de duas grandes áreas do conhecimento, Biologia e Química, deu origem à disciplina Bioquímica, incluída nos currículos acadêmicos.

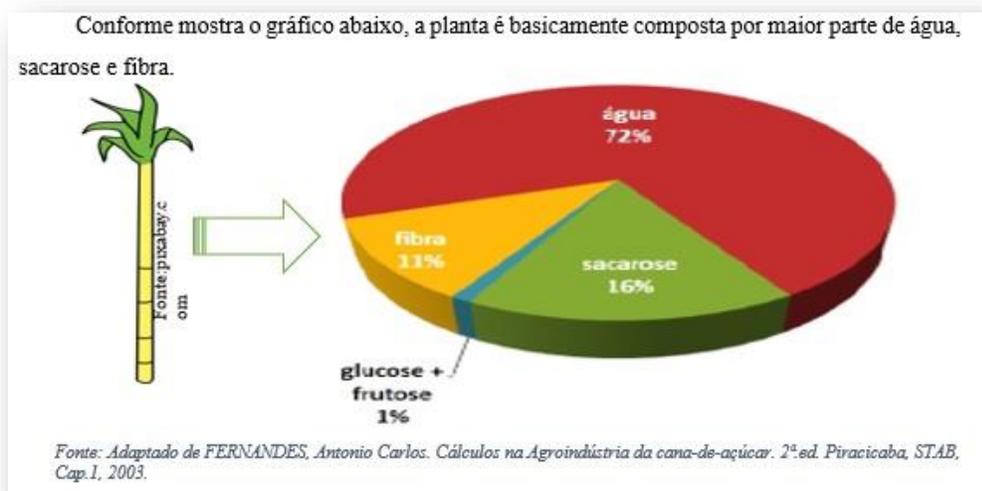


Figura 9 – Imagem da composição da cana-de-açúcar retirada do *QuimiCANA*.

Logo na sequência, destacamos a presença de uma *ligação glicosídica* (figura 10), presente na sacarose.

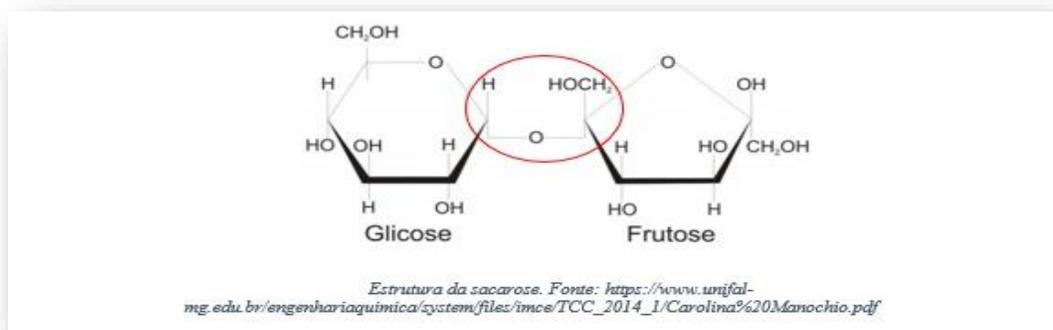


Figura 30 - Trecho retirado do *QuimiCANA* que fala sobre a sacarose e a ligação glicosídica que a compõe.

#### 4.2.2 Fórmula Estrutural

O assunto sacarose é veiculado ao leitor por meio da linguagem química, representando-a pela sua fórmula estrutural. Neste momento não é explicado o que é uma fórmula estrutural. O intuito neste trecho é enfatizar o uso de diversas formas de linguagens.

Só então, mais à frente, com o assunto álcool, apresentamos ao leitor o conteúdo de fórmula estrutural e fórmula molecular (figura 11).

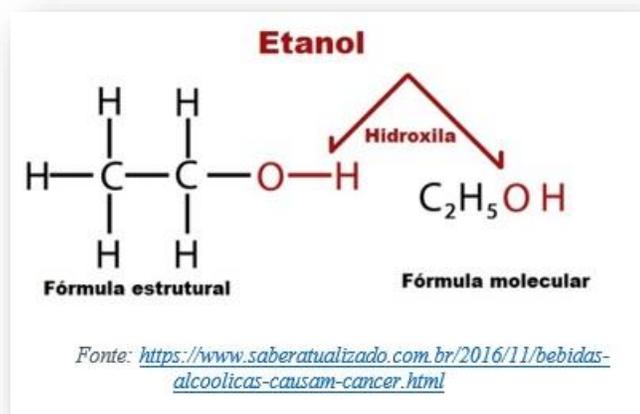


Figura 11 - Trecho que apresenta fórmulas: estrutural e molecular no *QuimiCANA*.

### 4.2.3 Carboidratos e Glicídios

Com o açúcar e seus derivados foi possível abordar o conceito de *carboidratos*, explicando a comum confusão entre os diferentes nomes dados aos açúcares (figura 12).

Açúcar é um termo genérico para se definir carboidratos cristalizados e comestíveis e os *glicídios*, estes, que, por sua vez, podem ser chamados e conhecidos como samarídeos, carboidratos, açúcares, ou, ainda, hidratos de carbono.

#### 4.2.4

**CAPÍTULO 5 – AÇÚCAR, UM CARBOIDRATO QUE PODE VIR DISFARÇADO COM VÁRIOS NOMES**

**Você sabia que os carboidratos, os glicídios e os açúcares podem ser considerados sinônimos?**

Açúcar é um termo genérico para se referir aos carboidratos cristalizados e comestíveis e também aos glicídios. Sua principal característica é o sabor adocicado. Entretanto, muitas pessoas confundem os termos e acham que são três substâncias diferentes, mas não são!

Os açúcares se dividem em **carboidratos simples** e **carboidratos complexos**.

Os monossacarídeos como glicose

Glicídio
Glicídios (do grego <i>glicos</i> , "doce") são moléculas orgânicas constituídas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, <b>também conhecidos como açúcares</b> , samarídeos, carboidratos ou hidratos de carbono.

Figura 12 - Trecho do livro *QuimiCANA* que questiona o aluno sobre o conteúdo Carboidrato.

### Separação de Misturas

Durante a explicação do processo de industrialização para a fabricação do açúcar, foi possível abordar brevemente outros conceitos, tais como: algumas técnicas de *separação de misturas*.

- Decantação:

Esse processo acontece, de forma natural, com a própria ação da gravidade e do tempo; separam-se materiais sólidos, ou, mesmo, líquidos, que apresentem densidade superior à da mistura na qual estão inseridos (figura 13).

Durante o tratamento térmico, o caldo misto é aquecido da temperatura de 90°C até 105°C. O sistema de aquecimento do caldo é composto por vários trocadores de calor funcionando em série. Nesta temperatura, está adequado à decantação e pasteurização, isto é, praticamente isento de bactérias contaminantes não esporuladas. É posto em repouso para que haja remoção das impurezas por floculação e posterior sedimentação.

Um dos pontos a ser considerado é o controle da temperatura do caldo a clarificar, pois se ele estiver aquecido acima do limite poderá aparecer cor durante o processo. Por outro lado, se a temperatura do caldo for baixa, prejudicará as fases de floculação e sedimentação dos coloides.



Portanto, além da temperatura, existem outros fatores para a obtenção de um caldo clarificado de qualidade: a qualidade e quantidade dos agentes clarificadores (cal), o controle do pH e o tempo de decantação.

#### Decantação

É um processo físico natural, que permite separar um material sólido ou líquido de outros materiais com densidades diferentes.

Figura 13 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: decantação.

- Filtração:

Outro tipo de separação de misturas é o processo de filtração (figura 14), onde o sólido fica retido em um filtro (existem vários tipos de filtros), enquanto o líquido passa.

No processo de decantação realizado na fase anterior, o caldo se separa em duas partes:

- Caldo claro, que é sobrenadante;
- Lodo, que se espessa no fundo do decantador.

O caldo claro segue para a destilaria, enquanto o **lodo deve ser filtrado** para que separe o caldo do material precipitado, contendo sais insolúveis e bagacilho (bagaço fino).

#### Filtração

É um outro tipo de processo de separação de materiais, onde o sólido fica retido em um filtro, enquanto o líquido passa. Existem vários tipos de filtros com espessuras diferentes.

Figura 14 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: filtração.

- Flocculação:

O processo de flocculação, também é um tipo de separação de misturas que acontece durante o processo de produção do açúcar, apresentados nas figuras de 15 a 17 com os trechos do livro *QuimiCANA*:

Durante o tratamento térmico, o caldo misto é aquecido da temperatura de 90°C até 105°C. Seu sistema de aquecimento é composto por vários trocadores de calor, funcionando em série. Essa temperatura está adequada à decantação e pasteurização, isto é, praticamente, o caldo está isento de bactérias contaminantes não esporuladas. É posto em repouso, para que haja remoção das impurezas por flocculação e posterior sedimentação.

Figura 15 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: flocculação.

A Flocculação, no campo da química, é o processo onde coloides saem de suspensão na forma de agregados, formando partículas maiores, ditos *flocos* ou *flóculos*. A cal é usada no processo de produção de açúcar como agente flocculante, que induz a formação desses flóculos.

utilizam cal como agente principal que atua como alcalinizante (torna a solução básica), flocculante (formam-se flóculos que carregam a sujeira) e precipitante (formam-se sólidos na solução

Figura 16 – Outro trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: flocculação.

Um dos pontos a ser considerado é o controle da temperatura do caldo a clarificar, pois se ele estiver aquecido acima do limite poderá aparecer cor durante o processo. Por outro lado, se a temperatura do caldo for baixa, prejudicará as fases de floculação e sedimentação dos coloides.

Figura 17 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando dois tipos: floculação e decantação.

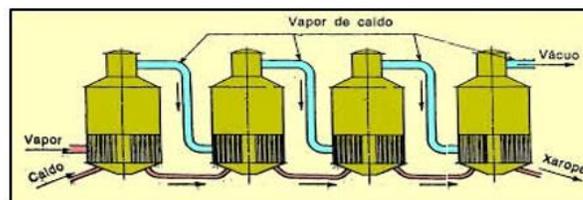
- Evaporação:

É um processo físico que consiste na passagem lenta e gradual de um estado líquido para um estado de vapor, em função do aumento natural ou artificial de temperatura (figura 18).

#### 4. EVAPORAÇÃO

Não cabe no âmbito deste livro a descrição detalhada deste processo e dos aparelhos a vácuo. Daremos apenas ligeira ideia do assunto, pois existem vários tipos de evaporadores.

Os evaporadores a vácuo são grandes vasos fechados, em número de dois a cinco, dispostos em linha e ligados de maneira especial. O caldo que está no primeiro vaso é aquecido por meio de vapor injetado, mas não entra em contato com ele. Os vapores desprendidos do caldo em ebulição no primeiro vaso são levados para o segundo e fazem ferver o caldo. Os vapores desprendidos do caldo em ebulição no segundo vaso são levados ao terceiro, e assim sucessivamente nas mesmas condições até o último, no qual os vapores desprendidos do caldo em ebulição seguem para um condensador especial, onde rapidamente retornam ao estado líquido, fenômeno chamado de condensação ou liquefação.



Fonte: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod\\_resource/content/1/a7\\_%20A%C3%A7%C3%BAcar\\_concentracao%202016.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod_resource/content/1/a7_%20A%C3%A7%C3%BAcar_concentracao%202016.pdf)

Sabe-se que 1Kg de vapor pode evaporar, praticamente, 1 Kg de água. Esse processo denomina-se **múltiplo efeito** e pode evaporar tanto mais água quanto maior for o número de vasos, veja:

Figura 18 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: evaporação.

- Destilação:

É um método de separação de misturas. Existem dois tipos de destilação: a fracionada e a simples. Ambos consistem, basicamente, no aquecimento da mistura até sua ebulição, seguida da condensação dos vapores do líquido. Entretanto, as misturas que podemos separar por meio da destilação simples não são as mesmas que podemos separar pela destilação fracionada. Na destilação simples, separamos uma mistura homogênea que apresenta um sólido dissolvido em um líquido. Já na fracionada, separamos uma mistura homogênea que apresenta um líquido dissolvido em outro líquido.

A destilação é uma técnica aplicada no processo de obtenção do álcool, durante a etapa de fermentação, conforme o trecho apresentado na figura 19, retirado do livro *QuimiCANA*:

**2. DESTILAÇÃO DO MOSTO FERMENTADO**

O próximo passo é separar dessa mistura, o etanol do mosto fermentado. Nesse caso então, o líquido misturado é destilado. O processo de destilação industrial é largamente utilizado na sociedade em que vivemos. Varia-se a quantidade de colunas de destilação, algumas com 8 metros de altura, onde o álcool é evaporado e condensado em uma série de 90 bandejas superpostas.

O biocombustível resultante da destilação encontra-se na forma hidratada, uma mistura binária álcool-água. Mais conhecido como etanol, este biocombustível também pode ser chamado de álcool hidratado. São empregados com o objetivo de substituir combustíveis de origem fóssil, trazendo benefícios ao meio ambiente não só pela preservação desses recursos, como também pela redução de gases que causam o efeito estufa.

**3. DESIDRATAÇÃO**

Destilação
<p>É um processo físico de separação de misturas homogêneas, geralmente entre líquidos. Esse processo é baseado na diferença da temperatura de ebulição. Quando a mistura é aquecida, o líquido que possui menor ponto de ebulição evapora primeiro, ou seja, muda do estado líquido para o gasoso, passando por uma coluna e chega até o condensador, onde retorna ao estado líquido e é coletado separadamente.</p>

Figura 19 - Trecho do livro *QuimiCANA* que retrata a abordagem do conteúdo separação de misturas, destacando o tipo: destilação.

#### 4.2.5 Coloides

Esse e outros conceitos podem ser revisados/relembrados pelo leitor em boxes que se encontram ao lado do texto principal, como apresenta a imagem 20.

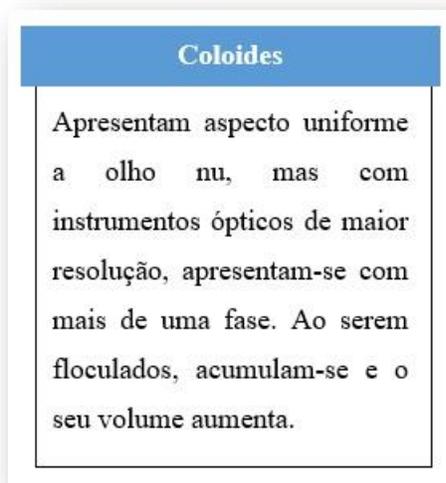


Figura 20 - Trecho que retrata a abordagem do conteúdo de coloides no *QuimiCANA*.

#### 4.2.6 Reações Exotérmicas, Entalpia e Calor

Abordamos também com o assunto *álcool*, curiosidades que envolvem o conceito de *entalpia* (figuras 21 e 22): reações endo e exotérmicas, liberação de calor, combustão, ponto de fulgor, ponto de autoignição.

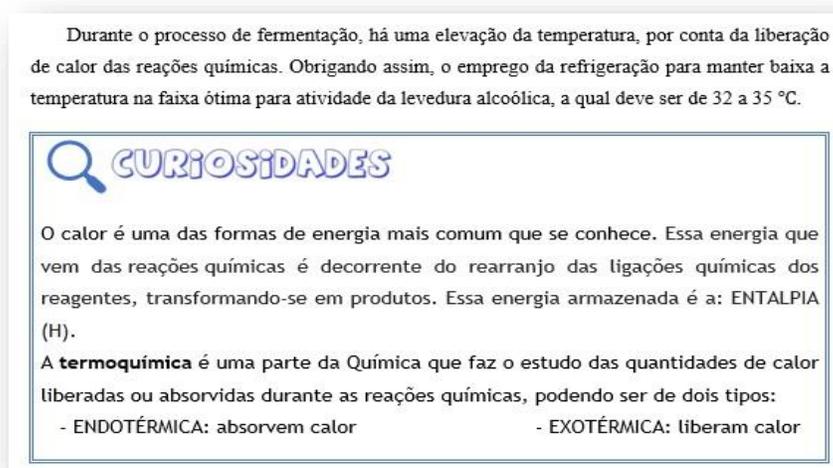


Figura 21 - Trecho do paradidático que explica sobre entalpia, reações endotérmicas e exotérmicas.

geralmente é utilizada na construção civil.

No tratamento químico, o caldo recebe cal, a fim de flocular os coloides. Para um bom entendimento do processo de calagem, é preciso conhecer exatamente as reações que ocorrem. O CaO reage com H<sub>2</sub>O para formar cal hidratada através de uma reação exotérmica conforme segue:

$$\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \text{ ----- } \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CALOR}$$

Quando uma certa quantidade de leite de cal é adicionada ao caldo misto aquecido, a formação de precipitados pode ser observada - no começo em pequena quantidade, mas com partículas muito volumosas.

**Coloides**

Apresentam aspecto uniforme a olho nu, mas com instrumentos ópticos de maior resolução, apresentam-se com mais de uma fase. Ao serem floculados, acumulam-se e o seu volume aumenta.

**Reações exotérmicas**

São aquelas que liberam energia na forma de calor durante uma reação química.

Figura 22 - Outro trecho do paradidático que explica sobre reações exotérmicas.

#### 4.2.7 Concentração da Mistura

O trecho que retrata a abordagem do conteúdo concentração das misturas no *QuimiCANA* é apresentado nas figuras 23 e 24:

Caso, após o ponto de melado, a fervura desse caldo continue (como é dito popularmente, para ficar mais “apurado”) ficará muito concentrado, por meio do processo de desidratação do caldo ao evaporar-se. Então teremos como resultado, um outro subproduto chamado de **rapadura**.



Figura 23 – Trecho retirado do *QuimiCANA* com exemplificação da concentração das soluções durante o processo de formação da rapadura.

Quando realizamos uma mistura de soluções que apresentam o mesmo soluto (açúcar) e o mesmo solvente (água), haverá alterações na massa do soluto e no volume da solução resultante.

Em Química, concentração é um indicativo de composição de uma mistura, geralmente expressa como sendo a razão entre a quantidade de uma substância e o volume da mistura.

Nesse sentido, é possível realizar o cálculo da concentração tanto das soluções que serão misturadas (soluções iniciais) quanto da solução resultante da mistura (solução final). As modalidades de concentração mais utilizadas são a concentração comum e a molaridade.

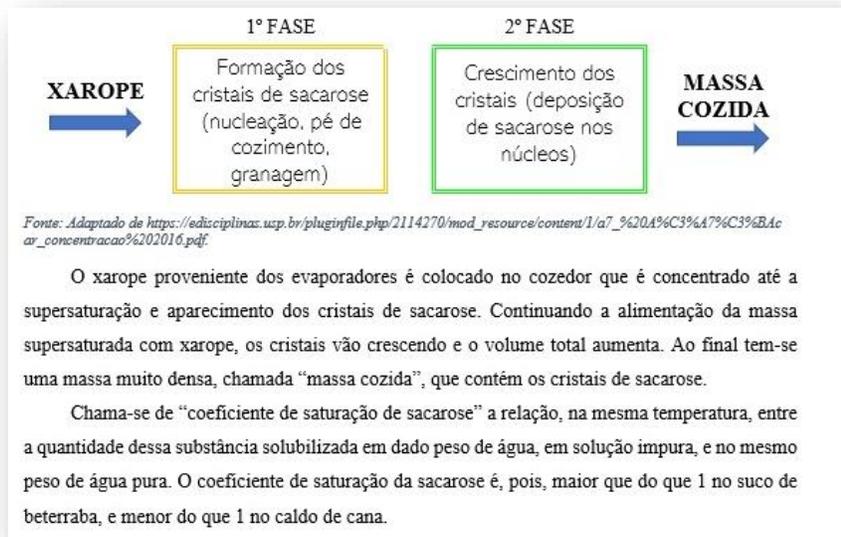


Figura 24 – Trecho retirado do **QuimiCANA** que traz uma exemplificação da concentração das misturas quando supersaturada (muito concentrada) e explicação do coeficiente de saturação da sacarose.

A cristalização da sacarose, processo apresentado na figura 24, que também é um exemplo prático para a percepção das diferentes concentrações que uma solução pode ter, é detalhada na sequência do material e representada na figura 25:

## 6. CRISTALIZAÇÃO

Essa massa é descarregada nos “cristalizadores”, vasos geralmente abertos e providos de dispositivos para movimentar a massa - onde se resfria e completa a cristalização.

Antigamente separavam-se os cristais de açúcar do mel colocando-se a massa cozida em formas ou barris de madeira, com paredes bem inclinadas e fundo perfurado. No fim de alguns dias, o mel tinha-se escoado pelas perfurações do fundo, ficando os cristais retidos. Tal processo é caro e moroso; entretanto é praticado ainda em alguns engenhos.

Modernamente, as usinas utilizam, para separar o açúcar do mel, unicamente turbinas, aparelhos que fazem essa dissociação em apenas alguns minutos.

A massa cozida, após ter completada sua cristalização, é turbinada e dá origem ao açúcar e a um mel, que possui sacarose recuperável por nova cristalização, em outro cozimento. Para se chegar a um completo esgotamento, isto é, ao ponto de inexistência de sacarose recuperável, podem ser necessários de três a quatro cozimentos sucessivos.

### Recristalização

Também chamado de extração por cristalização. É um processo físico natural, baseado na diferença de solubilidade de substâncias presentes em materiais, utilizando-se da variação dessa propriedade com a temperatura.

Figura 25 – Exemplificação prática de diferentes concentrações possíveis para uma dada solução, apresentadas no livro *QuimiCANA*.

## 4.2.8 Estados Físicos da Matéria

No processo industrial para extração e obtenção do açúcar, é possível abordar as transformações de estado físico (figura 26), nomeando os processos de mudança de um estado para outro, de forma aplicada, ocasião em que o aluno pode ter uma exemplificação prática do conceito.

no primeiro vaso são levados para o segundo e fazem ferver o caldo. Os vapores desprendidos do caldo em ebulição no segundo vaso são levados ao terceiro, e assim sucessivamente nas mesmas condições até o último, no qual os vapores desprendidos do caldo em ebulição seguem para um condensador especial, onde rapidamente retornam ao estado líquido, fenômeno chamado de condensação ou liquefação.

Figura 26 – Trecho do *QuimiCANA* que expressa os diferentes estados físicos e o nome dos seus processos de transformação de um para outro.

#### 4.2.9 Poder Calorífico de Alguns Alimentos

O processo de transformação da cana-de-açúcar, tanto o industrial, como o caseiro, resultando em derivados de açúcar, possibilitou ao leitor conhecer e aumentar o leque de produção, a partir do vegetal. E, ao serem apresentados esses assuntos, foi possível introduzir o *poder calorífico* de alguns alimentos (figura 27), que é a quantidade de energia que será transferida ao nosso corpo, quando comparados, segundo sua composição nutricional:



Figura 27 - Trecho do paradidático *QuimiCANA* que explica sobre a composição nutricional de alguns alimentos, comparando a quantidade em gramas com o valor calórico de cada um deles.

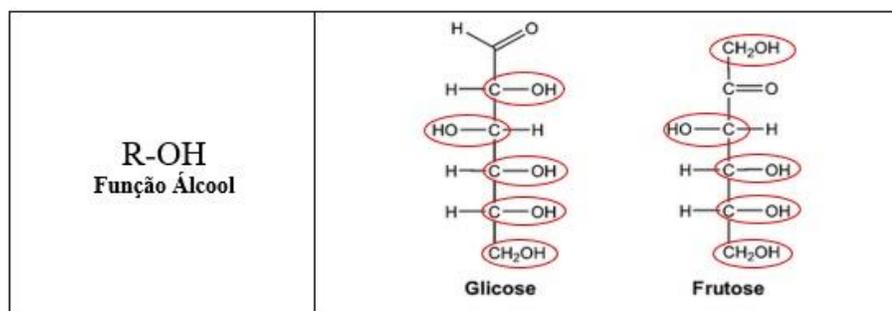
#### 4.2.10 Função Oxigenada Álcool

Com o etanol e seus subprodutos, foi possível discutir sobre: Química Orgânica, com a *função oxigenada – álcool*, apresentada tanto na linguagem escrita e textual, quanto com a linguagem química e simbólica (figura 28), mostrando sua representação estrutural,

classificações, construção da nomenclatura e exemplos do cotidiano, com relação ao emprego do termo álcool.

Os álcoois são substâncias orgânicas, cujas moléculas possuem uma ou mais hidroxilas (-OH) ligadas à átomos de carbono saturados (que realizam somente ligações simples) de uma cadeia carbônica. Então, tem-se o grupo funcional: álcool.

As moléculas dos açúcares: glicose e frutose, apresentadas nos capítulos anteriores e que por sua vez compõem a sacarose, são ótimos exemplos para observarmos a presença da função álcool:



*Fonte: as autoras.*

Um álcool pode ser classificado de duas formas:

- De acordo com o número de hidroxilas:

1 hidroxila (-OH)	2 hidroxilas (-OH)	Mais de 3 hidroxilas (-OH)
álcool ou monoálcool	“Glicol” ou “diol”	Poliol ou poliálcool
Ex.: Metanol, etanol	etilenoglicol	Glicerina, sorbitol, xilitol

Figura 28 – Trecho do paradidático *QuimiCANA* que aborda a explicação da função orgânica álcool.

#### 4.2.11 Soluto e Solvente

Durante o processo de obtenção do álcool anidro é possível explicar o conceito de solvente (figura 29), exemplificando, dentro do próprio processo de industrialização, além de mostrar ao aluno onde é aplicado, de maneira prática, o que ele está aprendendo.

Soluto e solvente são os dois componentes de uma mistura homogênea chamada de solução química. Soluto é a substância que se encontra dispersa no solvente. Corresponde a substância que será dissolvida e, geralmente, apresenta-se em menor quantidade na solução.

por adição de solvente: um solvente é colocado junto ao álcool hidratado, onde se mistura apenas com a água, e conseqüentemente os dois (solvente e água) são evaporados juntos. Restando apenas o álcool anidro, com graduação alcoólica em cerca de 99,5%.

moleculas são retiradas ou eliminados dela, criando-se um novo composto orgânico, além de um composto inorgânico que é formado pela parte que foi eliminada.

Figura 29 – Trecho do paradidático que explica a aplicação do uso de um solvente.

#### 4.2.12 Ponto de Fulgor, Ponto de Combustão e Ponto de Ignição

Com o assunto álcool, fala-se bastante em combustão e, para que o leitor compreendesse melhor o porquê do etanol se comportar de formas diferentes em diferentes temperaturas (figura 30), abordamos, então, os conteúdos de ponto de fulgor, ponto de combustão e ponto de ignição.

A partir da temperatura de 13 °C, o etanol começa a emitir vapores que, em contato com outras fontes de calor, possibilita que ele entre em combustão. Essa marca (figura 72) é chamada de **ponto de fulgor**, o que não significa que ele necessariamente pegue fogo nesse ponto, apenas indica que há chances de isso acontecer, caso um agente externo reaja sobre ele. Já seu **ponto de autoignição**, temperatura mínima para que a combustão ocorra sempre, mesmo sem o contato direto com uma fonte de calor, é de 363 °C. É por isso que, em baixas temperaturas, o álcool combustível não funciona dentro do motor, pois os automóveis se movimentam com a energia proveniente da queima dos combustíveis. Abaixo dos 13° C, o etanol perde sua capacidade de combustão e se torna inutilizável como combustível.



Figura 30 – Trecho do paradidático que aborda sobre os conceitos de ponto de fulgor, ponto de autoignição e ponto de combustão.

### 4.2.13 Algumas Reações Químicas

Algumas *Reações químicas* são abordadas (figuras 31 a 34), durante a explicação do processo de fermentação, hidrólise, oxidação, desidratação, eliminação, adição:

Sendo a sacarose um açúcar mais complexo, isto é, composto por uma molécula de glicose e uma de frutose, antes de ser transformada em álcool deverá ser desdobrada em seus componentes mais simples, pois a levedura não é capaz de utilizá-la em sua forma integral. Essa degradação da sacarose é denominada hidrólise, e é levada a efeito pela enzima invertase, a qual é produzida pela própria levedura.

Figura 31 – Trecho do paradidático que apresenta a explicação da reação de hidrólise.

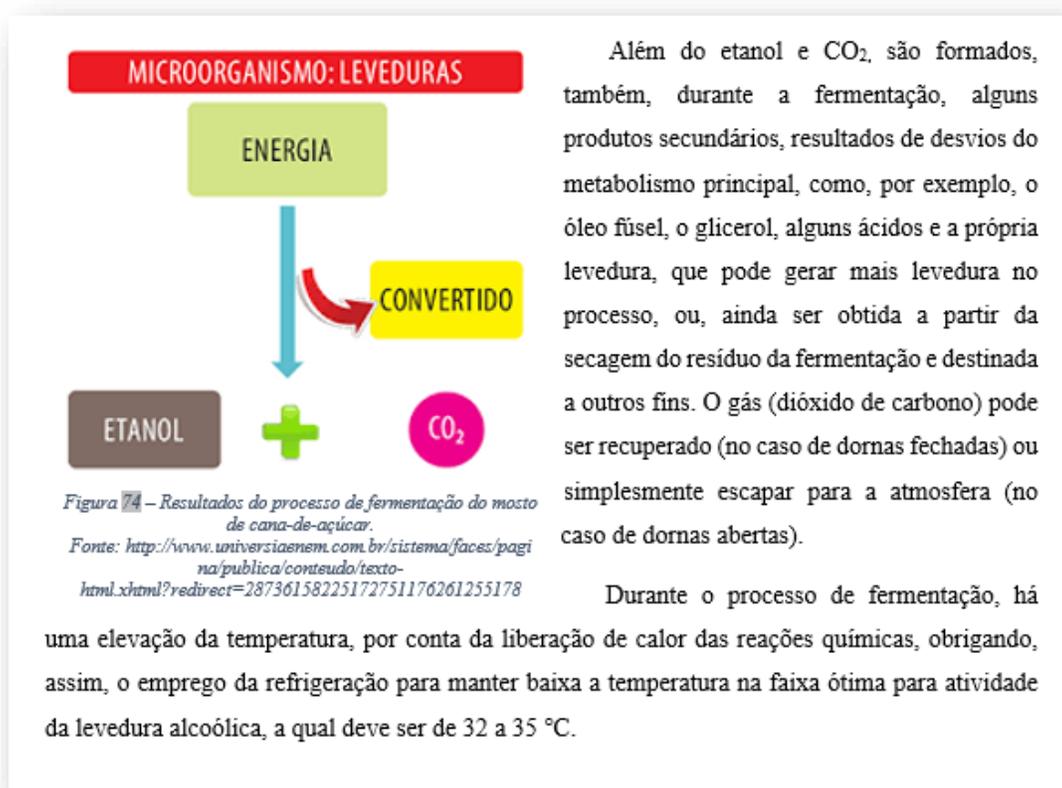


Figura 32 – Trecho do paradidático que explica a reação de fermentação durante o processo de produção do álcool.

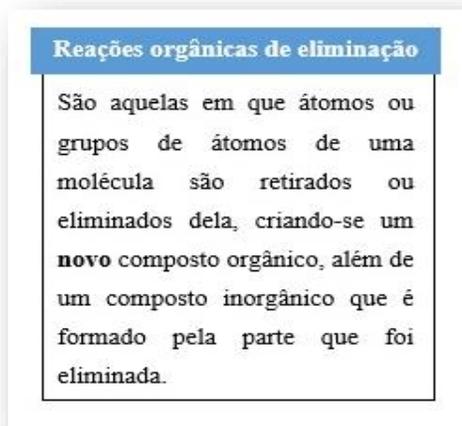


Figura 33 – Trecho que aborda a explicação de Reações de eliminação apresentada no *QuimiCANA*.

Aproveitamos, ainda dentro do assunto da caracterização da planta, sua composição formada por sacarose, para já discutir, sob o olhar da Química Orgânica, exemplificando uma *reação de adição*, ao explicar a *reação de formação da sacarose*.

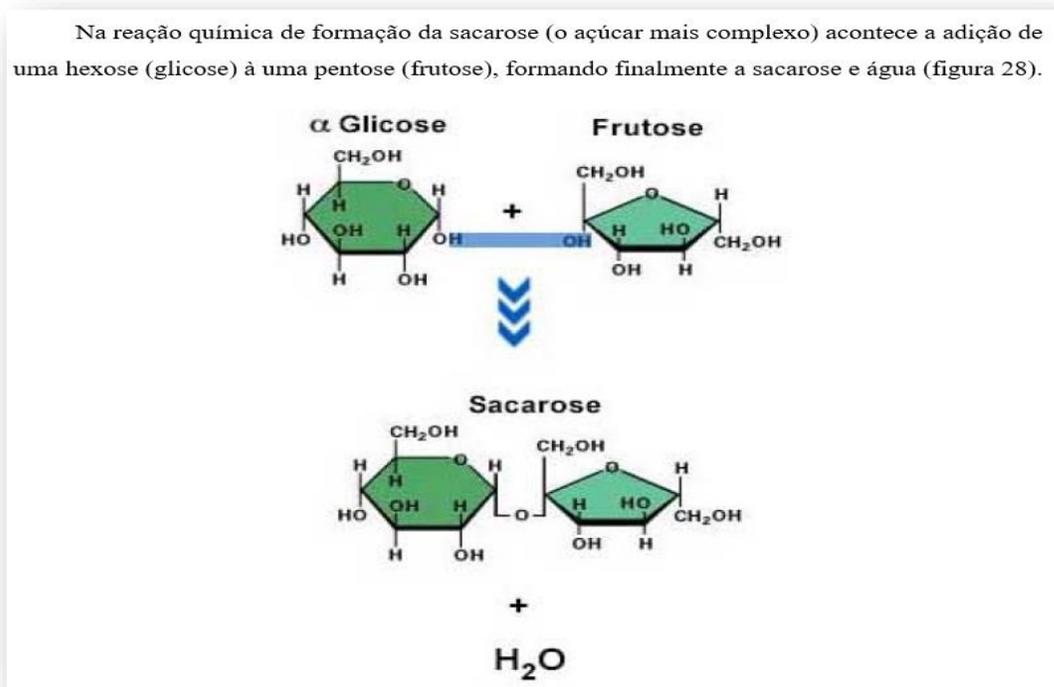


Figura 34 – Reação de adição apresentada no *QuimiCANA* durante o processo de formação da sacarose.

#### 4.2.14 Grau Gay-Lussac

O grau Gay-Lussac, geralmente abreviado como grau GL, é uma fração de volume. Essa é uma escala de medida muito usada em bebidas alcoólicas, por apresentar a quantidade em mililitros de álcool absoluto contida em 100 mililitros de mistura hidro alcoólica, e, como estávamos abordando as características desse mesmo assunto, no texto do livro, empregamo-la como complemento à discussão (figura 35).

**Você sabia que existe uma medida própria para mensurar o teor alcoólico de um líquido?**

O grau GL, ou grau Gay-Lussac, é a porcentagem em volume de um dos componentes da mistura. Uma amostra de álcool com 96 °GL tem 96% em volume de álcool e 4% em volume de água. Existe também outra medida, o grau INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) que é a porcentagem em massa de uma das substâncias presentes numa mistura.

Figura 35 – Trecho do *QuimiCANA* que explica o conceito e aplicação da escala de grau GL.

#### 4.2.15 Plásticos, Polímeros, Polietileno e Reação de Polimerização

Ao apontarmos problemas ambientais ocasionados pelo acúmulo de resíduos plásticos, definimos o que é *plástico*, exemplificamos com o tipo que é mais conhecido e utilizado no Brasil, o *polietileno*.

Ao apresentarmos o polietileno, já o fazemos com a utilização da linguagem química, apresentando sua estrutura e comparando-a com um outro tipo de plástico com características semelhantes. E, ao mostrar como é a obtenção desse tipo de plástico, apresentamos, também, de forma escrita (figura 36), como ocorre uma *reação de polimerização*.

Quimicamente falando o plástico mais conhecido e utilizado no Brasil é o polietileno. Esse plástico é obtido através da polimerização do etileno (matéria prima proveniente do petróleo ou do etanol de cana-de-açúcar), processo que pode ser assim representado:



Nessa polimerização, tomam parte muitas moléculas do reagente, que se unem sucessivamente, formando uma macromolécula. No esquema apresentado, “n” é um número muito grande, que vai em geral de 500 a 100.000 moléculas de monômeros.

O polietileno verde é um plástico produzido a partir do etanol de cana-de-açúcar, uma matéria-prima renovável, portanto pode ser considerado um álcool evoluído; ao passo que os polietilenos tradicionais utilizam matérias-primas de fonte fóssil, como petróleo ou gás natural.

Figura 36 – Definição de polietileno no *QuimiCANA*.

#### 4.2.16 Transformações Químicas e Físicas da Matéria

Ao mencionar a modernização das unidades de produção, que, antes, eram engenhos movidos a tração animal, passando a ser usinas movidas por máquinas a vapor, durante a explicação da *história da cana-de-açúcar e sua chegada em Mato Grosso*, foi possível preparar o leitor de forma rasa, mas que o conduziu ao conceito do assunto transformações químicas e físicas, mais adiante do texto. Essa mudança de tecnologia no antigo processo de produção do açúcar, já era indicativo do domínio deste conhecimento.

Já com o assunto *cogeração de energia elétrica* (figura 37), foi possível entender as transformações da matéria, ao passar por diferentes condições e mudanças na sua constituição, sendo que, a cada conversão, pode render lucro, além de *trabalho*.

Utilizando de uma outra lente de interpretação do processo, a química, também é possível entender e explicar as transformações envolvidas nessa tecnologia de conversão, capaz de gerar energia elétrica a partir da cana-de-açúcar...

A **energia térmica** é o calor liberado quando há a queima dessa biomassa nas caldeiras, processo esse, necessário para a produção de açúcar e etanol.

Esse jato de vapor transforma-se em **energia mecânica** ao girar uma turbina, que por estar interligada ao eixo de um gerador, faz com que este entre em movimento, acionando a geração de **energia elétrica**.

Figura 37 – Processos de transformação da matéria para obtenção de energia elétrica.

#### 4.2.17 Química Orgânica X Inorgânica

Ainda dentro do assunto álcoois, discutimos sobre as duas áreas de conhecimento que se ramificam da química: a Química Orgânica e a Química Inorgânica (figura 38).

Sua composição é de 52.24 % de Carbono, 13.13 % de Hidrogênio e 34.73 % de Oxigênio.

Dentre os compostos químicos, o etanol é considerado um **composto orgânico**, que são aqueles formados por cadeias de carbono. Isso faz com que ele seja encontrado mais facilmente em estado líquido ou gasoso, ao contrário dos compostos inorgânicos, como os minerais, que em seu estado natural costumam ser sólidos.

Figura 38 – Breve introdução à discussão de diferenciação de Química Orgânica e Inorgânica apresentados no *QuimiCANA*.

### 4.3 ABORDAGEM CTS NO PARADIDÁTICO: UMA SÍNTESE DA PROPOSTA COM ASPECTOS REFLEXIVOS SOCIAIS

Esse tipo de abordagem nos remete à reflexões sobre problemas cotidianos, sejam eles locais, regionais ou globais, de modo que, ao serem contextualizados, possam convergir para

um melhor entendimento de conceitos científicos, por terem aplicabilidade, em situações cotidianas, coletivas e individuais.

Portanto, a educação com enfoque CTS necessita apresentar “Organização conceitual centrada em temas sociais, pelo desenvolvimento de atitudes de julgamento, e por uma concepção de ciência voltada para o interesse social, visando a compreender as implicações sociais do conhecimento científico” (SANTOS; SCHNETZLER, 2010, p. 67).

Desse modo, o paradidático também propõe reflexões ao leitor acerca de temas socialmente polêmicos, como: fertilidade dos solos (presença de matéria orgânica), imigração, trabalho escravo, alcoolismo, *bullying*, destruição do meio ambiente, aditivos químicos nos alimentos, fontes de renováveis de produção de energia, que podem ser amenizados ou agravados, conforme o conhecimento científico é aplicado em tais situações. Alguns exemplos retirados do paradidático são apresentados, a seguir, nas figuras de 39 até 45.

- **melhora a fertilidade do solo**, pois aumenta os teores de matéria orgânica no solo, fenômeno chamado de Capacidade de Troca Catiônica (CTC). |

Em linhas gerais, CTC é a capacidade que um solo apresenta de armazenar nutrientes para que estes sejam posteriormente utilizados pelas plantas. A maior parte dos solos brasileiros é constituída por solos pouco férteis e pobres em matéria orgânica. O aumento da matéria orgânica propicia um aumento da atividade biológica e também um aumento da disponibilidade de nutrientes, como o **fósforo** e o **cálcio**. Todos esses fatores contribuem para o aumento da produtividade da cultura e possibilitam a redução da aplicação de fertilizantes, especialmente os fosfatados.

15	30,9738 ±5,5
288 44,2 1,82	<b>P</b>
(Ne)3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>	
<b>Fósforo</b>	

20	40,08 2
1440 838 1,55	<b>Ca</b>
(Ar)4s <sup>2</sup>	
<b>Calcio</b>	

Fonte: as autoras.

Figura 39 – Trecho do *QuimiCANA* com informações apresentadas ao leitor sobre fertilidade do solo.

Os regimes de trabalho, ilustrados criticamente pela charge abaixo, eram muito forçados. Esses trabalhadores, na ocasião da colheita, chegavam a trabalhar até 18 horas diárias. Com a mudança da economia brasileira para a monocultura do café, esses trabalhadores foram deslocados gradativamente dos engenhos para as grandes fazendas cafeeiras. Com o tempo, a economia dos engenhos entrou em decadência, sendo praticamente substituída pelas usinas. O termo engenho hoje em dia é usado para as propriedades que plantam cana-de-açúcar e a vendem, para ser processada nas usinas e transformada em produtos derivados.



Fonte: <http://planetadoalan.blogspot.com.br/2012/08/cana-de-acucar.html>

Figura 40– Discussão apresentada no livro *QuimiCANA* sobre o assunto escravidão.

Dessa forma, não é inteiramente correto chamar o etanol apenas de "álcool", justamente para não causar essa confusão com as nomenclaturas. Nem ingerir qualquer composto orgânico com a função álcool. Em seu estado puro, o álcool é altamente tóxico, já em misturas de baixo teor ele pode ser ingerido pelo ser humano de forma moderada.

## CURIOSIDADES

Existe uma grande preocupação com o consumo excessivo de bebidas alcoólicas. Descobertas na ciência relatam os perigos da ingestão de grandes quantidades de álcool, que pode ocasionar danos irreversíveis ao cérebro, ao fígado e ao coração. A charge se refere ao apelido dado as pessoas com hábito de se embriagarem, os bebedores, também conhecidos como "pés-de-cana". Essas pessoas que ingerem bebidas alcoólicas em excesso correm sérios riscos de desenvolverem doenças graves. Cuidado com a sua saúde!



Fonte: desconhecida.

Figura 41 – Trecho retirado do *QuimiCANA* que retrata a problematização do assunto alcoolismo relacionando-o com a saúde e com o bullying.

Vivemos em uma era que muito se fala em alimentação saudável. As pessoas estão cada vez mais procurando se alimentar de produtos menos industrializados, pois estão se conscientizando que os aditivos químicos presentes nos alimentos processados fazem mal à saúde. Consequentemente surgem muitas doenças causadas principalmente pelo consumo excessivo de açúcares, gorduras e sódio. Por esse motivo a indústria lançou outros tipos de produtos para não perder espaço no mercado, atingindo o maior número possível de consumidores.

### Você sabe a diferença entre esses alimentos?

DIET	Alimentos diet não possuem determinado nutriente, como açúcar, proteína ou gorduras.
LIGHT	Alimentos light possuem uma redução de pelo menos 25% em açúcar, gordura ou sódio em relação ao produto original
ZERO	Alimentos zero não possuem algum tipo de nutriente na composição, como sódio ou açúcar.



Fonte: Adaptado de <http://blog.saude.mg.gov.br/tag/light/>

Figura 42 – Problematização apresentada no **QuimiCANA** sobre embalagens de alimentos e suas composições, questionando quais consequências esses alimentos podem ter na nossa saúde.

equipamentos e na incorporação de tecnologia de ponta. Além disso, deve ser dada ênfase à correção ou redução de práticas inadequadas do ponto de vista ambiental. Assim, essa transição de aumento da produção deve ser acompanhada de uma reformulação das unidades, focadas também na redução de emissão de efluentes, sólidos, líquidos e gasosos, e no uso racional e sustentável dos recursos naturais, em particular terra e água.

Figura 43 – Reflexão apresentada no **QuimiCANA** sobre os impactos ambientais causados pela produção da cana-de-açúcar e seus derivados e subprodutos.

Dentre os imigrantes, foram os italianos, em sua maioria, que adquiriram terra e grande parte optou pela produção de aguardente a partir da cana. Assim, estabeleceu-se uma relação entre os imigrantes italianos e a cana-de-açúcar.

Figura 44 – Trecho do paradidático que reflete sobre a imigração europeia e sua relação com a cana-de-açúcar.

Ao se falar em biomassa, incluem-se, mesmo que em pouca quantidade, os resíduos sólidos urbanos (carvão e biogás), resíduos animais (biogás), resíduos florestais (lenha, carvão, licor negro, gás de alto forno), biocombustíveis (etanol e óleos vegetais) e os agroindustriais (capim, casca de arroz, biogás e o bagaço de cana-de-açúcar). Vale lembrar que, dentre todos esses tipos, o bagaço da cana resulta em mais da metade da geração de energia elétrica por biomassa.

A cadeia de transformações e de usos da cana-de-açúcar apresenta relevantes oportunidades de aumento da sua eficiência energética com agregação de valor, custos decrescentes e forte desenvolvimento econômico. Em contraste, nas cadeias do petróleo e na energia hidrelétrica os aproveitamentos de menor custo já foram realizados. Seus desafios tecnológicos e riscos ambientais tendem a aumentar, enquanto suas cadeias de produção, transformação e uso já operam com eficiência elevada.

Figura 45 – Trecho do paradidático que reflete sobre fontes renováveis de energia, enfatizando a biomassa de cana-de-açúcar.

#### 4.4 O LEITOR

Aqui cabe apresentar as variadas possibilidades de atingir diferentes públicos, pois, para Laguna (2001), discutir relações entre leitura, escola, professor e sociedade é uma necessidade de todos os envolvidos com a educação. Para essa autora, desejar ampliar as percepções críticas e a capacidade de reflexão para todos pela leitura, é preciso que os contextos político e cultural favoreçam um diálogo.

Caso seja um aluno-leitor, discutimos, aqui, ainda, de acordo com o pensamento de Laguna (2001), a complexidade da popularização da leitura, cuja tarefa requer muita perseverança, esforço contínuo e mostra que, mesmo na escola, a atividade de leitura ainda permanece como prática insípida e infrutífera.

Diante desse quadro, a elaboração do material objetivou amenizar tal situação e conseguir atingir o público, por meio de uma leitura fácil e que não fosse cansativa, mas capaz de instigar o aluno a continuar, para uma melhor compreensão de determinado conteúdo.

Para o leitor-professor indicamos outras leituras (figura 46), ao final do livro, como fonte de auxílio e pesquisas.

SUGESTÕES PARA LEITURA 89

## SUGESTÕES PARA LEITURA

Não existem muitos livros complementares aos estudos com cana-de-açúcar. Para obter mais informações sobre aspectos históricos ou científicos da química, os seguintes textos podem ser consultados:

- **ALCARDE, André Ricardo. *Cachaça - Ciência, Tecnologia e Arte*. 2017- 2ª edição. Blucher. 96 p.**

O objetivo deste livro é oferecer, de forma integrada, uma visão teórica e prática do processo de produção de cachaça, resultado do conhecimento adquirido nos estudos e pesquisas desenvolvidas na ESALQ/USP. O foco desta obra é a ciência aplicada na tecnologia envolvida no processo de produção, visando à qualidade química e sensorial da cachaça. Assim, *Cachaça* apresenta por completo o processo de criação da bebida, também com uma apresentação história, descrevendo e ilustrando sua produção química que condiciona sua qualidade sensorial.

- **CANTO, Eduardo Leite do. *Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?* São Paulo: Moderna, 1995. 88 p.**

Este livro faz uma discussão sobre a utilização do plástico e os danos que ele pode causar ao meio ambiente. O autor explica a função do plástico na sociedade, e o quanto é possível substituí-lo e seus vários usos, entre outros temas.

- **TEIXEIRA, Luiz Alexandre. *Engenho Colonial - O Cotidiano da História*. Editora: Ática. Temas: História do Brasil Colonial, 1983. 40 p.**

É um livro paradigmático de História do Brasil que narra o contraste interno de um engenho típico do Brasil colonial. Nele, os proprietários vivem suntuosamente, consumindo produtos europeus, enquanto os escravos, tocados a chicote, trabalham cortando cana-de-açúcar para produzir aquele que seria o principal produto exportado pelo Brasil no século XVII.

Figura 46 – Sugestões de leitura complementar apresentadas ao final do *QuimiCANA*.

O professor será um mediador para que o aluno se insira no mundo de uma nova linguagem que o transforme em um leitor crítico, e, a partir daí, transfira essa criticidade para a vida cotidiana (LAGUNA, 2001).

Assim, cabe ao professor selecionar e indicar livros e material, em geral, pois, ainda segundo Laguna (2001), para uma leitura paradidática ter eficácia, é necessário preparo e cuidado por parte do professor. Seu desejo de formar alunos-leitores fica sempre aquém do esperado.

Consideramos também aqueles leitores que não se enquadram no âmbito escolar, e, de alguma forma, possam interessar-se pela leitura do paradidático. Os temas apresentados são relacionados às questões da vida cotidiana, portanto, muitas pessoas poderiam se envolver com os assuntos abordados.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS DA ANÁLISE DA TEMÁTICA CANA-DE-AÇÚCAR**

Este capítulo apresenta a análise dos resultados levantados durante as etapas subsequentes de produção de dados. Apresentamos, primeiramente, a análise do levantamento das publicações brasileiras atuais que envolvem os paradidáticos. Em seguida, a análise nos livros didáticos e, depois, nos paradidáticos, no que tange à temática cana-de-açúcar. Por fim, mostramos os resultados do questionário aplicado para avaliar o *QuimiCANA*, bem como uma análise sobre suas implicações.

#### **5.1 PANORAMA DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS SOBRE PARADIDÁTICOS NO ENSINO DE QUÍMICA**

De acordo com o levantamento em pesquisa feita por Fernandes e Mello (2018), os resultados mostram que ocorreu um crescimento no número de materiais paradidáticos voltados para o ensino de Química produzidos, nacionalmente, nos últimos oito anos.

No quadro 2, é apresentado o mapeamento das publicações de materiais paradidáticos apresentadas no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), entre os anos 2010 e 2018, e o quadro 3 apresenta as publicações de materiais paradidáticos no Banco de teses e dissertações da CAPES, entre os anos de 2013 a 2018. Tais publicações, mesmo em notório aumento não atendem à demanda e dificuldades enfrentadas no ensino de Química, visto do cenário atual. De maneira amenizatória a esse quadro, destacam-se os mestrados profissionais por marcarem as produções realizadas.

Nota-se também a mudança do tipo de materiais que são considerados como paradidáticos, mostrando avanço no uso prático dos recursos didáticos, como estratégias de ensino e apoio nas aulas, de forma motivadora e complementar ao processo de ensino e aprendizagem.

**Quadro 2 – Panorama das publicações de materiais paradidáticos no ENEQ**

ANO	LIVROS	HQ <sup>1</sup>	MD <sup>2</sup>	CD-ROM	JOGOS	TEXTOS	MODELOS	SD <sup>3</sup>	INCLUSIVO
2010	0	0	0	0	0	0	0	1	0
2012	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	3	1	1	1	1	1	1	4	0
2016	1	1	0	0	0	0	0	0	0
2018	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

1- História em Quadrinhos, 2- Mídias Digitais, 3- Sequência Didática.

Fonte: FERNANDES; MELLO, 2018.

Tal mudança do tipo de classificação e da definição do que é um material paradidático assume um paralelo muito próximo à definição dada por Bandeira (2009) para os materiais didáticos, em que destaca o vínculo entre a sua definição e o tipo de suporte que possibilita materializar o conteúdo. Ainda segundo Bandeira (2009), na educação formal, cada vez mais se oferecem combinações de materiais didáticos, com as mídias e os meios de comunicação. Entretanto, ainda que sejam observadas a presença dessas novas tendências, elas não superam a produção de materiais impressos (livros).

Esta informação contribui para o entendimento das mudanças referentes aos tipos de materiais considerados paradidáticos, conforme ilustra o quadro 3.

**Quadro 3 – Panorama das publicações de materiais paradidáticos no Banco de teses e dissertações da CAPES**

ANO	LIVROS	HQ <sup>1</sup>	MD <sup>2</sup>	JOGOS	TEXTOS	MODELOS	SD <sup>3</sup>	FEIRA DE CIÊNCIAS	RH <sup>4</sup>	CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA
2013	0	0	1	2	0	0	2	0	0	0
2014	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
2015	3	1	0	0	0	0	2	0	0	0
2016	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0
2017	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2018	3	0	2	1	1	1	0	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

1-História em Quadrinhos, 2- Mídias Digitais, 3- Sequência Didática, 4- Rede Histórica.

Fonte: FERNANDES; MELLO, 2018.

Antes, eram categorizados como material paradidático apenas os livros impressos. Atualmente, partindo dos oito últimos anos, observa-se a reportagem de materiais, antes classificados como recursos didáticos, mais recentemente sendo mencionados como materiais paradidáticos, conforme as teses, dissertações, resumos simples e expandidos levantados e investigados, lembrando que a produção de livros paradidáticos impressos lidera as publicações.

Apesar da classificação relacionada à tipificação dos materiais paradidáticos, observamos a permanência da essência primeira, cujo objetivo é buscar um material de suporte ao professor e, ao mesmo tempo, que seja eficaz para o ensino e aprendizagem, seja em sala de aula, ou não.

Em relação às temáticas abordadas nesses materiais publicados, em ambos os locais analisados, variam entre: mineralogia, experimentos, soja, medicamentos, fibra de bananeira, produtos químicos de uso doméstico, reciclagem, modelo atômico, densidade, polímeros, tópicos de ensino de Química, História e Filosofia da Química, interação atômica e molecular, ligação e interações químicas, seres vivos, sistema sanguíneo, fitoplâncton, água, radiação, calor, evolução biológica, laser, educação ambiental, soja, genética, geometria, parasitologia, agroecologia, termodinâmica, RNA, origami, microrganismos, astronomia, sol, cores, educação sexual, redes históricas e ciência forense (FERNANDES; MELLO, 2018).

Esclarecendo a abrangência das temáticas, as publicações que foram encontradas no evento (ENEQ) obviamente são referentes ao ensino de Química, entretanto, as publicações referentes ao segundo local de busca (Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES) tiveram uma abrangência maior, pois uma minoria se classificava com a especificidade Ensino de Química. A maior parte das publicações analisadas neste local, são voltadas para a grande área Ciências Naturais (Física, Química, Biologia e Matemática).

Esse levantamento apontou grandes possibilidades de inspiração e percepção de lacunas a serem preenchidas por publicações futuras, inclusive esta dissertação. As observações colhidas nessa pesquisa prévia embasaram a elaboração do livro paradidático *QuimiCANA*.

Em resumo, o panorama é de poucas publicações sobre a produção de materiais paradidáticos em ensino de Química, sendo que nenhuma delas aborda a temática cana-de-açúcar.

## 5.2 ANÁLISE DA TEMÁTICA CANA-DE-AÇÚCAR NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA PNLD 2018

O livro didático é um mecanismo valioso para que professores e professoras de todas as áreas desenvolvam seu trabalho nas escolas de Educação Básica. Esse instrumento, no âmbito do PNLD, tem sido continuamente aperfeiçoado para trazer não apenas os conteúdos escolares, mas, também, para auxiliar os/as docentes na construção de estratégias didático-pedagógicas para o seu ensino. No caso da Química, os livros didáticos apresentam conceitos, procedimentos e informações sobre a ciência, a tecnologia, o ambiente, a indústria, entre outros. A abordagem presente nos livros didáticos pode contribuir para que os/as estudantes percebam as relações entre os níveis macroscópico, teórico e representacional, que são próprios do conhecimento químico.

Neste sentido, analisamos a temática cana-de-açúcar, em seis coleções de livros didáticos aprovados pelo PNLD 2018 e utilizados em Mato Grosso. Os livros contemplados nesta pesquisa foram cedidos por duas escolas públicas e uma coleção foi doada pela própria editora para a realização do estudo.

A seguir, apresentamos uma breve descrição dos livros didáticos analisados:

**Tabela 1. Caracterização dos livros didáticos de Química analisados**

<b>Código</b>	<b>Livro</b>	<b>Volume</b>	<b>Autor</b>	<b>Editora</b>	<b>Ano</b>
<b>A</b>	Química	1, 2, 3	Martha Reis	Ática	2016
<b>B</b>	Química Cidadã	1, 2, 3	Wildson Santos; Gerson Mól	AJS	2016
<b>C</b>	Química	1, 2, 3	Andrea Horta Machado; Eduardo Fleury Mortimer	Scipione	2017
<b>D</b>	Vivá - Química	1, 2, 3	Novais; Tissoni	Positivo	2016
<b>E</b>	Ser Protagonista	1, 2, 3	Lia Bezerra;	SM	2016

<b>F</b>	Química	1, 2, 3	Ciscato	Moderna	2016
----------	---------	---------	---------	---------	------

Fonte: As autoras, 2019.

### 5.2.1 Entendendo o Guia Nacional do Livro Didático

Este Guia de Livros Didáticos (GLD) de Química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2018) apresenta o resultado do processo de avaliação das obras submetidas ao Edital CGPLI 04/2015 – PNLD 2018, que teve por objeto a convocação de editores, para participar do processo de concorrência para aquisição de livros didáticos destinados aos estudantes e professores do Ensino Médio das escolas públicas federais e as que integram as redes de ensino estaduais, municipais e do Distrito Federal, participantes do PNLD.

Nele também são apresentadas a estrutura das resenhas das obras aprovadas, incluindo uma visão geral, uma descrição sucinta de cada obra, a perspectiva da análise realizada e sugestões para os professores e professoras desenvolverem a Química escolar, a partir do trabalho com uma das obras que por eles serão adotados. De acordo com o GLD:

Nas últimas décadas, os livros didáticos de Química têm buscado superar a apresentação de definições isoladas dentro de boxes dos capítulos. O PNLD Química tem influenciado, sobremaneira, nessa superação. Para tanto, as coleções têm buscado estabelecer relações mais fortes entre contexto-teoria-representação. Essas duas últimas – teoria e representação, constitutivas do pensamento químico, foram mais abordadas nas aulas de Química que o contexto a que fazem referência.

Apenas boxes com teorias seguidas de longas listas de exercícios, presentes nos livros, não garantem aprendizagem, tampouco interesse dos/das estudantes pela Química. Superar isso é, também, conhecer mais desta ciência, de suas relações com o mundo do trabalho e de sua importância para a preservação ambiental. Os professores e as professoras podem auxiliar seus/suas estudantes a perceber o valor da Química para o desenvolvimento da humanidade, da sociedade, da ciência e da tecnologia (PNLD, 2018, p. 12).

Foram construídos os critérios de avaliação do componente curricular Química, no PNLD 2018, explicitados em uma ficha de avaliação, que contém 06 blocos de avaliação, sendo eles: Descrição da Obra. Características Gerais da Obra. Conformidade com a legislação. Coerência do conhecimento químico na obra. Pressupostos Teórico-Metodológicos do Ensino de Química e Perspectiva orientadora presente no Manual do Professor.

### **5.2.2 Critérios Para a Análise dos Livros Didáticos**

Os critérios para a análise dos livros didáticos basearam-se desde a legislação educacional brasileira até aspectos específicos do conhecimento químico e seu ensino, conforme o Guia Nacional do Livro Didático (PNLD, 2018).

Observamos se tais obras apresentavam imagens, fotos, esquemas, atividades, experimentos, entre outros recursos sobre a temática e se eles relacionavam-se ao texto escrito. O tipo de linguagem e o projeto gráfico também se inseriram.

Analizamos também a apresentação de conceitos químicos abordados, de modo contextualizador com informações e situações cotidianas dos alunos.

### **5.2.3 Resultados da Análise dos Livros Didáticos**

Baseados nos resultados obtidos pela pesquisa realizada, concluímos que se faz necessária a produção de materiais que utilizem de temáticas para contextualizar as aulas de Química do Ensino Médio com os conhecimentos prévios dos alunos e a problemática diária.

Uma sugestão forte de temática é a cana-de-açúcar, por apresentar a possibilidade de se trabalharem muitos conceitos químicos, com visões científicas, tecnológicas e sociais, ao mesmo tempo, especialmente em Mato Grosso, onde há um alto índice do crescimento da produção de cana-de-açúcar, tornando-se uma atividade econômica para muitos municípios mato-grossenses. Além disso, pode também ser um tema interdisciplinar.

## **5.3 ANÁLISE NOS LIVROS PARADIDÁTICOS**

Nesta etapa foram analisados sete livros paradidáticos relacionados às Ciências da Natureza direcionados à formação de estudantes do ensino médio, com o objetivo de explorar quais desses utilizam abordagem CTS e quais as temáticas utilizadas para a contextualização do conteúdo químico.

Os critérios de escolha dos livros foram: que abordassem a Química como componente curricular, que fossem escritos por diferentes autores, publicados por editoras diversas e de

fácil acesso. Para esta análise foram comprados alguns exemplares, outros foram emprestados pela orientadora da pesquisa.

A seguir (tabela 2), apresentamos uma breve exposição das características principais dos paradidáticos analisados:

**Tabela 2. Caracterização dos livros paradidáticos analisados**

<b>Código</b>	<b>Livro</b>	<b>Autor</b>	<b>Editora</b>	<b>Ano</b>
<b>1</b>	Alquimistas e Químicos	José Atílio Vanin	Moderna	1994
<b>2</b>	Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?	Eduardo Leite do Canto	Moderna	1995
<b>3</b>	Viagem ao interior da matéria	Valdir Montanari	Atual	1993
<b>4</b>	A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas	Sérgio Quadros	Scipione	1996
<b>5</b>	Argilas as essências da terra	Aécio Pereira Chagas	Moderna	1996
<b>6</b>	Poluentes Atmosféricos	M. Elisa Marcondes Helene Marco A. F. Bueno M. Regina F. Guimarães Maria Raquel Pacheco Edelci Nunes	Scipione	1994
<b>7</b>	Açúcar amargo	Luiz Puntel	Ática	2002

Fonte: As autoras, 2019.

### 5.3.1 Critérios Para Análise de Livros Paradidáticos

Após a leitura flutuante e exploratória, cada livro foi analisado, de acordo com os seguintes critérios:

- 1) Critérios utilizados na avaliação de LD e descritos no GLD adaptados para a análise dos livros paradidáticos.

O processo de avaliação das obras submetidas ao Edital do PNLD 2018 – e que resultou neste Guia – foi organizado considerando as contribuições do ensino de Química para a inclusão social, cujos pressupostos teórico-metodológicos têm como foco o processo de educar cientificamente (PNLD, 2018, p. 9).

- 2) Critérios utilizados no trabalho de Torres (2012) e Dal Pupo (2015): análise de projeto gráfico e aspectos teórico-metodológicos.

No projeto gráfico, foram analisados os aspectos relacionados à apresentação da capa, texto, mapas, tabelas, gráficos e demais ilustrações que auxiliam na compreensão de conteúdo. Nos aspectos teórico-metodológicos, as características comuns a todas as disciplinas que qualquer material didático deve apresentar (TORRES, 2012 *apud* DAL PUPO, 2015 p. 65).

Dentre os aspectos analisados em cada livro paradidático são inseridos alguns indicadores para cada critério, conforme tabela 3:

**Tabela 3. Caracterização dos critérios de análise dos livros paradidáticos analisados**

Critérios	Indicadores
Projeto Gráfico	Apresenta organização clara e coerente?
	Apresenta isenção de erros de revisão e/ou impressão?
	Apresenta sumário organizado e com fácil localização das informações?
	Apresenta ilustrações de caráter científico, não induzindo a erros relacionados ao seu tamanho?
	Apresenta fotos, esquemas e desenhos com fontes, locais de custódia, datas e créditos?
Aspectos Teóricos-metodológicos	Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade?
	Oportuniza contato com diferentes linguagens? (símbolos, nomes científicos, diagramas, imagens)
	Apresenta uma visão de ciência marcada pelo seu caráter provisório, ressaltando as limitações dos modelos?
	Apresenta uma abordagem do conhecimento químico com a valorização de uma visão interdisciplinar e contextualizada?
Atividades	Apresenta atividades relacionadas ao tema de estudo?
	Valoriza a manifestação do conhecimento prévio?
	Propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas, nomes e regras?
Conceitos e informações	Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos?
Manual do professor	Apresenta a proposta pedagógica do livro?

	Indica possibilidades de trabalho interdisciplinar?
	Sugere diferentes formas, possibilidades, recursos e instrumentos de avaliação para o professor utilizar?

Fonte: As autoras, 2019.

### 5.3.2 Resultados da Análise dos Livros Paradidáticos

- **Alquimistas e Químicos**

Em preto e branco, utiliza linguagem simples, textos curtos, com tópicos. Chama a atenção do leitor com esquemas, imagens, fotos, linha do tempo, figuras, todas apresentando legendas, mas não suas respectivas fontes (figura 47). O autor apresenta as referências bibliográficas.

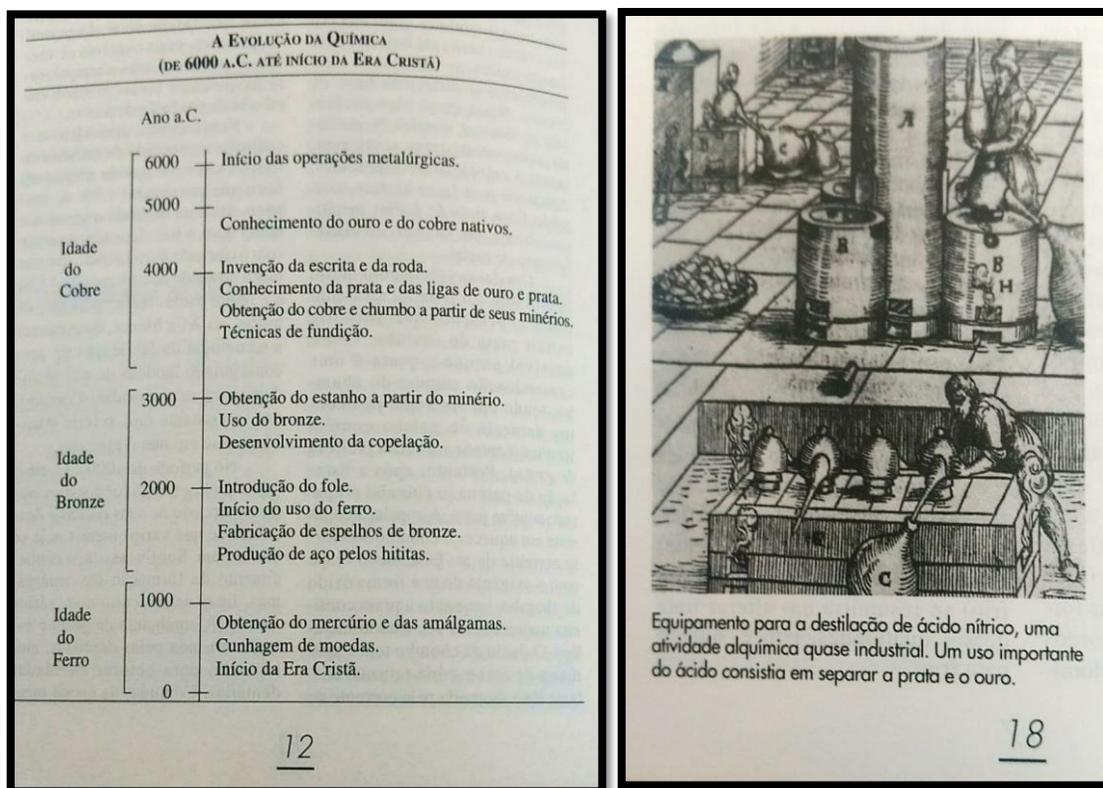


Figura 47 – Trechos retirados do livro paradidático *Alquimistas e Químicos* que comprovam o uso de recursos visuais incorporados ao texto. São apresentados em preto e branco e sem as respectivas fontes.

Quanto aos aspectos teórico-metodológicos, apresenta a visão da ciência marcada pelo caráter provisório, construído coletivamente e conforme as mudanças da sociedade (figura 48). Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, criando condições para que os jovens entrem em contato com a cultura científica atual.

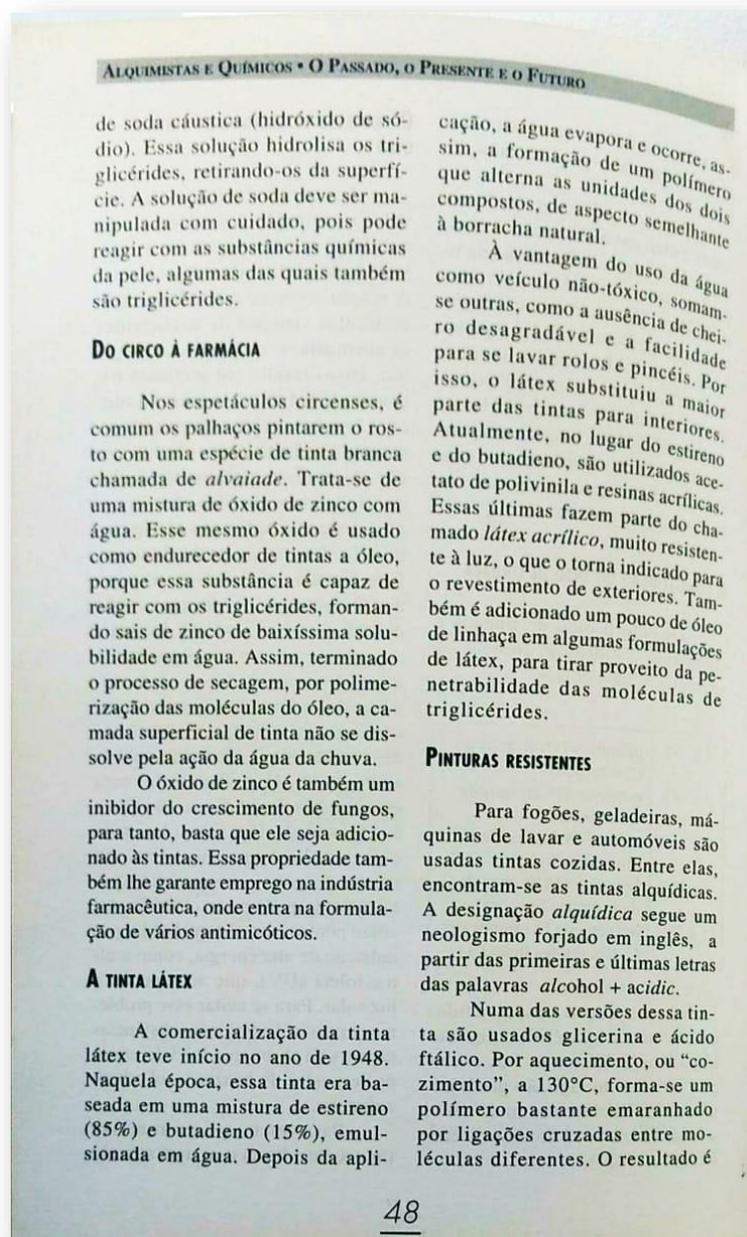


Figura 48 – Outro trecho retirado do livro paradidático *Alquimistas e Químicos* que comprovam o uso de textos curtos e contextualizados por meio da abordagem CTS.

O que chama atenção é um convite feito pelo autor (figura 49), no final do texto, diretamente para estudantes que se interessem por uma carreira química, instruindo esse aluno a buscar as oportunidades de êxito pessoal, profissional ou acadêmico e, ainda, contribuir grandiosamente com o seu país.

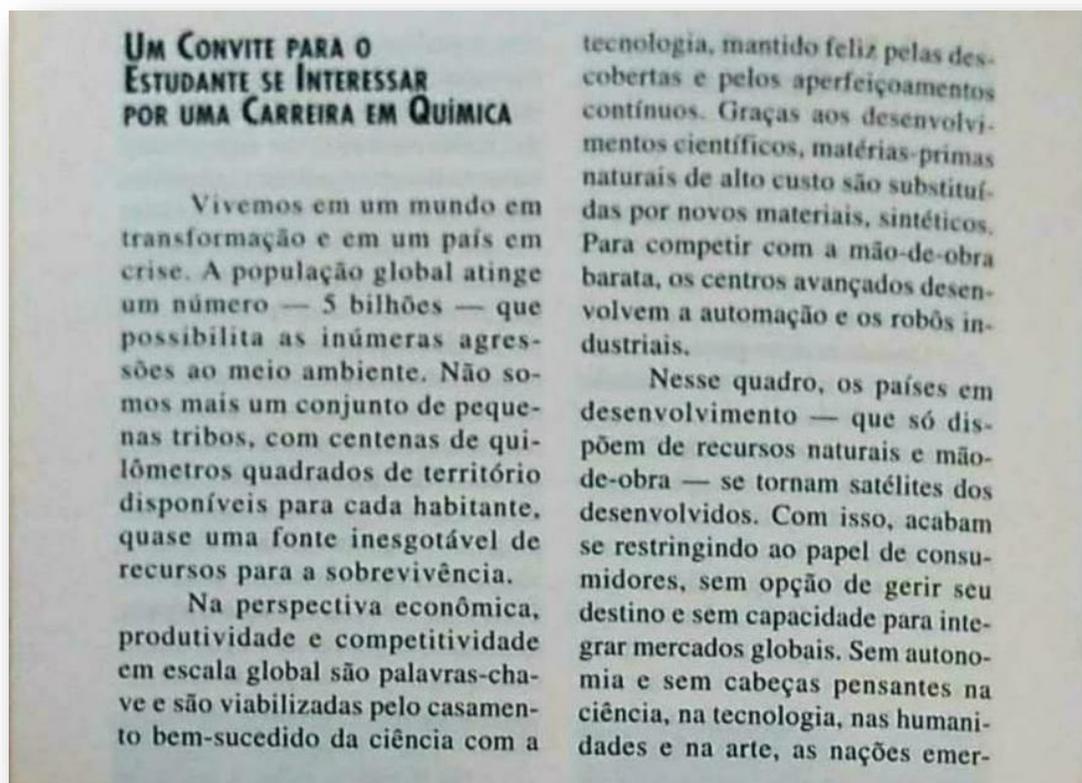


Figura 49 – O trecho retirado do livro paradidático *Alquimistas e Químicos faz com que o leitor reflita sobre sua possível contribuição e participação social enquanto químico.*

Não contém atividades nem manual do professor. Ao final, apresenta sugestões de leitura. Em relação aos conceitos, apresenta-os de modo correto, ou seja, livres de obstáculos epistemológicos, contextualizados e atualizados.

- **Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?**

O projeto gráfico deste livro é dinâmico (figura 50), pois apresenta o texto em duas colunas, fazendo com que os textos pareçam curtos e, assim, não cansam o leitor.

Este livro não apresenta gráficos, mas, em compensação, apresenta outros recursos, tais como: muitas fotos, quadros, esquemas (figura 51) todos com suas respectivas fontes e inseridos na discussão do texto. Este, por sua vez, apresenta fácil compreensão, mantendo uma linguagem simples, mesmo apresentando termos técnicos, símbolos e reações químicas. O autor também informa as referências bibliográficas.

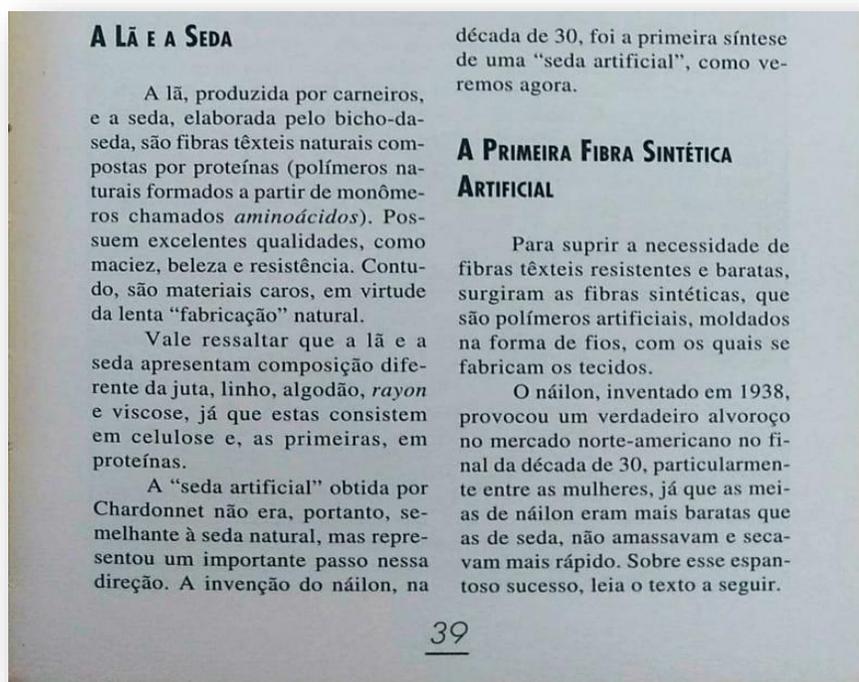


Figura 50 – Trecho retirado do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?*, que apresenta o texto em duas colunas e dividido em pequenos trechos.

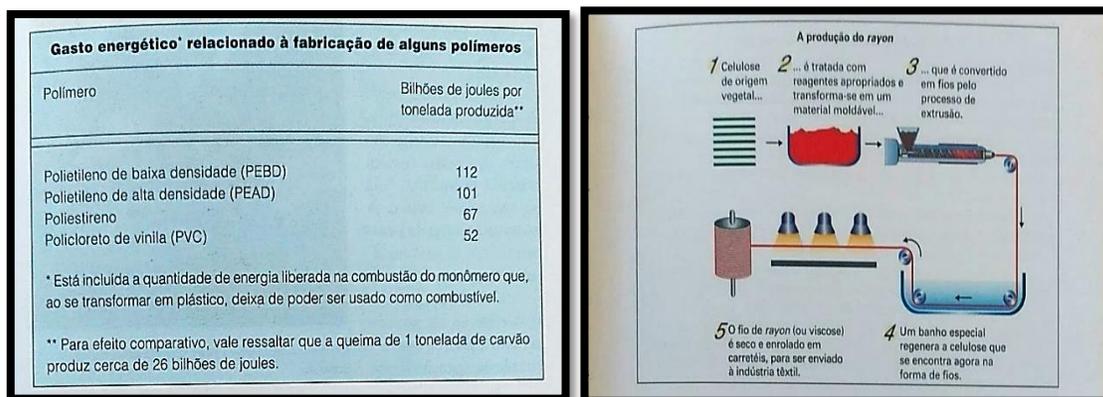
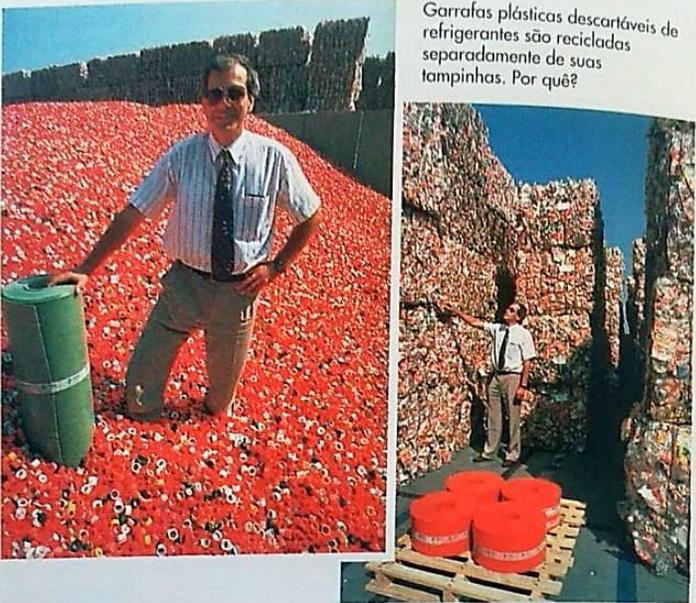


Figura 51 – Trechos retirados do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que apresentam o uso de tabelas e infográficos como uma possibilidade de interação com o leitor.

Quanto aos aspectos teórico-metodológicos, apresenta relação contextualizadora dos conteúdos com o cotidiano dos alunos, problematiza questões sociais (figura 52) e, assim, triangula ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, evidencia a visão histórica do conhecimento científico, considerando múltiplas autorias, bem como seus contextos sociais.

# 11 RECICLAR PRA QUÊ?



Garrafas plásticas descartáveis de refrigerantes são recicladas separadamente de suas tampinhas. Por quê?

**O JOGO DA ENERGIA E DA MATÉRIA-PRIMA**

Como dissemos no capítulo anterior, cerca de 30% do volume de lixo sólido descartado numa cidade corresponde a matéria plástica. Esse fato, aliado à baixa velocidade de degradação do material, conduz a um preocupante problema ecológico. Contudo existem outras duas questões que não mencionamos.

74

Figura 52 – Trecho retirado do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que expressa o uso de imagens coloridas, textos curtos e formatados em duas colunas para contextualizar a discussão de assuntos polêmicos como a reciclagem, por exemplo, de forma que seja amena e instigadora.

No apêndice, esta obra traz atividades em um exemplar voltado para o professor, apresentando respostas, porém não o prepara para desenvolver tal atividade, deixando, dessa forma, de valorizar o papel do professor como agente problematizador e mediador da aprendizagem dos alunos. Os exercícios apresentam abordagem contextualizadora relacionada às questões do cotidiano dos alunos.

**PLÁSTICO: BEM SUPÉRFLUO OU MAL NECESSÁRIO?**

Outro ingrediente presente nas tintas é o chamado "pigmento", constituído por partículas de um material que confere cor a elas (mesmo que se trate da cor branca). A camada de polímero formada pela aplicação de uma demão de tinta, além de proteger a superfície, funciona como uma cola que mantém o pigmento aderido a ela, dando-lhe acabamento estético.

Há uma evidência muito clara acerca da natureza polimérica da camada de tinta que reveste uma superfície. Quando, passados alguns anos, essa cobertura se encontra envelhecida e desgastada, por fatores como umidade, radiação solar ou contrastes de temperatura, ela se desprende sob a forma de "casquinhas". Estas nada mais são que películas do polímero que estão se soltando da superfície.

**COMO FAZER PARA A PINTURA DURAR MAIS?**

Os fabricantes costumam acrescentar à formulação das tintas aditivos capazes de prolongar sua durabilidade. Contudo, embora possa ser retardada, a deterioração é inevitável. A alternativa para superfícies expostas a fatores desgastantes — por exemplo, as paredes externas de uma casa — é usar as tintas acrílicas. Nelas, no lugar de PVA, utiliza-se poli-acrilato de metila, um polímero que apresenta maior resistência ao desgaste e baixa absorção de luz ultravioleta, oferecendo, portanto, maior durabilidade ao revestimento.

$$n \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} = \text{CH} \\ | \\ \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{O} - \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \left[ \begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} \\ | \\ \text{C} = \text{O} \\ | \\ \text{O} - \text{CH}_3 \end{array} \right]_n$$

Acrilato de metila                      Poli-acrilato de metila

Figura 53 – Outro trecho retirado do livro paradidático *Plástico: bem supérfluo ou mal necessário?* que expressa o uso da abordagem CTS e contextualização da ciência com problemáticas cotidianas.

Com relação aos conceitos, apresenta-os de modo correto, ou seja, livres de obstáculos epistemológicos, contextualizados e atualizados (figura 53). Valoriza a dimensão ambiental, apresentando a química como ciência que se preocupa com problemas contemporâneos.

- Viagem ao interior da matéria

Quanto ao projeto gráfico, o livro apresenta boa diagramação (figura 54), proporciona uma leitura dinâmica. É ilustrado com figuras coloridas e desenhos.

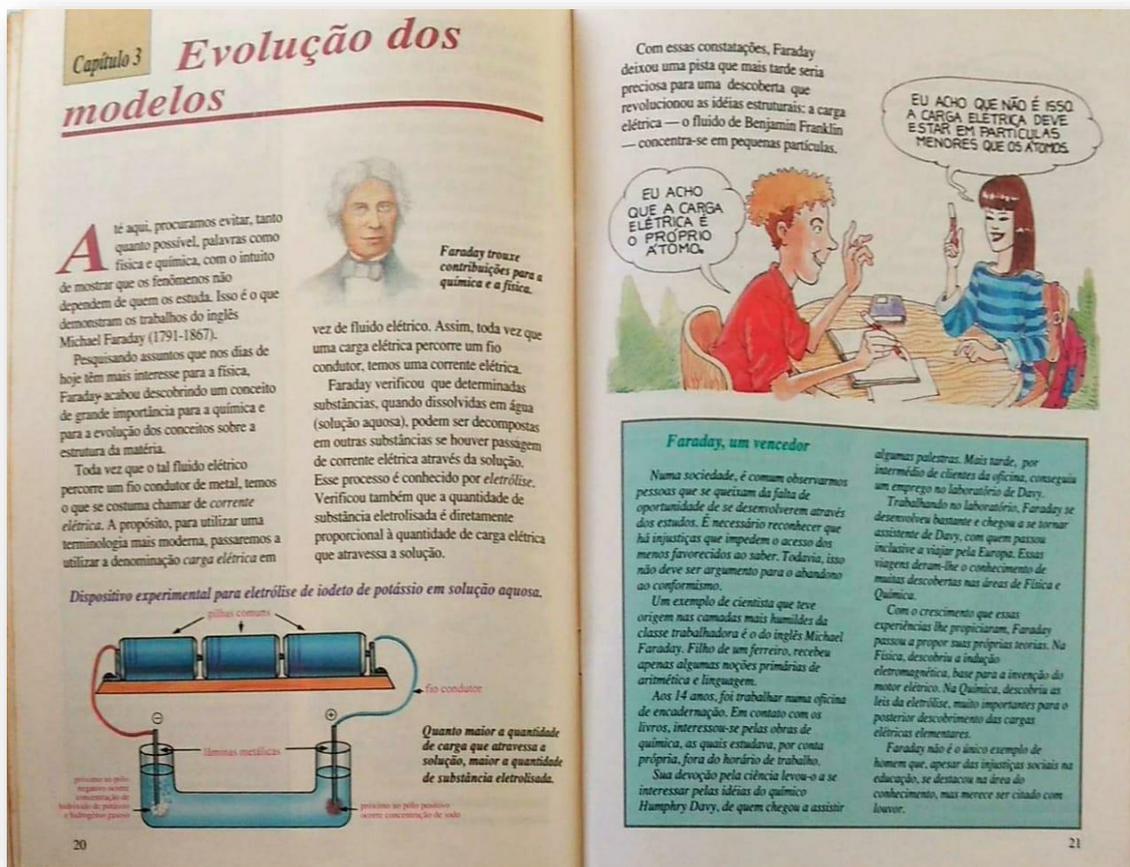


Figura 54 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que retrata o uso de muitas imagens coloridas e diagramação moderna do texto.

Entretanto, não apresenta gráficos nem tabelas. As imagens são coloridas (figura 55) e cotidianas e alguns recursos gráficos vêm acompanhados de legendas, porém nenhum deles apresenta fontes. O livro também não apresenta as referências bibliográficas.

Quanto aos aspectos teórico-metodológicos, os textos são muito sintéticos, porém contam com linguagem de fácil compreensão. Apesar de utilizar imagens comuns do dia-a-dia, o texto escrito não se aproxima do cotidiano do aluno, logo, não tem abordagem CTS.

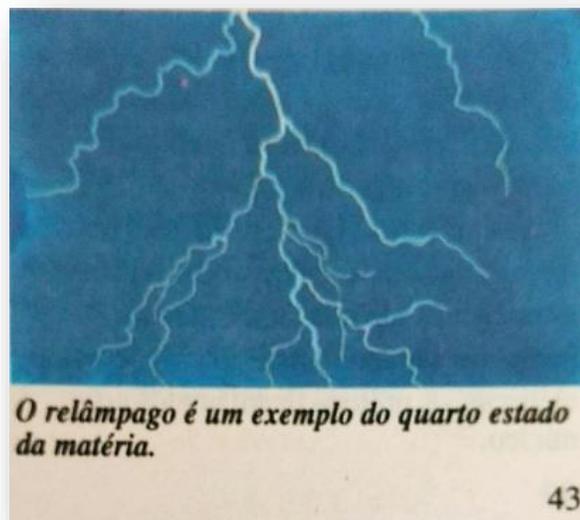


Figura 55 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que expressa o uso de imagens coloridas e cotidianas.

Aborda a história da ciência, em vários momentos, apresentando a evolução dos modelos atômicos, por exemplo, mas nem sempre a relaciona com tecnologia e sociedade, sendo insuficiente na contextualização do conteúdo com o cotidiano dos leitores.

No apêndice do livro, há uma lista de atividades com respostas (figura 56), como uma proposta de trabalho para o professor.

Com relação aos conceitos, apresenta ilustrações que representam átomos com características humanas (figura 57), que, segundo Bachelard (*apud* BARROS, 2010), é um obstáculo epistemológico classificado como animismo, que prejudica a visão racional dos conceitos científicos.

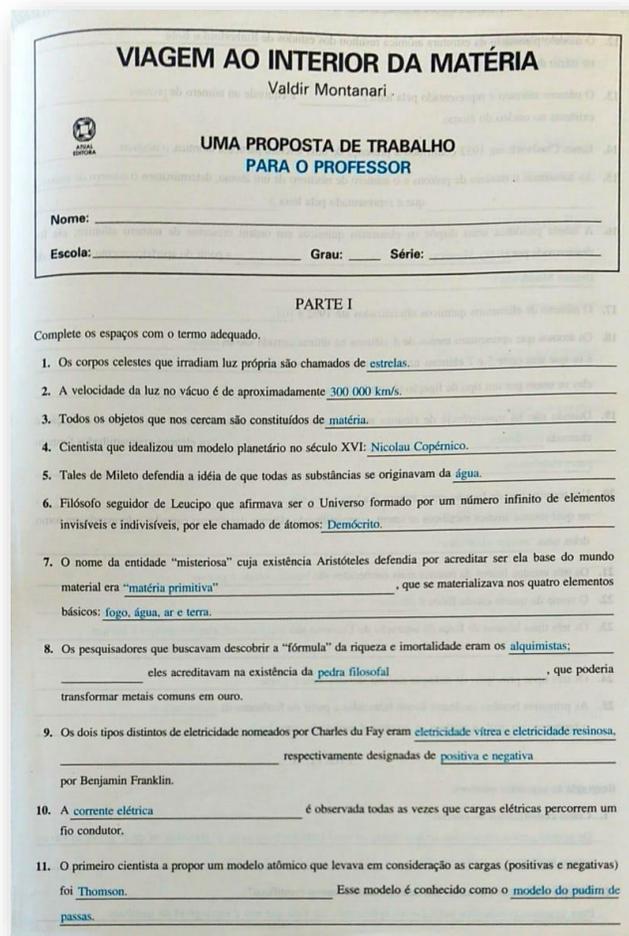


Figura 56 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que apresenta o anexo do livro direcionado ao professor.

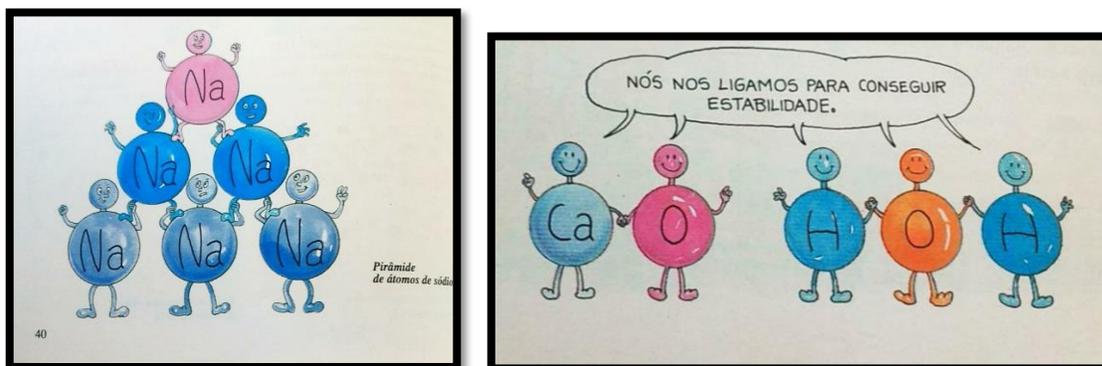
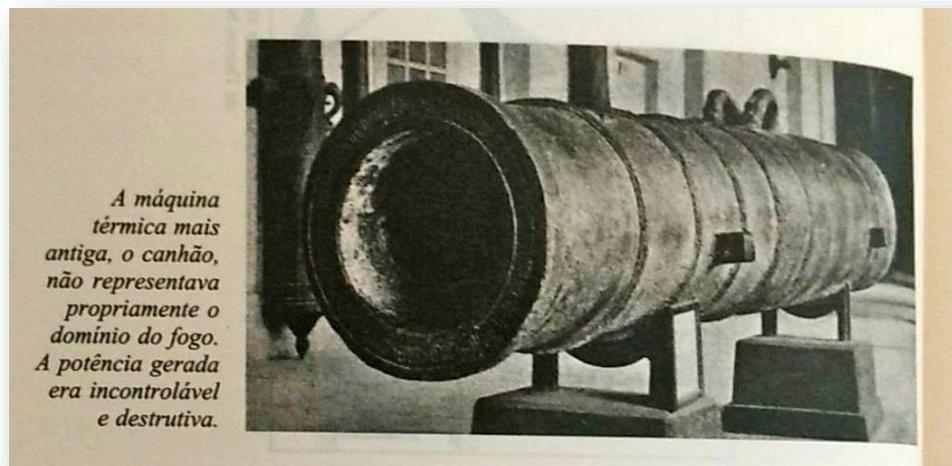


Figura 57 – Trecho retirado do livro paradidático *Viagem ao Interior da Matéria* que apresenta obstáculo epistemológico do tipo animismo.

- **A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas**



*Figura 58 – Trecho retirado do livro paradidático A Termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas onde representa o uso de imagens sem a apresentação de suas respectivas legendas.*

Este não apresenta as fontes e nem os créditos de todas as imagens apresentadas no texto (figura 58), porém traz uma diversidade maior de interação com o leitor (figura 59) por meio de: xilogravuras, fotos, desenhos, pinturas, charge, esquemas, gráfico. Todos em preto e branco. O autor apresenta a bibliografia no final do livro.

Quanto aos aspectos teórico-metodológicos, evidencia a construção do conhecimento científico sobre a termodinâmica, ao longo da história, mas não faz abordagem CTS, nem apresenta os conceitos do conhecimento químico, de maneira que valorize uma visão interdisciplinar e contextualizadora.

O destaque do livro é sobre os conceitos relativos à ciência do calor, desde as ideias confusas sobre esse assunto, do início do século XVII, até uma teoria completa, no final do século XIX. Mas o autor deixa claro que não é um material de referência histórica, nem teórica. Portanto, aponta apenas assuntos da Ciência, omitindo, de certa forma, a discussão sob o ponto de vista tecnológico e social. Não apresenta abordagem CTS.

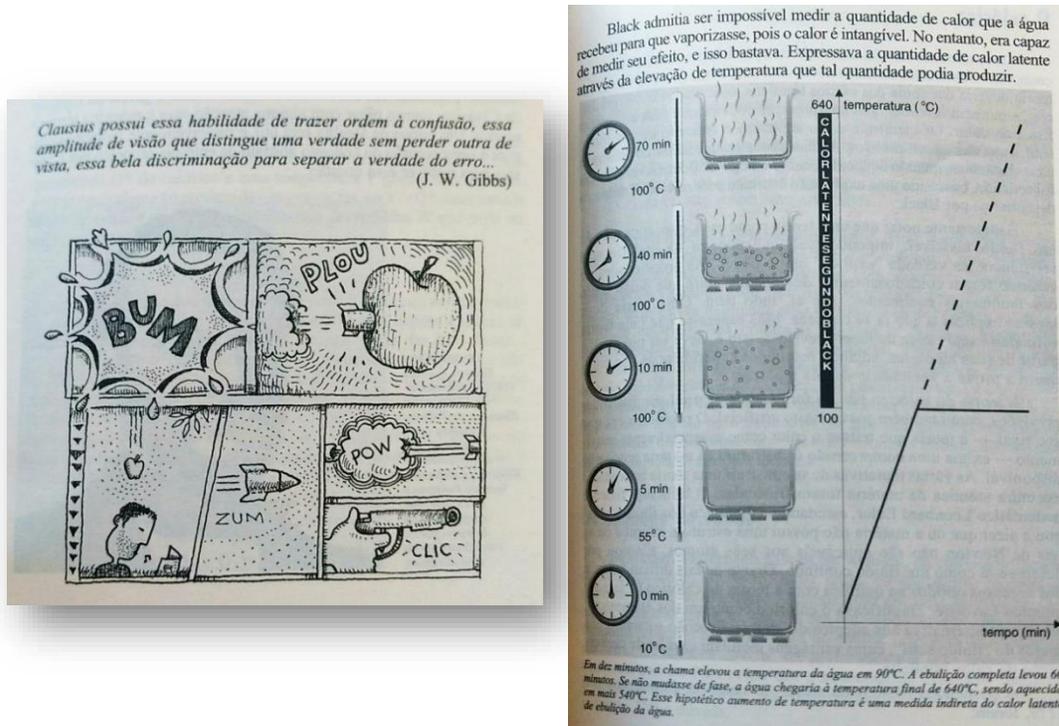


Figura 59 – Trecho retirado do livro paradidático *A Termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas* representando o uso de histórias em quadrinhos (figura A), gráficos e esquemas (figura B) como recursos didáticos para chamar a atenção do leitor.

Traz um roteiro de estudos como apêndice ao livro (figura 60). Contém oito páginas e parece ter a intenção de assumir a função de um manual orientativo, mas não é específico para professores, nem contém respostas, nem contextualização ou problematização.

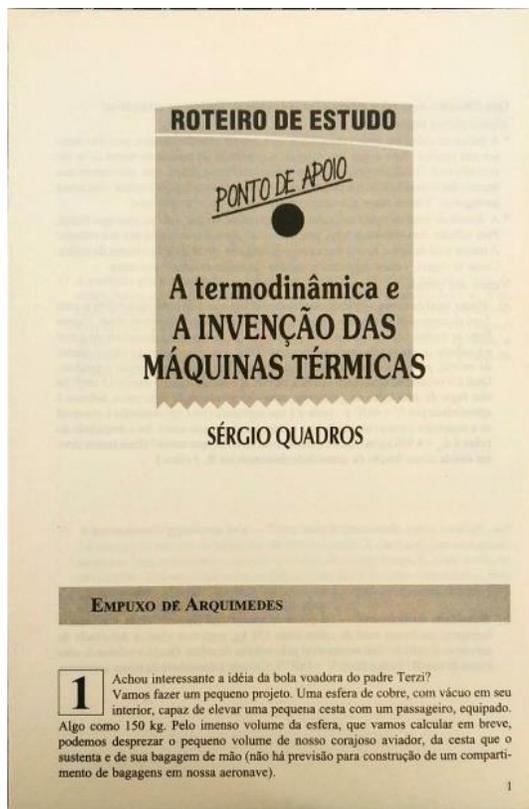


Figura 60 – Trecho retirado do livro paradidático *A Termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas* onde apresenta o anexo do livro.

- **Argilas as essências da terra**

Seu projeto gráfico apresenta diagramação moderna, com a edição do texto em duas colunas por página, tornando-o menos cansativo. Entretanto, apresenta poucas imagens, sendo todas em preto e branco (figura 61).

Elas apresentam legendas, porém não são apresentadas suas fontes. Utiliza-se de recursos didáticos, tais como diagramas, esquemas, gráficos e reações químicas, como forma de interagir com o leitor.

Ao final, o livro não apresenta as referências bibliográficas, mas, em compensação, traz sugestões de leitura (figura 62).

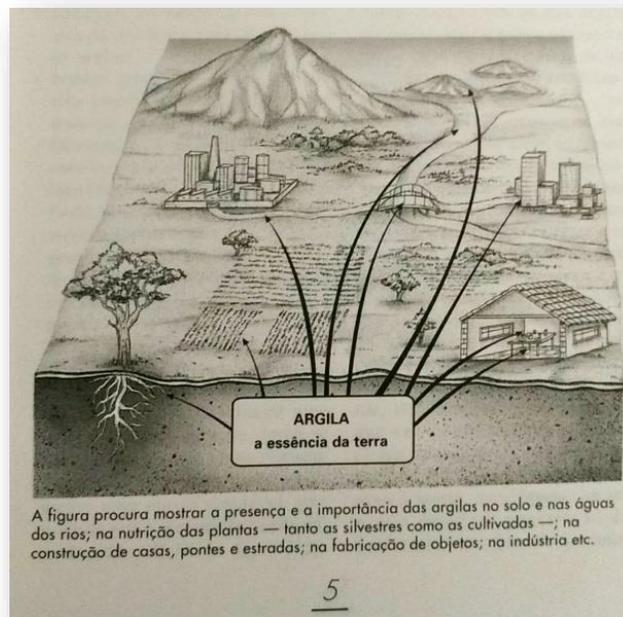


Figura 61 – Trecho retirado do livro paradidático *Argilas as essências da terra* para retratar o uso de poucas imagens, sem cores.

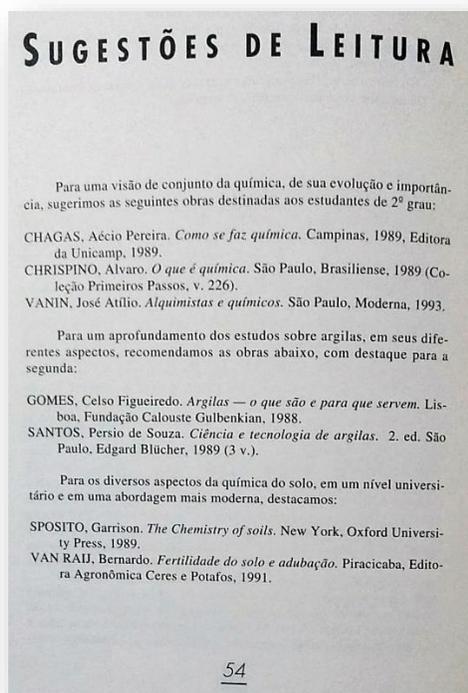


Figura 62 – Trecho retirado do livro paradidático *Argilas as essências da terra* onde mostra a sugestão de leitura apresentada no final do livro.

O apêndice apresenta um suplemento de trabalho com atividades e com experimentos para os alunos realizarem. Possui oito páginas e as questões não trazem respostas. Contextualiza o assunto com situações do dia a dia dos alunos.

Quanto ao aspecto teórico-metodológico, valoriza a visão ambiental, ao dimensionar problemas ambientais contemporâneos. Não apresenta visão histórica, mas ameniza essa ausência, ao propor a ciência com caráter provisório, reforçando o convite ao leitor para pesquisar sobre esse assunto e até contribuir com descobertas futuras, conforme este trecho:

Esperamos que você passe agora a dar mais atenção às argilas e avalie melhor sua importância para a humanidade. No início deste livro dissemos que *as argilas são as essências da terra*, porem talvez fosse melhor dizer também que elas seriam *as essências da Terra*. No futuro as argilas poderão nos trazer mais surpresas interessantes. Quem sabe você não contribuirá para isso? (CHAGAS, 1996, p. 53)

- **Poluentes Atmosféricos**

Apresenta um projeto gráfico de fácil entendimento, contendo tópicos e subtítulos que induzem à leitura. A linguagem é simples e de fácil compreensão. Apresenta esquemas, fotos, gráficos (figura 63), porém nem todos trazem as fontes e créditos. Não é colorido. Ao final, apresenta sugestões de leitura, bem como as referências bibliográficas.

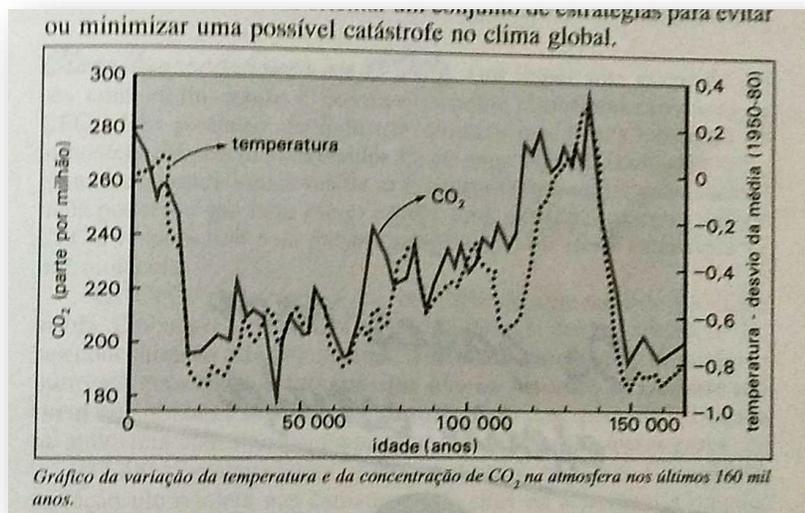


Figura 63 – Trecho retirado do livro paradidático *Poluentes atmosféricos* onde mostra o uso de gráficos.

Quanto ao aspecto teórico-metodológico, valoriza as discussões sobre a questão ambiental. Valoriza o conhecimento científico e apresenta estratégias, a fim de evitar o aquecimento global (figura 64), bem como discussões para os rumos da sociedade humana sustentável, portanto, esta obra apresenta abordagem CTS.

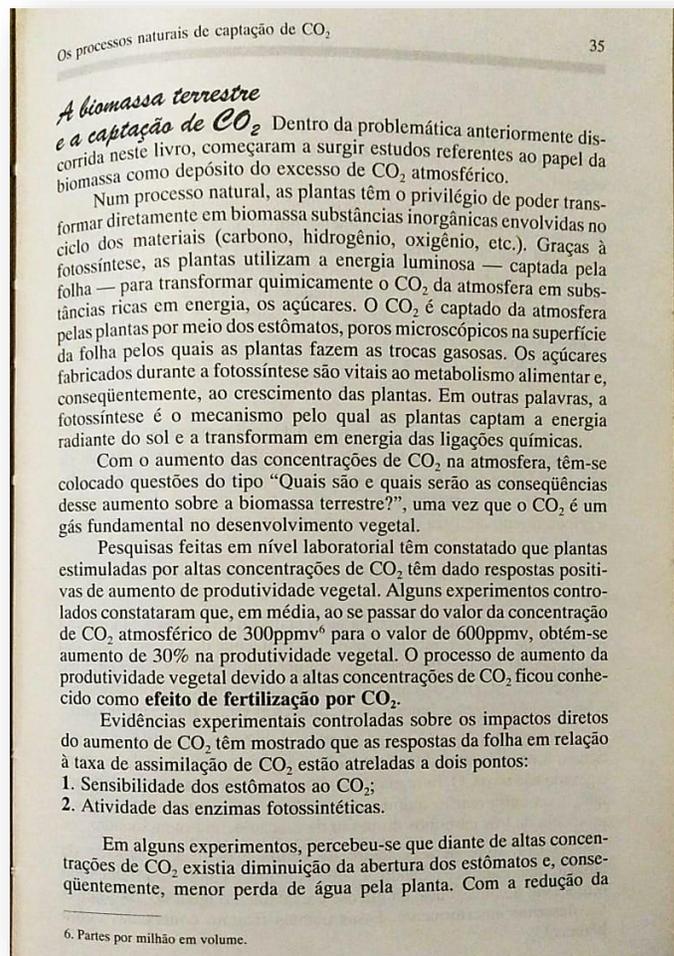
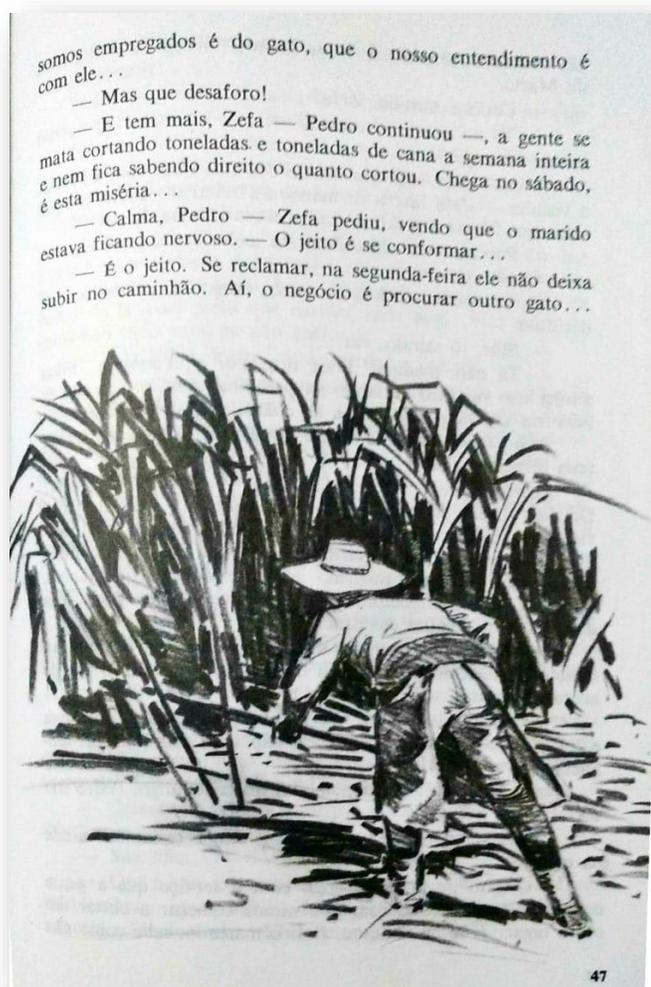


Figura 64 – Outro trecho retirado do livro paradidático *Poluentes atmosféricos* que apresenta a discussão e problematização do assunto efeito estufa e sua relação com a natureza.

Este livro apresenta, de maneira introdutória ao texto, a sua proposta pedagógica, que é discutir o mecanismo do efeito estufa, seus agentes causadores e algumas atividades humanas que contribuem e/ou amenizam essa problemática. Não apresenta atividades, nem manual do professor.

- **Açúcar amargo**

Este livro tem caráter literário e, apesar de não ser um livro voltado para o conhecimento químico, foi analisado por discutir a temática cana-de-açúcar, além de ser um livro paradidático. Sua história é baseada em fatos reais. Seu texto é em formato de narrativa (figura 65), com personagens que se aproximam da realidade de estudantes que também são trabalhadores. Apresenta poucas figuras que retratam as situações apresentadas no texto. Essas imagens (figura 65) são em preto e branco e não há indicação de fontes. Ao final, apresenta as referências bibliográficas.



*Figura 65 – Trecho retirado do livro paradidático Açúcar Amargo onde mostra o uso de imagens que retratam situações cotidianas em um canavial e as discute no texto alguns problemas relacionados como a longa jornada de trabalho, por exemplo.*

Quanto ao aspecto teórico-metodológico, preocupa-se com problemas sociais, misturando ficção e realidade. Mas foge ao foco desta análise por não apresentar uma abordagem do conhecimento químico, nem valorizar a visão interdisciplinar, embora seja contextualizadora.

A obra utiliza a temática cana-de-açúcar, que muito interessa nesta pesquisa, entretanto, não a faz por meio de abordagem CTS. Não contém atividades, nem manual do professor.

Diante dessa análise, conclui-se que nenhum dos livros avaliados contempla a existência de um material paradidático voltado para o ensino de Química e, que, ao mesmo tempo, contemple abordagem CTS e a temática cana-de-açúcar, reunidos numa mesma obra. Assim, é reafirmada a necessidade da elaboração de materiais com esse enfoque.

#### **5.4. AVALIAÇÃO DO LIVRO PARADIDÁTICO *QuimiCANA***

Para a avaliação do material elaborado, preparamos uma ficha baseada nos critérios estabelecidos para a avaliação dos livros didáticos apresentados no PNLD/2018.

Os sujeitos dessa pesquisa foram 28 indivíduos, no total, incluindo alunos licenciandos e professores coordenadores, participantes do PIBID/UFMT-Araguaia do curso de Licenciatura em Química. Porém, optamos por desconsiderar um sujeito para a análise dos resultados por falta de retorno da ficha avaliativa.

##### **5.4.1 Preparativos para a aplicação da avaliação**

Antes do momento da avaliação, foi realizada uma reunião com o professor coordenador do programa, vinculado à UFMT, e, por intermédio dele, foram marcadas as visitas nas três escolas nas quais acontecem as atividades do PIBID, com datas que mantinham o intervalo de dez dias entre elas, para que houvesse tempo hábil para a análise.

Após confirmada a reunião com os avaliadores, partimos para a fase de preparação desse encontro. Então, foram preparadas as cópias do termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) para ser entregue aos sujeitos participantes, impresso em duas vias,

pois uma via ficou com cada avaliador e outra foi recolhida por nós, pesquisadoras, e guardadas como precaução. Além disso, foram preparadas e impressas também as fichas para eles responderem às questões (Apêndice C). Como medida de segurança e precaução, preparamos mais alguns documentos para comprovar a autenticidade da pesquisa, caso algum avaliador questionasse no momento da reunião, como, por exemplo, uma cópia do termo de autorização e anuência do gestor da instituição (Apêndice B), no caso o coordenador do PIBID - CAMPUS ARAGUAIA, bem como uma cópia do documento de aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisas CEP- Humanidades<sup>11</sup>, para comprovar que a nossa proposta de pesquisa é eticamente adequada.

Por fim, após as reuniões, foram realizados os encontros nos quais apresentamos o livro paradidático *QuimiCANA* (apêndice D), que foi entregue aos avaliadores em formato impresso. Tal escolha demandou investimentos financeiros, porém acreditamos fazer diferença com o impacto causado nos avaliadores. A qualidade da impressão e o tipo de capa foram critérios relevantes para a materialização desse exemplar inicial, sob o ponto de vista estético.

#### **5.4.2 Descrição da ficha de avaliação do livro paradidático *QuimiCANA***

A ficha de avaliação que se encontra no anexo B deste documento foi elaborada por Dal Pupo (2015), com a finalidade de avaliar um livro paradidático elaborado durante sua pesquisa de mestrado<sup>12</sup>. Diante disso, optamos por também utilizar essa ficha para avaliar o livro paradidático *QuimiCANA*. Ela é composta por cinco blocos, e cada um deles concentra-se em um tipo de caracterização específica.

No primeiro bloco, as informações são voltadas para a caracterização dos sujeitos; no segundo, concentrou-se nos aspectos técnicos do paradidático; no terceiro, foram avaliados os aspectos pedagógicos, então, no quarto bloco, foi avaliada a abordagem CTS e, no quinto e último bloco, foram direcionados questionamentos acerca da utilização do material aqui

---

<sup>11</sup> Parecer do CEP-Humanidades nº 3.099.586

<sup>12</sup> DAL PUPO, D. **SUA NOVA MAJESTADE A SOJA: UM PARADIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA EM MATO GROSSO**. Orientadora: Irene Cristina de Mello. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – PPGEEN da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2015.

elaborado em sala de aula. Por fim, foi reservado um espaço para possíveis sugestões e comentários.

Como os sujeitos pertenciam a classificações diferentes, dentro da avaliação, optamos para a análise dos dados preenchidos nesta ficha, nomeá-los de: licenciandos em Química (LQ), professor supervisor de Química (SQ) e coordenador de área (C) do PIBID.

#### **5.4.3 Aplicação da ficha avaliativa do livro paradidático *QuimiCANA***

De posse dos documentos necessários, partimos para aplicação da avaliação do livro *QuimiCANA*.

Foram realizadas três reuniões, que aconteceram em escolas diferentes, cada uma contando com a participação de alguns integrantes do PIBID e seus respectivos coordenadores. Primeiramente, me apresentei a eles como a pesquisadora, expliquei sobre o mestrado profissional e falei sobre a pesquisa, bem como qual seria a participação deles. Ao assinarem os termos de Consentidos Livre e Esclarecido, todos se mostraram muito receptivos à proposta da avaliação.

No segundo momento, já autorizada a realizar a pesquisa com os presentes, entreguei as fichas para a avaliação, juntamente com um exemplar do protótipo do livro *QuimiCANA*. Lemos e dirimimos algumas dúvidas que surgiram, como, por exemplo: o que era um produto educacional; a diferença entre um mestrado profissional e um mestrado acadêmico; quais as características de um paradidático; como analisar um livro, seja ele didático ou paradidático;

Foi estabelecido com os participantes das duas escolas o prazo de sete dias para a devolução do livro, com suas respectivas fichas avaliativas. Já em outra, fizemos a apreciação do material e avaliação, seguidos da rápida apresentação da proposta de pesquisa, durante o período de uma manhã.

#### **5.4.4 Resultados da avaliação do livro *QuimiCANA***

Os dados aqui apresentados foram coletados entre os meses de março e abril de 2019, com os integrantes do PIBID do curso de Licenciatura Plena em Química da UFMT, campus do Araguaia, unidade II, localizada na cidade de Pontal do Araguaia-MT.

Contamos com 28 avaliadores, no total, sendo 25 licenciandos em Química (LQ), 2 professores supervisores na área (S) e 1 professor coordenador (C).

Apesar de a avaliação ter sido aplicada em três diferentes momentos e em diferentes escolas, optamos por analisar todas as fichas juntas, sem distinção. Apresentaremos, nos próximos subtítulos, os resultados analisados em cada bloco de avaliação, distinguindo, apenas, as categorias de função em cada um.

#### 5.4.4.1 Bloco 1 – Caracterização dos Avaliadores

A maioria dos avaliadores são do gênero masculino, 18 homens e apenas 10 mulheres. Esses dados foram obtidos pela análise das primeiras perguntas. Tal resultado nos remete a questões tratadas como polêmicas, referentes à presença das mulheres na Ciência. Segundo Muzell (2019), são gerados alguns impactos por causa do sexismo na ciência e na pesquisa, sendo eles: diagnósticos equivocados, tratamentos inadequados e segurança inferior em áreas nas quais a presença das mulheres enfrenta barreiras de gênero. Debates sobre esse assunto permeiam por séculos, mas ainda apresentam os resultados antigos. Os números perpetuam o desconhecimento das especificidades femininas na ciência.

Outro dado fornecido é que o público avaliador é muito jovem, conforme mostra a figura 66.

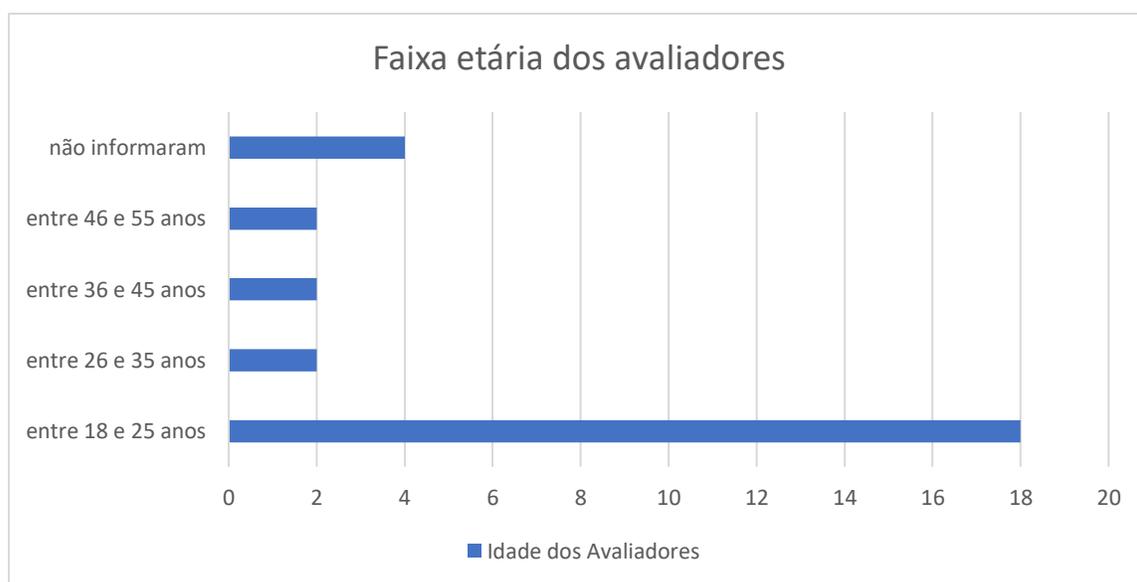


Figura 66 – Faixa etária dos avaliadores do *QuimiCANA*.

Os avaliadores LQ9, LQ23, LQ24 e S1 não quiseram informar suas idades.

Na tabela 4 apresentamos os resultados da caracterização dos sujeitos participantes como avaliadores, em que obtivemos o seguinte perfil, considerando a maioria: masculina, relativamente jovem, frequentes em diferentes semestres e unanimidade em cursar Licenciatura em Plena em Química, contando com professores graduados que trabalham com ensino médio e o coordenador que trabalha diretamente com o ensino superior.

**Tabela 4. Formação e tempo de docência dos avaliadores**

<b>AVALIADORES</b>	<b>IDADE</b>	<b>SEMESTRE QUE ESTÁ CURSANDO</b>	<b>TEMPO DE FORMAÇÃO</b>	<b>EXPERIÊNCIA EM SALA DE AULA</b>
LQ 1	18	2º	----	----
LQ 2	18	2º	----	Professor de teoria de música
LQ 3	19	2º	----	----
LQ 4	19	2º	----	----
LQ 5	19	2º	----	----
LQ 6	19	2º	----	----
LQ 7	19	2º	----	----
LQ 8	19	2º	----	----
LQ 9	----	2º	----	----
LQ 10	20	2º	----	----
LQ 11	27	2º	----	PIBID
LQ 12	46	2º	----	----
LQ 13	20	3º	----	----
LQ 14	35	3º	----	----
LQ 15	19	4º	----	----
LQ 16	19	4º	----	Tirava dúvidas em sala (monitor)
LQ 17	20	4º	----	----
LQ 18	21	4º	----	----
LQ 19	21	4º	----	----
LQ 20	21	4º	----	Professor / instrutor de informática
LQ 21	22	4º	----	----
LQ 22	24	4º	----	----
LQ 23	----	4º	----	----
LQ24	----	4º	----	Estágios em ensino de Química

<b>LQ 25</b>	34	6°	----	Professor há mais de 10 anos
<b>S 1</b>	----	----	22 anos	Professor há 23 anos
<b>S 2</b>	53	----	12 anos	Professor há 20 anos
<b>C 1</b>	44	----	12 anos	Professor há 18 anos

Entre os licenciandos, 12 cursam o segundo semestre, 2 cursam o terceiro, 10 cursam o quarto e apenas um cursa o sexto semestre. Os demais avaliadores (S1/S2/C1) são graduados e professores atuantes.

Quanto ao item experiência, surgiram alguns dados que expressam a atividade docente, antes mesmo da conclusão de um curso superior. Os avaliadores S1, S2 e C1 apresentam mais de cinco anos nessa situação.

Para os licenciandos, a menção de experiência em sala de aula foi muito ampla. Para o LQ2 a experiência de ter ministrado aulas de teoria de música já contribuiu para sua carreira docente. Já para o LQ16, sua experiência foi quando tirava dúvidas em sala de aula, uma espécie de monitor. Ele não especifica se foi durante a própria graduação, ou não, mas é muito comum que estudantes do ensino superior sejam bolsistas e prestem serviços como monitores. Para o LQ20 os momentos de docência e instrução em informática integraram sua experiência em sala de aula, mesmo não mencionando o tempo, nem o local. LQ25 tem uma década de experiência em sala de aula, não foi informado se esse avaliador possui outra graduação, mas, em Química, ainda está cursando o sexto semestre.

É fato que, os graduandos, a partir do 5° período, já podem vivenciar a experiência de estagiarem em sala de aula, ao cursarem a disciplina de estágio supervisionado I. Porém, torna-se interessante observar que o sujeito LQ24 já se identifica nesse processo, mesmo cursando o 4° período, enquanto os demais colegas do 4° (LQ15 ao LQ23) ao 6° (LQ25) período, não o consideram. Muito provavelmente o LQ24 adiantou os créditos para cursar a disciplina. Já o avaliador LQ25 que se encontra no 6° período, muito provavelmente não considerou tal prática (estágio), por julgar sua experiência na docência de uma década mais relevante, ou não cursou a disciplina ofertada no semestre anterior e está devendo essa matéria.

#### 5.4.4.2 Bloco 2 – Aspectos Técnicos do Paradidático

Para este bloco, foram disponibilizadas cinco possibilidades de resposta para avaliarem itens relacionados ao projeto gráfico do livro, organização, linguagem, entre outros critérios (quadro 4).

Verificou-se que a maior parte dos avaliadores classificaram os itens do bloco 2 em *ótimo*, de forma que os itens *ruim* e *péssimo* foram pouco utilizados.

Os licenciandos (LQ) classificaram, quanto ao aspecto técnico do paradidático: 110 avaliações *ótimo*, 87 *bom*, 27 *regular* e 1 *ruim*.

Os dois avaliadores supervisores (S), juntamente com o avaliador coordenador (C), atribuíram aos aspectos técnicos: 20 avaliações *ótimo* e 7 avaliações *bom*.

**Quadro 4 – Resultado da avaliação dos Aspectos Técnicos do Paradidático**

AVALIADORES	GRADUANDOS					SUPERVISORES					COORDENADOR DE ÁREA				
	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
Organização clara e coerente	9	12	4			2					1				
Isenção de erros de revisão e/ou impressão	9	12	3	1			2					1			
Fotos, esquemas e desenhos apresentando fontes, locais de custódia, datas e outras informações necessária ao crédito.	13	8	4			2						1			
Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina.	12	10	3			1	1				1				
Adequação das fotos às finalidades para as quais foram utilizadas.	14	11				2						1			

Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.	16	8	1		2						1			
Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão.	9	10	6		2						1			
Apresenta linguagem acessível	15	7	3		2						1			
Articulação texto e imagem.	13	9	3		2						1			

A figura 67 expõe e compara a porcentagem das respostas obtidas, evidenciando a opinião da maioria como *ótimo*, para os aspectos técnicos do livro paradidático. A porcentagem para cada item foi de 53% *ótimo*, 36% *bom*, 11% *regular* e 0% *ruim*.

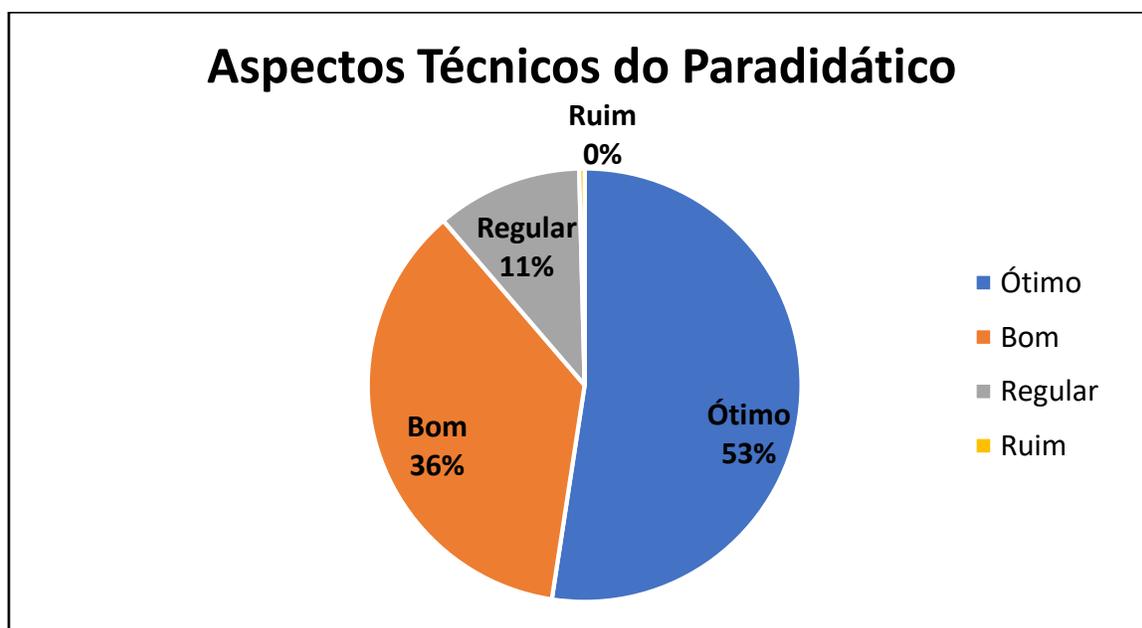


Figura 67 – Percentual de avaliações dos aspectos técnicos do *QuimiCANA*.

#### 5.4.4.3 Bloco 3 – Aspectos Pedagógicos

Neste bloco foram avaliados os aspectos pedagógicos do livro paradidático em 10 critérios. Os itens do bloco 3 também apresentavam cinco possibilidades de respostas.

As avaliações deste bloco se restringiram a *ótimo*, *bom*, *regular* e *ruim*. Nenhum dos avaliadores atribuiu *péssimo* a qualquer um dos itens avaliados.

Os licenciandos (LQ) classificaram quanto ao pedagógico: 74 avaliações *ótimo*, 115 *bom*, 35 *regular* e 1 *ruim*.

Os dois avaliadores supervisores (S), juntamente com o avaliador coordenador (C), atribuíram aos aspectos técnicos: 13 avaliações *ótimo* e 13 avaliações *bom*.

O item do questionário que registra o maior número de avaliações *ótimo*, dentro do bloco 3, foi: “Faz uso de exemplificações cotidianas e/ou científicas” e os itens que registram o maior número de avaliações *bom*, dentro do mesmo bloco, foram: “Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas”, depois, “Permite a construção dos conceitos de forma adequada”, seguidos de “Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro” e “Propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas, nomes e regras”.

Considerando tais respostas, temos evidências de que, possivelmente, o material elaborado poderá contribuir para o processo de ensino e aprendizagem no ensino médio.

O quadro 5 apresenta os resultados da avaliação do bloco 3, de forma sistematizada.

**Quadro 5 – Resultado da avaliação dos aspectos pedagógicos do paradidático**

AVALIADORES	GRADUANDOS					SUPERVISORES					COORDENADOR DE ÁREA				
	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
Nível de adequação ao ensino médio	10	11	4			1	1				1				
Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro.	9	14	2			1	1				1				
Permite a construção dos conceitos de	8	15	2			1	1					1			

forma adequada.															
Nível de aprendizagem dos conceitos propostos.	9	11	5				2					1			
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico com a valorização de uma visão interdisciplinar.	10	9	6			1	1				1				
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico de maneira contextualizada.	8	13	3	1		1	1				1				
Faz uso de exemplificações cotidianas e/ou científicas.	12	11	2			1	1				1				
Propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas, nomes e regras.	3	14	8			1	1					1			
Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas.	5	17	3			1	1				1				
Apresenta, de modo correto,	11	13	1			1	1					1			

contextualiza do e atualizado, conceitos, informações e procedimento s.															
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Na figura 68 foi realizada uma distribuição percentual das cinco possibilidades de respostas para o bloco 3, evidenciando-se a resposta *bom* para o aspecto pedagógico do paradidático.

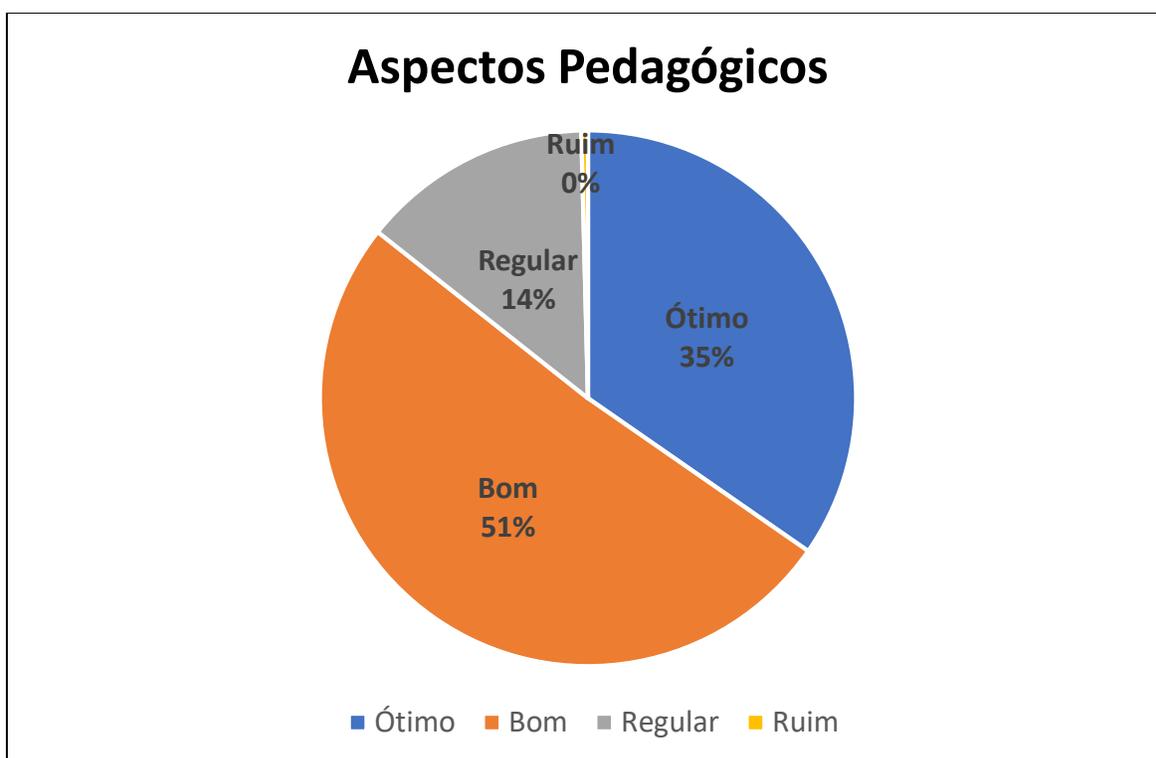


Figura 68 – Percentual de avaliações dos aspectos pedagógicos do *QuimiCANA*.

#### 5.4.4.4 Bloco 4 – A Abordagem CTS

No bloco 4 foi avaliado se o paradidático *QuimiCANA* continha características de um material com abordagem CTS. Foram oferecidas cinco opções de respostas para este bloco.

Segundo a avaliação dos licenciandos (LQ), foi obtido o resultado de 77 avaliações para *ótimo*, 62 para *bom*, 9 para *regular*, 1 para *ruim* e 1 para *péssimo*.

Já para a avaliação realizada pelos professores (SQ) e (C), o resultado é *ótimo* e *bom*, sendo 12 respostas para *ótimo* e 6, para *bom*.

Os resultados da avaliação para cada um dos 6 itens do bloco 4 apresentam-se no quadro 6.

**Quadro 6 – Resultado da avaliação da abordagem CTS no Paradidático**

AVALIADORES	GRADUANDOS					SUPERVISORES					COORDENADOR DE ÁREA				
	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM	PÉSSIMO
Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e meio ambiente.	18	7				1	1				1				
Aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico.	10	15				1	1				1				
Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico.	13	9	3				2				1				
Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico.	15	9	1			2					1				
Aborda a tecnologia	10	12	1	1	1	2					1				

como fator para melhoria das condições de vida.															
Aponta outros fins para a tecnologia.	11	10	4				2				1				

O item “Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e meio ambiente” foi avaliado 18 vezes com a resposta *ótimo*. Já o item “Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico”. apresentou 15 avaliações *ótimo*.

Houve concordância na avaliação dos supervisores em *ótimo* para os itens “Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico” e “Aborda a tecnologia como fator para melhoria das condições de vida”, e em *bom* para os itens “Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico” e “Aponta outros fins para a tecnologia”.

Destaca-se, na avaliação feita pelo coordenador, a unanimidade nas respostas *ótimo* para todos os itens propostos para serem avaliados no bloco 4. Considerando a experiência desse avaliador, outra vez, evidencia-se a possibilidade de o paradidático **QuimiCANA** contribuir para o processo de ensino e aprendizagem na educação básica.

Diante da análise das respostas, em geral, para este bloco, o paradidático foi avaliado com o maior número de respostas como *ótimo*, exibido na figura 69, atingindo mais um dos objetivos propostos para esta pesquisa.

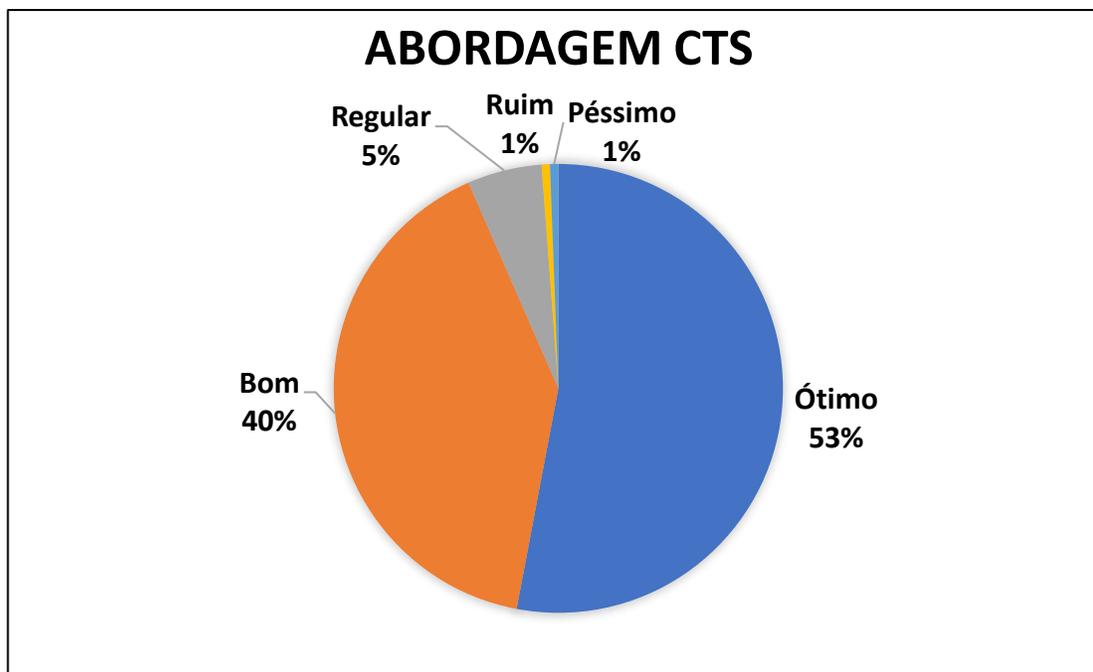


Figura 69 – Percentual de avaliações sobre a abordagem CTS do *QuimiCANA*.

#### 5.4.4.5 Bloco 5 – Utilização do Livro *QuimiCANA* em Sala de Aula

Este bloco foi composto por quatro perguntas.

Na primeira questão, “você utilizaria o livro *QuimiCANA* em suas atividades didático pedagógicas?” Os avaliadores poderiam escolher entre as opções *sim* e *não* como resposta e, depois, justificar o porquê daquela resposta.

Para Laguna (2001), os paradidáticos atendem à Literatura e a todas as outras disciplinas, procuram ajudar os professores e enriquecem a vida dos alunos, ao complementar informações, de maneira leve e ágil. Assim, entendemos que um material paradidático vem para somar à prática docente, em sala de aula, e questionar os avaliadores sobre a utilização desse tipo de material faz-se muito importante.

O resultado obtido na avaliação da utilização do livro *QuimiCANA*, nas atividades didático-pedagógicas dos avaliadores, foi de 27 respostas *sim* e 1 resposta *não*.

Apenas o avaliador LQ9, que não tem experiência em sala de aula e cursa o segundo semestre do curso de Química, não utilizaria o livro em suas atividades didático-pedagógicas. Ele justifica sua escolha, apontando o seguinte motivo:

*O conteúdo precisaria (sic) ser mais específico (sic) na área de química e ter exemplos e atividades. (LQ9)*

Sobre este posicionamento do avaliador LQ9, podemos refletir que ele possivelmente estava se referindo a um material apostilado, ou, mesmo, um livro didático. Julgamos que ele não tenha compreendido inteiramente o sentido de um material paradidático. Isso possivelmente por ele ainda não ter experiência docente, estar no início da graduação.

Todos os demais optaram pela avaliação *sim*, justificada por motivos relacionados à linguagem, contextualização e interdisciplinaridade:

*Apresenta uma linguagem de fácil compreensão, curiosidades relevantes e contextualização dos conteúdos abordados na matéria de química do ensino médio. (LQ10)*

*Porque ele mostra processos químicos de um produto que faz parte do nosso dia-a-dia, e também por que (sic) atinge não só os estudantes, mas um grupo em um todo. (LQ18)*

*Pois contextualização com a realidade do Estado é algo muito importante. (LQ21)*

*Devido a interdisciplinaridade (sic) (LQ12)*

*Através do livro você pode ter um apoio em sala de aula tratando mais do cotidiano do aluno por se tratar de uma linguagem mais regional. (LQ5)*

*Porque é um bom livro que aborda vários fatores e não só a química, facilitando o entendimento de todos. (LQ8)*

*Por ser um material elaborado a partir da realidade local, bem como, utilizando uma linguagem acessível ao povo desta região. (S2)*

*O livro é elucidativo quanto ao contexto de informações sobre a cana de açúcar. Sua sequência favorece construção de conhecimento histórico, empírico, científico e tecnológico, todos com alto índice educativo, proporcionados pela boa linguagem, pelas imagens e pela interatividade altamente problematizadora das questões inerentes a cana de açúcar, entre elas a química. (C1)*

Ao analisarmos a fala do avaliador LQ25, podemos notar que ele demonstra ter certa insegurança quanto ao momento e à maneira como utilizaria o paradidático, ou ele não entendeu para que serve esse material.

*Mas depende do conteúdo abordado e seu contexto. (LQ25)*

Tal preocupação e insegurança podem ter surgido pelo fato de o avaliador LQ25 reconhecer a importância de estratégias de ensino. Para Munakata (2007), os paradidáticos não seguem uma serialização, como os livros didáticos fazem, nem uma sequência de conteúdos, conforme preconiza o currículo oficial.

Esse avaliador e o avaliador LQ24 concordam em utilizar o material, entretanto, impõem condições e, de certa forma, já antecipam os questionamentos que foram apresentados na questão de número 2.

*Utilizaria como apoio extra as atividades de sala de aula respeitando o grau de informação de cada turma. (LQ24)*

Dessa forma, podemos inferir que o livro paradidático *QuimiCANA* poderá ser utilizado para contextualizar as aulas de Química, visto que, de acordo com os comentários dos avaliadores, cumpre o objetivo proposto inicialmente, ao relacionar conteúdos químicos com o cotidiano dos leitores-alunos, de maneira leve e ágil.

Segue, assim, as caracterizações dadas por Laguna (2001) para um paradidático, que deve se apresentar com visual e temas adequados, procurar despertar o hábito da leitura e levantar questionamentos que antes ficavam à margem da vida escolar.

A segunda questão tratou do momento do processo de ensino e aprendizagem que os sujeitos consideravam mais apropriado para a utilização do paradidático. O avaliador poderia marcar quantas alternativas desejasse, sendo elas: *Introdução da aula; Durante a aula; Após a explicação do conteúdo; Atividade diferente em sala de aula; Como trabalho extraclasse; Outros*. Os resultados das respostas referentes à questão 2 estão expressos na tabela com o quadro 7.

**Quadro 7 – Momento de utilização do paradidático *QuimiCANA***

<b>Momento de Utilização do Paradidático</b>	<b>Graduandos</b>	<b>Supervisores</b>	<b>Coordenador</b>
Introdução da aula	4	-	1
Durante a aula	6	1	-
Após a explicação do conteúdo	7	2	-
Atividade diferente em sala de aula	13	1	-

Como trabalho extraclasse	11	-	-
Outros	1	-	1

O avaliador LQ25 optou pela alternativa *outros*, e sugeriu aplicar o paradidático como uma pesquisa sobre o conteúdo, de forma que confirma a justificativa já antecipada para esta escolha, ao ser expressa durante a questão 1 deste bloco.

Na avaliação do professor coordenador (C1), além da utilização do paradidático, como forma de *introdução da aula*, ele avalia também *outros* momentos como sendo apropriados para a aplicação do material. Justifica da seguinte maneira:

*Caberia também como trabalho extraclasse, mas apenas no âmbito do contexto. A abstração dos conceitos requer mediação do professor e de instrumentos inerentes ao ensino de Química, característicos do ambiente escolar e universitário. (C1)*

Segundo a maioria dos sujeitos, suas avaliações quanto à possibilidade de uso do paradidático são diversas, todavia, o maior número de respostas foi para a opção *atividade diferente em sala de aula*, que contou com 13 assertivas, seguida da opção *como trabalho extraclasse*. E a opção menos votada foi durante a *introdução da aula*, que teve apenas 4 votos.

Este resultado aponta mais um elemento positivo, comprovando a multifuncionalidade do material, fato que vai ao encontro do pensamento de Munakata (2007) sobre o uso dos paradidáticos, que, geralmente, são adotados no processo de ensino e aprendizagem como material de consulta do professor, ou como fonte de pesquisa e de apoio às atividades do educando.

A terceira questão procura identificar qual a contribuição do paradidático para o aprendizado dos conceitos abordados e questiona de quais maneiras essa contribuição ocorreu. O avaliador poderia optar pelas alternativas *sim* e *não* e, logo após, se justificar.

O resultado foi de 25 avaliações positivas e 3 apenas avaliações negativas.

Os avaliadores que responderam que o livro *não* contribuiu para o aprendizado dos conceitos, não quiseram se justificar. Apenas votaram negativamente.

Já entre os avaliadores que responderam *sim* para a contribuição do paradidático ao aprendizado dos conceitos, as justificativas se concentraram, mais uma vez, na contextualização e na linguagem.

*O livro aborda os conceitos de forma clara. Ele contribui de maneira que você aprenda a química, sabendo a utilidade da mesma no dia-a-dia. (LQ1)*

*É um livro de leitura fácil, contém várias imagens que facilita o aprendizado, então acredito que seria um ótimo livro para o ensino médio, pois além de envolver história da cana também a química. (LQ15)*

*Pois é um livro bem explicativo que trata de forma clara os conceitos abordados. (LQ8)*

*Pois esse livro demonstra toda uma história das coisas relacionadas a área da ciência e muito fácil de ser compreendido. (LQ13)*

*Proporcionou uma nova visão da realidade do MT, visto que, venho de uma realidade de certa forma contrária. (LQ21)*

*Facilitando a compreensão de conceitos químicos de maneira contextualizada ao cotidiano do aluno. (S2)*

Alguns avaliadores justificaram-se mais incisivamente pelo uso da temática cana-de-açúcar.

*Porque o livro relaciona uma coisa que conhecemos, que no caso foi a cana-de-açúcar com a química. (LQ7)*

*Pois trata de passo a passo e dos processos utilizados na fabricação do açúcar, misturado com o conhecimento científico. (LQ5)*

*Da maneira que ensina no plantio da cana, e ensina até o final que é quando é rancada e transformada no produto” (LQ22)*

*Uma maneira clara e ampla sobre a história da cana de açúcar e seus processos. (LQ18)*

*Explicando sobre a planta, abordando seus conceitos históricos e mostrando o processo de produção de seus derivados. (LQ6)*

*Explicação do início, meio e fim sobre a cana de açúcar (sic). (LQ11)*

*Sanando curiosidades básicas que até então desconhecia, como por exemplo, ter descoberto que a cachaça se refere apenas à bebidas derivadas da cana-de-açúcar. (LQ4)*

Esta última fala apresentada, feita pelo sujeito LQ4, nos remete ao que Laguna (2001) afirma sobre os conteúdos abordados por um paradidático, no qual se apresentam assuntos

que a escola jamais pensou em abordar. Dalcin (2002) caracteriza os livros paradidáticos como livros temáticos que têm a declarada intenção de ensinar, porém, ensinar de forma lúdica.

Outros avaliadores, ao se justificarem sobre a contribuição positiva do paradidático na aprendizagem de conceitos, enfatizaram a interdisciplinaridade presente no livro para veicular informações diversas.

*O livro paradidático contribui para vários tipos de informações e conhecimento, desde o processo histórico até a partir da atualidade, tendo em vista grandes inovações proporcionadas à cana-de-açúcar e suas propriedades. (LQ23)*

*Introduzindo todos os conceitos históricos para uma abordagem sobre o assunto mais fácil. (LQ9)*

*Pelas informações contidas. (LQ2)*

Dentre as respostas afirmativas houve uma justificativa, feita pelo avaliador LQ16, que mais uma vez demonstra o reconhecimento da importância, pois o sujeito utilizaria o material, entretanto parece não ter compreendido a sistemática de funcionamento de um material paradidático, assim como ocorreu com o avaliador LQ25, ao responder a primeira questão deste bloco.

*Mas não na minha área, na verdade alguns conceitos na parte de química não foram totalmente elucidados, exatamente por isso, na questão 2 marquei que só utilizariam o livro após a explicação. (LQ16)*

Segundo Machado (1997),

Nos textos paradidáticos, os temas costumam ser apresentados de modo menos comprometido com o isolamento e a fragmentação cartesianas, buscando-se construir o significado dos mesmos a partir de suas múltiplas relações com diferentes áreas de conhecimento, transitando-se de modo mais instigante por entre as fronteiras disciplinares (*apud* TREVISAN, 2008, p.4).

A declaração dada pelo coordenador, durante a justificativa de sua resposta, quando questionado de qual maneira o livro contribuiu para a aprendizagem de conceitos, foi extremamente significativa, pois foi o único avaliador que conseguiu elencar os conteúdos abordados e ainda resumir todos os outros pontos observados de forma isolada pelos outros avaliadores.

*O aprendizado dos conceitos abordados no livro tem um duplo viés, o do contexto e da abstração do próprio conceito em si. Há conceitos inerentes somente ao contexto, como a história da utilização da cana de açúcar, sua transformação em mercadoria pela indústria do capital, os dados de sua produção, como fazer uma rapadura a partir do caldo de cana etc. De outra forma, há conceitos que perpassam o contexto, os quais requerem maior investimento do ensino na aprendizagem, por exemplo o conceito químico de sacarose. Apreendê-lo ao ponto de generalizar sua aplicabilidade em grau científico requer conhecimento de atomística, ligações químicas, fórmula estrutural, nomenclatura de compostos e funções orgânicas, reações químicas etc., e o material didático em análise não teve esse foco. (C1)*

É importante observar que o avaliador C1 reforça, na última frase de sua fala, que o foco do material não foi entrar em questões próprias do Ensino de Química e nem nas específicas da Química.

O fato de o livro ter aplicação no âmbito escolar, ou não, instigou algumas justificativas nesse sentido, confirmando assim, o ecletismo causado no tipo de público alvo.

*Ele deixa de forma clara o que temos que aprender e esse livro dá para ser compreendido por qualquer pessoa. (LQ20)*

*O livro é de fácil leitura, contribui para a formação de alunos principalmente de ensino médio. (LQ3)*

Para finalizar a avaliação, solicitamos aos avaliadores sugestões ou críticas ao material. Dentre elas foram citadas: sugestões de formatação do texto e algumas imagens, pois algumas estavam *embaçadas* e trechos com a legibilidade comprometida; apresentação mais clara do conceito de ligação glicosídica; disponibilização do material nas bibliotecas das escolas; alteração das fontes das imagens para não conter os links junto à referência, apenas na bibliografia.

Sobre tais sugestões, todas elas foram atendidas, exceto a de alteração das fontes, pois, assim, fugiríamos da proposta do livro paradidático. Com relação à disponibilização do produto educacional, caberá às próximas etapas do processo de conclusão da pesquisa. A intenção é de, no futuro, formar parcerias com editoras ou empresas privadas do ramo canavieiro, para a distribuição do **QuimiCANA**, ao menos, nas escolas da rede pública do estado de Mato Grosso.

Algumas observações feitas pelo avaliador C1 foram muito relevantes. Ele as apresenta com muita modéstia, dizendo ser curiosidades que surgiram, ao longo da leitura do paradidático. Porém, nós as consideramos importantíssimas para o melhoramento do produto educacional e todas as sugestões dele foram atendidas.

A primeira foi sobre uma figura na página 6, mostrando algumas bebidas alcoólicas, entre elas a cerveja.

*As cervejas que eu conheço utilizam o álcool produzido a partir de cereais, como cevada ou trigo. Não conheço cerveja feita de cana-de-açúcar, utilizada mais nos destilados, como cachaça e Whisky. Se tenho razão, a figura pode induzir a uma percepção errada, dado que o contexto em que ela aparece aborda a utilização industrial da cana. (C1)*

A segunda observação, foi uma sugestão feita por ele, ainda na página 6, segundo parágrafo, no trecho: *Calcula-se que naquele período da história, a exportação do açúcar rendeu ao Brasil cinco vezes mais divisas, que qualquer outro produto agrícola cultivado na época e destinado ao mercado externo*, caberia uma fonte. Entretanto, ele frisa que percebeu, durante a leitura do material produzido, não ter os mesmos critérios dos trabalhos acadêmicos, no que se refere a fontes de informações e reconhece que, se estiver enganado sobre a proposta de como é um material neste formato paradidático, que seja desconsiderado este apontamento.

Sugere na página 11 no trecho: *A cana chegou ao Brasil ainda no período do Brasil Colonial, por volta dos anos 1520*, que a palavra *ainda* poderia ser substituída por *no início*.

Observou características relacionadas a algumas imagens. Uma delas, localizada na página 7, aparece em meio aos textos e não está numerada e não tem um título. Para ele, a fonte dela contém informação incompleta, pois o deixou curioso em relação ao significado de ÚNICA, que não está expresso no texto. Nas figuras nas páginas 9, 10, 11,12, 16 e em algumas outras, ao longo do texto, ele sugere colocar títulos. Na página 18, sugere verificar a inclusão do estado de Rondônia no destaque da imagem, e explica: há dois mapas mostrando as diferentes extensões territoriais de Mato Grosso. O texto traz a divisão de 1977 entre MT e MS. O primeiro mapa (o de cima), porém, aparece com cor vermelha uma área que envolve MT, MS e RO.

Observa que, na página 16, reduzimos a importante imigração europeia e japonesa para apenas imigração italiana. E sugere que abordagens históricas incompletas quase sempre

frustram o leitor, que pode se interessar pelo material, a partir do anúncio feito por você no índice remissivo. Veja na tabela 5, como Darcy Ribeiro contabilizou, mostrando que a migração era bem mais diversificada:

**Tabela 5 - Evolução da população imigrante para o Brasil (x 1000)**

Períodos	Portugueses	Italianos	Espanhóis	Japoneses	Alemães	Totais
1851/1885	237	128	17	-	59	441
1886/1900	278	911	287	-	23	1398
1901/1915	462	323	258	14	39	1096
1916/1930	365	128	118	85	81	777
1931/1945	105	19	10	88	25	247
1946/1960	285	110	104	42	23	564
TOTAIS	1732	1619	694	229	250	4523

*Fonte: Ribeiro, Darcy. O povo Brasileiro, Companhia das Letras, São Paulo, 1997, p. 242.*

Ele percebeu, ainda, um erro, na página 16, ao citar a década: “A partir da década de 10”.

Outras sugestões e críticas dadas neste ponto, pelos licenciandos, julgamos serem consequências da não compreensão do que é um material paradidático, pois se forem atendidas essas exigências, fugiremos da proposta inicial dada para este material. Mesmo assim, é importante destacar quais foram essas sugestões e críticas, sendo elas: trazer mais imagens relacionadas à química, adicionar mais fórmulas, por se tratar de um livro de química, adicionar mais termos técnicos, voltados à estrutura e composição química dos derivados do açúcar.

Entre os principais comentários positivos foi unanimidade as falas que gostaram, gostaram muito e amaram o *QuimiCANA*.

## CAPÍTULO VI

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao término da investigação, sobre as possíveis contribuições do produto educacional *QuimiCANA*, na perspectiva dos estudantes e professores integrantes do PIBID, campus Araguaia, encontramos evidências de que o paradidático elaborado:

- apresenta linguagem clara e acessível, articulando adequadamente o uso de diferentes recursos (gráficos, tabelas, imagens, infográficos) com o texto;
- a abordagem de conceitos, informações e procedimentos parte do contexto dos alunos, relacionando o conhecimento químico com o cotidiano dos alunos.
- contextualiza os conteúdos químicos, por meio de uma visão interdisciplinar, com a produção de cana-de-açúcar, os processos envolvidos na industrialização e nas utilizações posteriores dos seus resíduos e subprodutos;
- atende às características de um material com abordagem CTS, ao apresentar discussões a respeito de impactos ambientais e sociais decorrentes do conhecimento científico, associando-os ao desenvolvimento tecnológico.

Partindo da análise dos dados feita no capítulo V, sugerimos, de início, que o professor parta de assuntos e situações que são mais próximas ao aluno.

O levantamento sobre as produções paradidáticas brasileiras, feito no formato de um estado do conhecimento, apontou uma carência nas produções de materiais desse tipo. Produzir um material paradidático demanda tempo e dedicação. Ainda assim, sugerimos que professores desenvolvam esse tipo de material, estimulamos até que façam em conjunto com os alunos, como o resultado de projetos realizados na escola, por exemplo. E, assim, poderiam contribuir como um diferencial na formação de ambos (alunos e professores).

Acreditamos que a educação ainda está carente de pesquisas em ensino, carente de professores que sejam também pesquisadores, pois ainda é muito recente essa maneira de enxergar a prática docente.

Tendo como referência os livros didáticos, material mais comum nas escolas a disposição de alunos e professores (várias pesquisas indicam isso), a abordagem CTS é pouco utilizada nesses recursos. A dificuldade em encontrar materiais, capazes de relacionar conteúdos da disciplina de Química com uma temática regional, no caso a cana-de-açúcar, de forma contextualizada, também foi constatada pelas análises realizadas nos livros didáticos e paradidáticos.

Foi por esses motivos que optamos pela escolha de produzir um paradidático com a temática cana-de-açúcar para ensinar Química. Entendemos ser importante estudos profícuos sobre a questão do livro paradidático, em busca de uma análise imparcial de suas vantagens e desvantagens, quando devidamente utilizado em apoio ao ensino, principalmente ao de Química.

A análise das avaliações feitas pelos sujeitos conclui positivamente para a aplicabilidade do material, visto que a maioria considerou o livro ótimo ou bom e ainda aprovou a utilização dele em sala de aula, respondendo, assim, positivamente, à pergunta norteadora da pesquisa.

Em minha concepção, como mestranda, compreendo, de forma ampla, que o mestrado converge em dois produtos: um é o produto educacional e o outro é o próprio mestrando, com a sua formação profissional e pessoal, por ele ser capaz de materializar a concepção docente e a ação prática cotidiana em sala de aula, ao mesmo tempo. Esse conjugar do saber da prática docente com o conhecimento acadêmico é o que caracteriza o ensino e, para que ele seja de qualidade, a educação dita *moderna* precisa acontecer.

A realização desta pesquisa me proporcionou um enorme crescimento como profissional e cidadã, pois me fez refletir sobre minhas próprias práticas em sala de aula, minhas percepções sobre determinados assuntos e, principalmente, por me proporcionar elaborar uma pesquisa com aplicabilidade para minha região, de modo que eu estou devolvendo à comunidade todo o conhecimento que me foi dedicado pelos profissionais ligados à UFMT, direta ou indiretamente. Contribuir com a pesquisa científica em ensino de Química e, ao mesmo tempo, com a comunidade regional à qual pertencço é um ato prazeroso.

Eu e a orientadora desta pesquisa acreditamos que o produto educacional oriundo deste trabalho, poderá auxiliar docentes no ensino de Química e, também, poderá instigar inspirações para que sejam elaborados materiais semelhantes, futuramente. Somado a isso,

pretende-se que o *QuimiCANA* seja parte integrante de uma coleção de paradidáticos do LabPEQ, que abordem, como temáticas, os principais produtos agrícolas cultivados em Mato Grosso, tais como: milho, algodão, feijão, arroz e outros.

Reforço, aqui, que a versão final do paradidático estará disponível para a comunidade acadêmica, por meio do repositório do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Almejo, de modo pessoal, poder disponibilizar esse material para toda a comunidade escolar pública mato-grossense. Para isso será necessário formar parcerias com outros interessados.

Assim, espero despertar os interessados e reforçar para que sejam incentivados e desenvolvidos materiais semelhantes.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, S. B. A. de. **QuimiGui@: UMA ESTRATÉGIA PARA ELABORAÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS TEXTUAIS DE QUÍMICA**. Orientadora: Irene Cristina de Mello. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – PPGE-CN da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2014.

ALVES, A. J. O Planejamento de Pesquisas Qualitativas em Educação. **Caderno de Pesquisa**, n. 77, p. 53-61, 1991.

BAZZO, W. A. *et al.* Introdução aos estudos CTS. **Cadernos de Ibero - América**, ed. OEI, n. 1, 172 p., 2003.

BANDEIRA, D. Material didático: conceito, classificação geral e aspectos da elaboração. *In*: CIFFONE, H. (Org.). **Curso de Materiais didáticos para smartphone e tablet**. Curitiba, IESDE, 2009, p. 13-33. Disponível em: <http://www2.videolivriaria.com.br/pdfs/24136.pdf>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2019.

BARROS, S. A. M. Obstáculos epistemológicos: O conceito de Quantização de energia nos livros didáticos de química do ensino médio. *In*: **Encontro nacional do Ensino de Química**, 15, 2010, Brasília. Resumos. Disponível em: <http://www.xvneq2010.com.br/resumos/R1199-1.pdf>. Acesso em: 06 de fev. de 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD - Programa Nacional do Livro Didático**. 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/318-programas-e-acoes-1921564125/pnld-439702797/12391-pnld>. Acesso em junho de 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio**. Brasília: MEC. Versão entregue ao CNE em 03 de abril de 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC\\_EnsinoMedio\\_embaixa\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf). Acesso em: 30 de maio de 2019.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; LISBOA, E. S.; COUTINHO, C. P. O infográfico e as suas potencialidades educacionais. *In*: **IV Encontro Nacional de Hipertexto e Tecnologias Educacionais**, 2011.

BRAVIM, E. **Os recursos didáticos e sua função mediadora nas aulas de matemática: um estudo de caso nas aldeias indígenas Tupinikim Pau-Brasil do Espírito Santo**. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

CALADO, S. dos S.; FERREIRA, S. C. dos R. **Análise de documentos: método de recolha e análise de dados**. (2004) Disponível em:

<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/ichagas/mi1/analisedocumentos.pdf>. Acessado em 25 de maio de 2019.

CALLEGARIO, L. J.; HYGINO, C. B.; ALVES, V. L. O.; LUNA, F. J.; LINHARES, M.P. A História da Ciência no Ensino de Química: uma revisão. **Rev. Virtual de Química**, 2015, 7 (3), 977-991. Disponível em: <http://www.uff.br/rvq>. Acessado em 15 de junho de 2019.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. 2006.

CEREZO, J. A. L. **Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos**, **Revista Iberoamericana de Educación**. P.41-68. 1998. Disponível em: <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie18a02.html>. Acesso em 17 de maio de 2018.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**. Edição 05. Vol. 6, nº 15. Rio de Janeiro. Dezembro de 1996. Disponível em: [http://www.ibr.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin\\_constant/2000/edicao-15-abril/Nossos\\_Meios\\_RBC\\_RevAbr2000\\_ARTIGO3.pdf](http://www.ibr.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2000/edicao-15-abril/Nossos_Meios_RBC_RevAbr2000_ARTIGO3.pdf). Acesso em: 13 de fev. de 2018.

COLETI, J. C.; OLIVEIRA, Andrea Leda Ramos de. A Intermodalidade no Transporte de Etanol Brasileiro: aplicação de um modelo de equilíbrio parcial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 1, p. 127-144, 2019.

COSTA NETO, J. R. Usinas de etanol tendem a ser flex em Mato Grosso. 12 de março de 2018. **Entrevista ao Jornal A GAZETA de Mato Grosso**. Disponível em: <https://www.novacana.com/n/industria/usinas/usinas-de-etanol-tendem-a-ser-flex-em-mato-grosso>. Acesso em 10 de abril de 2018.

DALCIN, A. **Um olhar sobre o paradidático de Matemática**. Campinas, 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) – FE/UNICAMP.

DAL PUPO, D. **SUA NOVA MAJESTADE A SOJA: UM PARADIDÁTICO COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE QUÍMICA EM MATO GROSSO**. Orientadora: Irene Cristina de Mello. Dissertação de mestrado. 2015. 183f Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais – PPGEEN da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food Outlook biannual report on global food markets**. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca0239en/CA0239EN.pdf>. Acesso em: 05 de jul. 2019.

FARIAS, C. R. O.; FREITAS, D. Educação Ambiental e relações CTS: uma perspectiva integradora. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

FERNANDES, K. S.; MELLO, I. C. de. **Panorama das publicações brasileiras sobre paradidáticos no Ensino de Química**. In: Semiedu, 26, Anais, 2018, p. 2160, Cuiabá-MT. Disponível em: <http://eventosacademicos.ufmt.br/public/conferences/8/schedConfs/36/accommodation-15.pdf#page=2160>. Acesso em: 20 de janeiro de 2019.

FRANCISCO, W.; DA SILVA, C. Silveira. **O papel mediador dos recursos didáticos: uma revisão pautada no ensino de Química Orgânica.** In: VIII ENPEC, 2011. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R0919-2.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2019.

FURASTÉ, P. A. **Normas Técnicas para o Trabalho Científico: Elaboração e Formatação.** Explicitação das Normas da ABNT. 15.ed. Porto Alegre: s.n., 2011.

GARCÍA, J. L. *et al.* **Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología.** Madrid: TECNOS, 1996.

GONZÁLEZ REY, F. L. **Pesquisa qualitativa em psicologia: caminhos e desafios.** Tradução: Marcel Aristides F. Silva. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia.** 3ª ed. 212 p. Digitalizado por TupyKurumin. Rio de Janeiro. 2001.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4ª ed., São Paulo: Editora Edusp, 2008.

LAGUNA, A. A Contribuição do Livro Paradidático na Formação do Aluno Leitor. **Augusto Guzzo Revista Acadêmica**, v. 02, p. 43-51, 2001.

LIMA, F. C. G. C. A “escassez de numerário” e a adoção do açúcar como moeda no Brasil colonial. **Revista Econômica - Niterói**, v.14, n.1, p. 63-71, 2012.

LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, Unicamp, Campinas, v. 1, p. 116, 2007. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HbYs0EP3eUJ:200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/150/108+&cd=1&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 23 de junho de 2018.

LOPES, R. P.; FURKOTTER, M. Formação inicial de professores em tempos de TDIC: uma questão em aberto. **Educação em Revista**. Belo Horizonte. v.32, n.04, p. 269-296 Outubro-Dezembro 2016.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M; **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, J. **Além do didático: Os livros paradidáticos no ensino de química.** Universidade Federal do Pará, Centro de Educação. 19-?

MARTINS, H. H. T. de S. **Metodologia qualitativa de pesquisa.** Educação e Pesquisa, São Paulo, v.30, n.2, p. 289-300, maio/ago. 2004.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. F. Perspectivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. **CTS e educação científica: desafios**,

**tendências e resultados de pesquisas.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 135-160, 2011.

MELO, E. A. A. **Livros paradidáticos de língua portuguesa para crianças: uma fórmula editorial para o universo escolar.** 2004. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

MEMBIELA, P. **Uma revisión del movimiento CTS em La enseñanza de las Ciencias.** 2001. In: MARTINS, D. F. F. (org.). Enseñanza de las Ciências desde la perspectiva Ciência-Tecnología-Sociedad: Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Nancea. 2001.

*Momentos do Livro no Brasil.* São Paulo: Ática, 1995, pp. 209-239. In: DALCIN, Andreia. Um olhar sobre o paradidático de matemática. **Zetetike**, Campinas, SP, v. 15, n. 1, p. 25-36, jan. 2009. ISSN 2176-1744. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8647014/13915>. Acesso em: 24 abr. 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP). (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil). Moreira, Marco Antonio, 1942. Teorias de aprendizagem / Marco Antônio. Moreira. — São Paulo: EPU, 1999. O. Bibliografia. ISBN 85-12-32140-7. USPAFSCISBI. 1.

MOREIRA, M. A. Pesquisa básica em Educação em Ciência: uma visão pessoal. **Revista Chilena de Educación Científica.** v. 3, n. 1, 2004, p.10-17.

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. **Revista Em aberto**, v. 7, n. 40, 2007.

MOREIRA, M. A. A pesquisa em ensino de Física e Ciências Naturais. In: **I Encontro Regional de Ensino de Física – Professor Marco Antônio Moreira & VIII Mostra de Investigação do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais.** Cuiabá-MT, UFMT, 2018.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Revista Em Aberto*, Brasília, ano 7, n. 40. Out./dez. 1988. In: ESTUDO REALIZADO POR MORTIMER. **Além do didático: Os livros paradidáticos no ensino de química Prof. Jorge Machado (UFPA/Centro de Educação).**

MUNAKATA, K. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos.** São Paulo, 1997. Tese (Doutorado) – PUC/São Paulo.

MUZELL, L. **Sexismo na ciência leva a diagnósticos e tratamentos piores para as mulheres.** RFI, 2019. Disponível em: <http://br.rfi.fr/ciencias/20190313-sexismo-na-ciencia-leva-diagnosticos-e-tratamentos-piores-para-mulheres>. Acessado em 09 de jul. 2019.

NOVA CANA. **Cana-de-açúcar - Tudo sobre esta versátil planta.** Disponível em: <https://www.novacana.com/cana-de-acucar/>. Acesso em 07 de abril de 2018.

NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. As relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) na Educação Química. *In*: NUNES, A. O.; DANTAS, J. M. **Ensinando Química: propostas a partir do enfoque CTSA**. São Paulo, Editora Livraria da Física, Série Ensino de Química, 2016, p.13-39.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Projetos de desenvolvimento e de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática: uma reflexão sobre os mestrados profissionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 66-80, abr. 2009.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ROCHA, E. F. **O Programa Nacional do Livro Didático como produto de interesses políticos, econômicos e pedagógicos: Um estudo sobre os livros digitais de Química**. Orientadora: Irene Cristina de Mello. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Cuiabá, 2018. 252f.

RONDOW, N. V. Jr.; OLIVEIRA, L. M. L. P. R. O ENSINO DA TERMODINÂMICA NA PERSPECTIVA SOCIOINTERACIONISTA: proposta de um livro paradidático. **VII ENPEC – Encontro Nacional de Ensino de Ciências**, Florianópolis, 2009. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:78BVUYtJ9vcJ:posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/838.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em 23 de junho de 2018.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em uma perspectiva Freiriana: Resgatando a função do ensino CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. **Letramento em Química, Educação Planetária e Inclusão Social**. Química Nova, vol. 29, n.3, 611-620, 2006. *In*: RIBEIRO, M. T. D. **Jovens na Educação de Jovens e Adultos e sua interação com o Ensino de Química**. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *In*: **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da Abordagem CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade) no contexto da Educação Brasileira. **Revista Ensaio**, vol.2, p.135 a 162, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí, Editora da UNIJUÍ, 2010.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Campinas, SP: Autores Associados, 2013. – (coleção contemporânea)

SAVIANI, D. Escola e Democracia, 1983, p.73. *In*: VASCONCELLOS, C. dos S. **Construção do conhecimento em sala de aula**, 18ª ed. São Paulo; Libertad, 2005. – (Cadernos Pedagógicos do Libertad; V.2)

SEDUC/MT. **Orientações Curriculares para a Educação Básica do Estado de Mato Grosso**. Área de Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Cuiabá, 2010.

SHAMOS, M. H. The myth of scientific literacy. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *In*: **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, set./dez 2007.

SINDALCOOL-MT. **Sindicato das Indústrias Sucroalcooleiras do Estado de Mato Grosso**. Disponível em: [www.sindalcool-mt.com.br/mostra.php?noticia=1495](http://www.sindalcool-mt.com.br/mostra.php?noticia=1495). Acessado em 07 de abril de 2018.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. *In*: **I ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, IV JORNADA DE PRÁTICA DE ENSINO, XIII SEMANA DE PEDAGOGIA DA UEM**, Maringá, 2007. Arq. Mudi. Periódicos. Disponível em: [http://www.pec.uem.br/pec\\_uem/revistas/arqmudi/volume\\_11/suplemento\\_02/artigos/019.df](http://www.pec.uem.br/pec_uem/revistas/arqmudi/volume_11/suplemento_02/artigos/019.df). Acesso em: 22 jul. 2019.

SOUZA, H. A. Q. Duas perspectivas sobre o professor no pensamento de Kierkegaard. **Revista Trilhas Filosóficas**, Caicó, ano 11, n. 1, Jan.-Jun. 2018, p. 175-196. ISSN 1984 – 5561 Dossiê Kierkegaard e a Educação.

STEWART, J. **Soren Kierkegaard: subjetividade, ironia e a crise da modernidade**. Tradução de Humberto Araújo Quaglio de Souza. Petrópolis, RJ. Vozes, 2017.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. São Paulo, 2012. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. 283p.

TREVIZAN, W. A. **O uso do livro paradidático no ensino de matemática, 2008**. Disponível em: Acesso em: 27 dez. 2018.

TOMAZELLO, M. G. C. O Movimento Ciência, Tecnologia - Sociedade - Ambiente na Educação em Ciências, **Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**, Cascavel. 2009.

TORRES, L. **O Livro Paradidático Como Ferramenta para o Ensino da Educação Ambiental**. São Paulo, 2012. Dissertação de mestrado, Centro Universitário Salesiano de São Paulo. Americana 2012.

VASCONCELLOS, C. dos S. **Construção do conhecimento em sala de aula**, 18ª ed. São Paulo; Libertad, 2005. – (Cadernos Pedagógicos do Libertad; V.2)

VIGOTSKI, L. S. **O significado histórico da crise da psicologia**: uma investigação metodológica. *In*: Teoria e método em psicologia. Trad. Claudia Berliner. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999. p. 203-417. (Psicologia e pedagogia)

VYGOTSKI, L. S. **El método instrumental en psicologia: una investigación metodológica**. *In*: Obras escogidas - tomo I. (J. M. Bravo, Trad.). Madri: Vysor Aprendizaje y Ministerio de Cultura y Ciencia., 1997. p. 65-70.

WIEMAM, C. Transformation is possible if a university really cares. **Revista Science**, Vol. 340, p. 292-296, 2013. *In*: MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. **Revista Em aberto**, v. 7, n. 40, 2007.

## APÊNDICES

Apêndice A – Consentimento Livre e Esclarecido



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**NATURAIS**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**  
**LINHA DE PESQUISA: ENSINO DE QUÍMICA**

### **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, da pesquisa “**QuimiCANA**: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso” objeto de estudo da mestranda Karina Sasso Fernandes, da Universidade Federal de Mato Grosso, sob orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Irene Cristina de Mello, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN). O objetivo deste estudo é elaborar e avaliar um paradidático sobre a temática cana-de-açúcar e, suas possíveis contribuições como estratégia pedagógica para o ensino de Química na Educação básica.

Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubriche em todas as páginas juntamente com a pesquisadora e assine ao final deste que está em duas vias de igual teor, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não terá nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição na qual trabalha. Se sentir necessidade, você poderá, a qualquer momento, encerrar a sua participação. Em caso de consentimento, você terá acesso ao registro do Consentimento sempre que solicitado. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Área das Ciências Humanas

e Sociais da Universidade Federal de Mato Grosso – CEP Humanidades/UFMT, Instituto de Educação, 1º. Andar, sala 31, e-mail:cephumanas@ufmt.br, coordenado pela Profª Drª Rosangela Kátia Sanches Mazzorana Ribeiro, ou através do telefone (65) 3615-8935. O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente com deveres regulamentados por lei, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas no Brasil envolvendo seres humanos ou animais. O CEP contribui para a qualidade das pesquisas e para a discussão do papel dela no desenvolvimento social da comunidade. Contribui ainda para a valorização do pesquisador que recebe o reconhecimento de que sua proposta é eticamente adequada.

Sua participação neste estudo consistirá em responder um questionário semi-estruturado. Todos os registros efetuados no decorrer desta investigação científica serão usados para fins acadêmico-científicos e inutilizados após a fase de análise dos dados e apresentação dos resultados finais na forma de dissertação e artigos científicos.

Os riscos relacionados com sua participação na pesquisa são mínimos, assim, os possíveis riscos aos participantes dessa pesquisa envolvem sentimentos de ansiedade, o risco de segurança da informação que será controlado pelo fato de somente a pesquisadora manusear o material da coleta primária dos dados, somente dando publicidade, após os dados serem tratados. Já com relação à pesquisadora, o risco é de se deixar influenciar pelas respostas dos participantes, por este motivo, os procedimentos deste estudo serão adotados de forma a provocar o menor nível de desconforto possível.

Como benefício, consideramos que a realização deste estudo pode contribuir para ampliar o debate sobre a temática posta em pauta. Esta pesquisa buscará possíveis contribuições como estratégia pedagógica para o ensino de Química na Educação básica. Acreditamos que a presente dissertação venha contribuir com o acervo de pesquisas nessa área, visto que a temática é de suma importância atualmente no ensino superior.

O conteúdo das informações colhidas por esta pesquisa será mantido em sigilo, os dados referentes aos participantes serão confidenciais, eles servirão como

base para a reflexão, elaboração de relatórios e confecção de artigos para publicação. Você receberá uma via de igual teor desse termo onde tem o nome, telefone e endereço eletrônico da pesquisadora responsável, para que você possa localizá-la a qualquer momento. Seu nome é Karina Sasso Fernandes (karinasassof@gmail.com), mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais na Universidade Federal de Mato Grosso campus Cuiabá e telefone de contato (66) 992074220. Considerando os dados acima, CONFIRMO estar sendo informado por escrito e verbalmente dos objetivos destes estudos e em caso de divulgação AUTORIZO a publicação.

Eu, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ portador (a) do RG, nº \_\_\_\_\_, declaro estar  
ciente dos objetivos, riscos e benefícios da minha participação na pesquisa e  
concordo em participar da pesquisa.

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura da Pesquisadora

Pontal do Araguaia - MT, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.



Apêndice B – Termo de Autorização do gestor da instituição envolvida na pesquisa, no caso PIBID – UFMT do Campus do Araguaia.



*UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO*

*PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
NATURAIS  
INSTITUTO DE FÍSICA  
LINHA DE PESQUISA: ENSINO DE QUÍMICA*

## **TERMO DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA DO GESTOR DA INSTITUIÇÃO**

A mestranda Karina Sasso Fernandes, vinculada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal de Mato Grosso - PPGE-CN, está autorizada a desenvolver a pesquisa intitulada: “*QuimiCANA*: um paradidático sobre a cana-de-açúcar como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso”, aprovada pelo comitê de ética em 21/12/2018, identificada pelo CAAE: 96858818.6.0000.5690, sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Irene Cristina de Mello, cujo objetivo é elaborar um paradidático sobre a temática cana-de-açúcar e, suas possíveis contribuições como estratégia pedagógica para o ensino de Química na Educação básica e posteriormente avaliá-lo em conjunto com os integrantes do Programa Institucional da Iniciação à Docência (PIBID), sendo eles alunos licenciandos e professores envolvidos no programa. Assim, dispensa-se o vínculo com alguma escola em específico. Vínculo esse que será mantido apenas com os integrantes do PIBID de Química da UFMT Campus do Araguaia.

Barra do Garças/MT, 25 fevereiro de 2019.

---

**Prof. Dr. Eduardo Ribeiro Mueller**  
**Coordenador PIBID – UFMT- Campus do Araguaia**

Apêndice C – Ficha de Avaliação do paradidático *QuimiCANA*

Universidade Federal  
de Mato Grosso

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS NATURAIS  
INSTITUTO DE FÍSICA  
LINHA DE PESQUISA: ENSINO DE QUÍMICA

### Ficha de Avaliação do paradidático

Solicito a sua colaboração para responder ao presente questionário. Ele tem o objetivo de avaliar o livro paradidático “*QuimiCANA: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso*” elaborado como parte integrante da pesquisa educacional realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, na área de Ensino de Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), sob a orientação da Professora Dr.<sup>a</sup> Irene Cristina de Mello. Caso as informações obtidas sejam utilizadas no relatório de pesquisa (dissertação) e/ou outras publicações científicas, está garantido o absoluto sigilo de sua identidade.

Antecipadamente agradeço sua colaboração e atenção.

Karina Sasso Fernandes

#### BLOCO 1 – Caracterização dos avaliadores – PIBID

- ( ) Bolsista  
 ( ) Supervisor (a)  
 ( ) Coordenador(a) de área  
 ( ) Outro ( ) Qual? \_\_\_\_\_

#### Para o Bolsista:

( ) Masculino ( ) Feminino Idade: \_\_\_\_\_

Área: ( ) Química ( ) Física ( ) Biologia ( ) Matemática ( ) Outra

Está cursando qual semestre no curso de graduação? \_\_\_\_\_

Possui experiência em sala de aula além do PIBID? Qual?

---



---

**Para o Professor (a):**

( ) Masculino ( ) Feminino Idade: \_\_\_\_\_

Área de Formação: \_\_\_\_\_

Tempo de Formação: \_\_\_\_\_

Tempo de docência: \_\_\_\_\_

---

**BLOCO 2 – Aspectos Técnicos do Paradidático**

Item Avaliado	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Organização clara e coerente					
Isenção de erros de revisão e/ou impressão					
Fotos, esquemas e desenhos apresentando fontes, locais de custódia, datas e outras informações necessárias ao crédito.					
Legibilidade gráfica para o nível de escolaridade a que se destina.					
Adequação das fotos às finalidades para as quais foram utilizadas.					
Apresenta as ilustrações ou imagens de forma correta e atualizada.					
Oportuniza o contato com diferentes linguagens e formas de expressão.					
Apresenta linguagem acessível					
Articulação texto e imagem.					

---



---

**BLOCO 3 – Aspectos pedagógicos**

<b>Item Avaliado</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
Nível de adequação ao ensino médio					
Sequência de ideias e conteúdos oferecidos pelo livro.					
Permite a construção dos conceitos de forma adequada.					
Nível de aprendizagem dos conceitos propostos.					
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico com a valorização de uma visão interdisciplinar.					
Apresenta uma abordagem do conhecimento químico de maneira contextualizada.					
Faz uso de exemplificações cotidianas e/ou científicas.					
Propõe atividades que evitam promover aprendizagem mecânica com mera memorização de fórmulas, nomes e regras.					
Evita a utilização de metáforas e analogias que induzam a elaborações conceituais incorretas.					
Apresenta de modo correto, contextualizado e atualizado conceitos, informações e procedimentos.					

**Bloco 4- A abordagem CTS**

<b>Item Avaliado</b>	<b>Ótimo</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>	<b>Péssimo</b>
Apresenta discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e meio ambiente.					
Aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico.					

Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico.					
Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento tecnológico.					
Aborda a tecnologia como fator para melhoria das condições de vida.					
Aponta outros fins para a tecnologia.					

---

**BLOCO 5– Utilização do livro “APRENDENDO COM UMA PLANTA CHAMADA CANA-DE-AÇÚCAR” em sala de aula**

1-Você utilizaria o livro “*QuimiCANA*: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso” em suas atividades didático pedagógicas?

( ) Sim ( ) Não

Porquê? \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2-Em sua opinião em qual momento seria mais apropriado utilizar o livro “*QuimiCANA*: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso”? Marque quantas alternativas desejar.

- ( ) Introdução da aula  
 ( ) Durante a aula  
 ( ) Após a explicação do conteúdo  
 ( ) Atividade diferente em sala de aula  
 ( ) Como trabalho extraclasse  
 ( ) Outros. Qual(is): \_\_\_\_\_

3) A leitura do livro contribuiu para o aprendizado dos conceitos abordados?

( ) Sim ( ) Não

De que maneira?

---

---

---

---

4- Espaço para comentários, sugestões ou críticas:

---

---

---

---

---

---

---

---

Obrigada!

Apêndice D – Livro Paradidático *QuimiCANA*

Karina Sasso Fernandes

Irene Cristina de Mello

# QuimiCANA



PPGECN/UFMT

Mato Grosso

2019

**Karina Sasso Fernandes**

**Irene Cristina de Mello**

Universidade Federal de Mato Grosso  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais

# QuimiCANA

Coleção  
Ensino de Química - LabPEQ

UFMT

2019

[...] Este açúcar era cana  
e veio dos canaviais extensos  
que não nascem por acaso  
no regaço do vale.

Em lugares distantes, onde não há hospital  
nem escola,  
homens que não sabem ler e morrem de  
fome  
aos 27 anos  
plantaram e colheram a cana  
que viraria açúcar.

Em usinas escuras,  
homens de vida amarga  
e dura  
produziram este açúcar  
branco e puro  
com que adoço meu café esta manhã em  
Ipanema.

Ferreira Gullar

## APRESENTAÇÃO

Caro leitor,

É com grande satisfação que trazemos a público o paradidático QuimiCANA. Esta publicação é um dos frutos do nosso trabalho de investigação, junto ao Laboratório de Pesquisa e Ensino de Química (LabPEQ), em parceria com o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais (PPGECN) da Universidade Federal de Mato Grosso. Esperamos que essa obra possa servir como suporte para o trabalho do professor com os alunos, no contexto da sala de aula, e, também, para você, curioso e interessado pelo assunto.

O objetivo é promover a integração entre teoria e prática, como forma de interrogar a natureza e gerar discussões sobre os fenômenos de interesse da Química. Afinal, essa é a forma como a ciência tem se desenvolvido ao longo da história.

Este paradidático fundamenta-se na abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), relacionando e aproximando a temática Cana-de-açúcar do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais. Problematizar o tema poderá contribuir para o desenvolvimento de várias capacidades, sobretudo na tomada de decisão.

As autoras.

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>158</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>160</b>
<b>CAPÍTULO 1 - HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR</b> .....	<b>164</b>
NA ANTIGUIDADE.....	164
DESCOBERTA NO OCIDENTE .....	165
NA EUROPA.....	165
CHEGADA AO BRASIL.....	166
A CANA-DE-AÇÚCAR EM MATO GROSSO .....	173
<b>CAPÍTULO 2 – ONDE E QUANTO SE PRODUZ?</b> .....	<b>178</b>
2.1 A PRODUÇÃO DE CANA PELO MUNDO .....	178
2.2 A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM MATO GROSSO.....	182
<b>CAPÍTULO 3 - CONHECENDO AS CARACTERÍSTICAS DA PLANTA</b> .....	<b>184</b>
FRUTA, LEGUME OU RAIZ? .....	184
<b>CAPÍTULO 4 – DO SOLO A INDÚSTRIA</b> .....	<b>191</b>
4.1 PREPARO DO SOLO .....	191
4.2 PLANTIO .....	192
4.2 CORTE E COLHEITA .....	194
4.4 TRANSPORTE .....	200
4.5 PROCESSAMENTO CASEIRO OU INDUSTRIAL.....	201
<b>CAPÍTULO 5 – AÇÚCAR, UM CARBOIDRATO QUE PODE VIR DISFARÇADO COM VÁRIOS NOMES</b> .....	<b>211</b>
O PROCESSO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DO AÇÚCAR.....	216
<b>CAPÍTULO 6 – ÁLCOOL, UM AÇÚCAR TRANSFORMADO</b> .....	<b>224</b>
O PROCESSO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO ETANOL .....	230
<b>CAPÍTULO 7 - PLÁSTICO VERDE, UM ÁLCOOL EVOLUÍDO</b> .....	<b>236</b>
O PROCESSO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO PLÁSTICO VERDE.....	240
<b>CAPÍTULO 8 – SUBPRODUTOS DA CANA, ALIADOS OU PROBLEMAS?</b> .....	<b>242</b>
BAGAÇO.....	243
VINHAÇA.....	247
MELAÇO.....	248
ÁLCOOL BRUTO .....	248
LEVEDURA SECA .....	248
DIÓXIDO DE CARBONO .....	249
OLEO FÚSEL.....	250
<b>CAPÍTULO 9 – ENERGIA QUE TRANSFORMA</b> .....	<b>251</b>
<b>CAPÍTULO 10 – UMA PLANTA DE FUTURO</b> .....	<b>254</b>
<b>CAPÍTULO 11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>257</b>
<b>SUGESTÕES PARA LEITURA</b> .....	<b>258</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>259</b>

## INTRODUÇÃO



Figura 4- A cana-de-açúcar é matéria-prima para dois produtos essenciais mundialmente: o álcool, seja ele combustível ou bebida alcoólica e o açúcar. Fonte: Adaptado de Google Imagens.

A cana-de-açúcar é, talvez, o único produto de origem agrícola destinado à alimentação que, ao longo dos séculos, foi alvo de disputas e conquistas, mobilizando homens e nações. A planta encontrou lugar ideal no Brasil, por ter solo e clima favoráveis ao seu crescimento, além de ter a localização ideal para as antigas expedições marítimas escoarem a produção canavieira pelo mundo.

Você, muito provavelmente, já deve ter estudado sobre a cana-de-açúcar, em História, pois, durante o período do Império, o país dependeu basicamente do cultivo da cana e da exportação do açúcar. Sustentou o processo de colonização, tendo sido a razão de sua prosperidade nos dois primeiros séculos. Calcula-se que, naquele período da história, a exportação do açúcar rendeu ao

Brasil cinco vezes mais que as divisas<sup>13</sup> proporcionadas por todos os outros produtos agrícolas destinados ao mercado externo.

Ao considerar que a cana-de-açúcar se destaca como um assunto que transita pelo tempo antigo e pelo contemporâneo e inovador, o questionamento apresentado na figura 1 é respondido, pois é com ela que se “produzem” dois produtos essenciais para a economia mundial: o **açúcar**, parte importante da alimentação humana e o **álcool**, utilizado na produção de bebidas alcólicas, como a cachaça, com diversificados teores alcoólicos, ou como combustível para abastecer os carros, também conhecido como etanol. Portanto, a cana-de-açúcar é a matéria-prima desses produtos de sucesso mundial!

Vale lembrar que o álcool obtido da cana-de-açúcar, além de ser utilizado em bebidas alcólicas e combustível, é muito empregado na indústria farmacêutica (na produção de perfumes, loções, antissépticos, etc) e química (sendo matéria-prima para tintas, solventes, produtos de limpeza, fertilizantes, etc).



Figura 5 – Usos atuais da cana-de-açúcar para a indústria brasileira e consumidores do varejo.

Fonte: <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/especial-publicitario/fenasucro-e-agrocana/do-canavial-abioenergia/noticia/2018/07/25/a-versatilidade-da-cana-de-acucar-da-producao-de-alimentos-a-geracao-de-energia.ghtml>

<sup>13</sup> **Divisas** são as moedas estrangeiras conversíveis e também as letras, cheques, ordens de pagamento etc. emitidos nessas moedas. Trata-se, geralmente, de moedas "fortes", ou seja, emitidas por países de economia forte. DIVISAS. In: Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Taxa\\_de\\_c%3%A2mbio](https://pt.wikipedia.org/wiki/Taxa_de_c%3%A2mbio). Acesso em: 3 jul. 2019.

Assim, podemos apontar outros derivados que ainda não fazem tanto sucesso no mercado mundial, como o etanol (**biocombustível**) e o açúcar (**alimento**), mas estão no caminho dessa conquista, tais como: a energia elétrica produzida com a queima do bagaço (**bioenergia**), o plástico verde (**bioplástico**), a **cachaça**, o **caldo-de-cana** - também chamado de garapa- , a **rapadura** (alimentação e bebidas), além de seus subprodutos, que são totalmente reutilizados, como: a **vinhaça** que é destinada à adubação, ao ser colocada novamente no campo, como fonte de potássio, ou, então, aproveitada para fazer **biogás**.

Segundo a União da Indústria de Cana-de-Açúcar (UNICA), o uso dessa planta se destina a muitos fins (figura 2). Ela gera energia e alimenta a indústria brasileira, mas, você já se perguntou se ela é benéfica para a sua qualidade de vida?

A cada dia que passa, as perspectivas só aumentam para os diversos segmentos industriais brasileiros que exploram a cana-de-açúcar.

Dessa planta, pode-se aproveitar tudo! Partindo dessa afirmação, durante a explicação dos processos de industrialização e obtenção dos seus diversos derivados, você também poderá aproveitar muito dela, sabe por quê? Ao aprender curiosidades sobre ela, você aprenderá também alguns conteúdos de química:

- ao estudar a própria planta: você poderá entender qual é a composição química dela e as fórmulas estruturais das substâncias componentes;
- com o açúcar e seus derivados você aprenderá sobre: carboidratos, separação de misturas, coloides, concentração, estados físicos da matéria e até poder calorífico dos alimentos;
- com o etanol e seus subprodutos, será possível aprender sobre: química orgânica com a função oxigenada - álcool, entalpia, quantidade de soluto e solvente, reações químicas durante o processo de fermentação (hidrólise, oxidação) e destilação (complementando o conteúdo separação de misturas);
- com o plástico verde, você poderá aprender mais sobre: polímeros, reciclagem, tempo de degradação de algumas substâncias, aquecimento global;
- com os demais subprodutos e resíduos do processo de industrialização da cana, poderá aprender sobre: transformações químicas e físicas da matéria.

Em resumo, agora, sim, estamos usando muito bem a cana-de-açúcar! Essa junção entre química e cana-de-açúcar pode trazer uma nova perspectiva de observação do quanto podemos transformar a nosso favor (figura 3). Mas, é bom lembrar que, ao longo do tempo, os interesses envolvidos com a cana foram variados, mas sempre de acordo com a necessidade do momento. Portanto, você pode aprender mais e contribuir para uma sociedade melhor no futuro! Basta ter curiosidade para entender o que acontece a nossa volta...



Figura 6 – Tirinha com o personagem Armandinho abordando o assunto cana-de-açúcar de forma descontraída. Fonte: <http://blogdolobodaestepe42.blogspot.com/2013/04/tirinhas-um-pouco-mais-de-armandinho.html>

## CAPÍTULO 1 - HISTÓRIA DA CANA-DE-AÇÚCAR

De onde vem a cana-de-açúcar? Qual a sua história? Quando começou a produção de cana no Brasil? Como o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, muitos acreditam que se trata de uma cultura genuinamente nacional, mas não é verdade! Ela tem uma história que antecede a sua chegada ao Brasil, veja ...

### NA ANTIGUIDADE

As primeiras notícias sobre a existência da cana-de-açúcar datam de 6000 a. C. e encontram-se anotadas nas escrituras mitológicas dos hindus e nas Sagradas Escrituras. A planta surgiu na ilha de Nova Guiné, marcada no mapa apresentado na figura 4. É pertencente à região da Melanésia, no continente da Oceania, localizada no meio do oceano Pacífico, um local estratégico para espalhar a cana-de-açúcar para o mundo, gradualmente, junto com a migração humana.



Figura 7- Mapa com a localização do país Nova Guiné onde a cana-de-açúcar surgiu.  
Fonte: Adaptado de <https://www.google.com/maps/@-3.3028013,143.4416858,6z>

## DESCOBERTA NO OCIDENTE

Desconhecida no Ocidente, a cana-de-açúcar foi observada por alguns generais de Alexandre, o Grande, em 327 a.C. e, mais tarde, no século XI, durante as Cruzadas. Os árabes introduziram seu cultivo no Egito, no século X e, pelo Mar Mediterrâneo, em Chipre, na Sicília e na Espanha. Credita-se aos egípcios o desenvolvimento do processo de clarificação do caldo da cana e um açúcar de alta qualidade para a época, porém a data exata da primeira produção de açúcar de cana não é clara.

## NA EUROPA

O açúcar era consumido por reis e nobres na Europa e adquirido de mercadores monopolistas, que mantinham relações comerciais com o Oriente, a fonte de abastecimento do produto.

### CURIOSIDADES

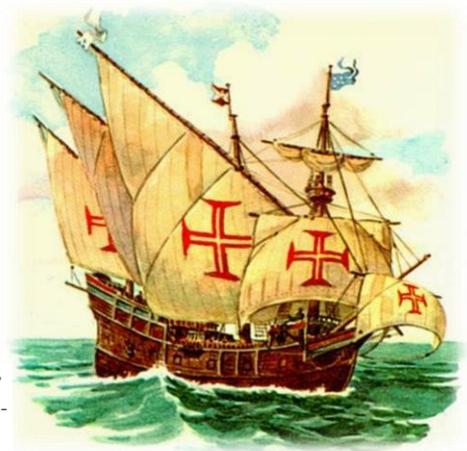
No início do século XIV, há registros de comercialização de açúcar por quantias que hoje seriam equivalentes R\$ 200,00/kg. Por isso, quantidades de açúcar eram registradas em testamento por reis e nobres.

Por ser fonte de energia para o organismo, os médicos forneciam açúcar em grãos para a recuperação ou alívio dos moribundos.

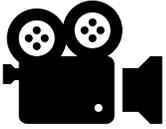
Fonte: União Nacional de Bioenergia-UDOP. Disponível em: <https://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=993>

Anos depois, a Europa rumava para uma nova fase histórica, o Renascimento, com a ascensão, entre outras atividades, do comércio, que era feito por vias marítimas, pois os senhores feudais cobravam altos tributos pelos comboios que passavam pelas suas terras, ou, simplesmente, incentivavam o saque de mercadorias.

*Figura 8 – Imagem de uma caravela, embarcação usada para transporte de mercadorias pelo mar. Fonte: <http://eluismaadureira.blogspot.com/2014/10/a-caravela-portuguesa.html>*



Portugal, por sua posição geográfica, era passagem obrigatória para as naus carregadas de mercadorias. Isso estimulou a introdução da cana-de-açúcar na Ilha da Madeira (Portugal), que foi o laboratório para a cultura da cana e de produção de açúcar que, mais tarde, expandir-se-ia, com a descoberta da América.



### Sugestões de filmes:

**1492 – A conquista do Paraíso** – Um dos filmes realizados em comemoração aos 500 anos de descoberta da América. Sem dúvida, o melhor deles, assinado por Ridley Scott.

**O último dos moicanos** – Releitura de um clássico da literatura, mostrando os conflitos entre franceses, ingleses e índios, na América colonial.

**Amistad** – O filme ajuda a entender como era a captura e o transporte de escravos africanos, como também fala sobre as primeiras medidas para abolição da escravidão na América do Norte.

As caravelas, antes de iniciarem suas viagens (figura 6), levavam mudas de cana-de-açúcar junto as suas provisões, para serem plantadas em novas terras e servirem de suprimento às novas expedições. Foi assim que ela foi introduzida nas Américas, por meio da segunda expedição de Cristóvão Colombo, em 1493.

## CHEGADA AO BRASIL...

A cana chegou ao Brasil, no início do período Colonial, por volta do ano 1520. Seu cultivo já era praticado por Portugal, na Ilha da Madeira, que também era seu território. Seguindo o preceito de Pero Vaz de Caminha, que dizia que *aqui se plantando, tudo dá*, Martim Afonso de Souza trouxe ao país as primeiras mudas para experimentar cultivá-la aqui.



Figura 9- Rota de Cabral durante suas expedições marítimas que levou a cana-de-açúcar pelo mundo.

Fonte: <http://colonizacaoportuguesa.blogspot.com/2011/06/por-que-ele-desviou.html>

Desde que chegou ao país, no início do século XVI, junto com as primeiras caravelas, a cana-de-açúcar se tornou um dos mais importantes cultivos desenvolvidos no Brasil, representando para a história econômica brasileira o segundo ciclo de grande importância, dirigindo os rumos da economia brasileira e portuguesa, durante os séculos XVI a XVIII.

Em 1533, o primeiro engenho foi montado em São Vicente, uma das capitânicas hereditárias. Logo, percebeu-se o sucesso do cultivo, a boa adaptação da planta ao ambiente brasileiro, e o modelo de exploração da cana-de-açúcar se espalhou pelo litoral. O pioneirismo coube ao Nordeste, principalmente às regiões de Pernambuco e Bahia, entretanto, historiadores divergem sobre a instalação do primeiro engenho de açúcar no Brasil.

Dessa forma, seu cultivo se deu por várias razões favoráveis: o clima, o solo, o fácil escoamento da produção para a Europa e o alto valor do produto final, o açúcar, no mercado internacional. Incentivado o cultivo da cana pela Metrópole, com isenção do imposto de exportação e outras regalias, o Brasil tornou-se, em meados do século XVII, o maior produtor do mundo de açúcar de cana.

A nova atividade desenvolveu-se em duas frentes de organização do trabalho: a **grande lavoura** voltada para a produção e exportação do açúcar, com o uso extensivo da terra, da mão de obra, representando muito no volume de produção do Brasil, até mesmo nos dias atuais; e a **pequena lavoura**, empregando mão de obra em reduzida escala, voltada para a subsistência do seu proprietário, ou para o pequeno mercado regional ou local, de volume de produção insignificante, se comparado com a anterior.

Para trabalhar no cultivo da cana, os colonos portugueses fizeram tentativas de uso de mão de obra indígena nativa, feita escrava. Na figura 7, é possível observar grupos indígenas que, possivelmente, haviam sido capturados, acorrentados e levados aos locais de interesse: os canaviais.

Com o fracasso desse modelo, por variados motivos, os portugueses recorreram ao comércio e à escravidão de africanos. Os negros eram levados como escravos aos engenhos, que eram grandes vilas formadas nas proximidades de um canavial.



Figura 10- Captura de índios para o trabalho escravo.  
Fonte: <https://conhecimentocientifico.r7.com/guerra-dos-manaus-conheca-a-revolucao-dos-indios-contra-a-escravidao/>

### Sugestões de filmes e vídeos:



**12 Anos de Escravidão** – Vencedor dos Oscars de Melhor Filme, Melhor Roteiro e Melhor Atriz Coadjuvante, dirigido pelo britânico Steve McQueen, aponta suas lentes para a história de um homem negro livre que foi sequestrado e vendido como escravo nos EUA, antes da Guerra Civil. A narrativa concentra-se em uma plantação de cana-de-açúcar, local que retrata bem como funcionava um engenho. Não era apenas trabalhar, plantar e colher cana-de-açúcar, havia também a violência e a maldade.

**500 ANOS — O BRASIL COLÔNIA NA TV - Canal de Mel, Preço de Fel** – Produzido pela TV Escola, este programa mostra a importância do trabalho escravo na produção da cana e a comercialização das especiarias no período colonial do país, e como o transporte da época era deficiente.

**Açúcar** – Filme de Renata Pinheiro e Sérgio Oliveira apresenta a história de uma senhora de engenho que não gosta do cenário rural da Zona da Mata, mas precisa voltar ao lugar onde nasceu, um decadente engenho de cana-de-açúcar, para impedir que suas terras sejam tomadas por antigos trabalhadores do canavial.

A grande propriedade produtora de açúcar, também chamada de engenho (figura 8), na era colonial, era um grande complexo que apresentava uma estrutura básica dividida em três grandes



Figura 11 - Engenho de açúcar no Brasil Colônia.  
Fonte: [www.google.wikipedia.com](http://www.google.wikipedia.com)

setores:

- 1.o agrícola - formado pelos grandes canaviais e as plantações de subsistência;
- 2.o de beneficiamento - a casa-do-engenho, onde a cana-de-açúcar era transformada em açúcar e aguardente;
- 3.o setor habitação – do senhor na casa-grande e dos escravos na senzala.

Dentro do engenho, acima de todos, havia o dono de engenho, proprietário da terra, dos meios de produção e da mão de obra. Abaixo dele, os feitores, que cuidavam da produção e garantiam o trabalho efetivo dos escravos. Havia também trabalhadores livres que visavam suprir toda a demanda por outros produtos que mantivessem a subsistência da colônia, num sistema de diferentes culturas de produtos essenciais.

### Como era repartido um engenho colonial?

**Canavial:** onde o açúcar era cultivado nas grandes extensões de terra denominadas latifúndios. Ali começava o processo, ou seja, o plantio e a colheita do produto.

**Moenda:** local para moer ou esmagar o produto, utilizado, principalmente, pela tração animal, onde era esmagado o caule e extraído o caldo da cana. Podia também haver moendas que utilizavam a energia proveniente da água (moinho), ou, ainda, a força humana: dos próprios escravos.

**Casa das Caldeiras:** aquecimento do produto em tachos de cobre.

**Casa das Fornalhas:** uma espécie de cozinha que abrigava grandes fornos que aqueciam o produto e o transformavam em melaço de cana.

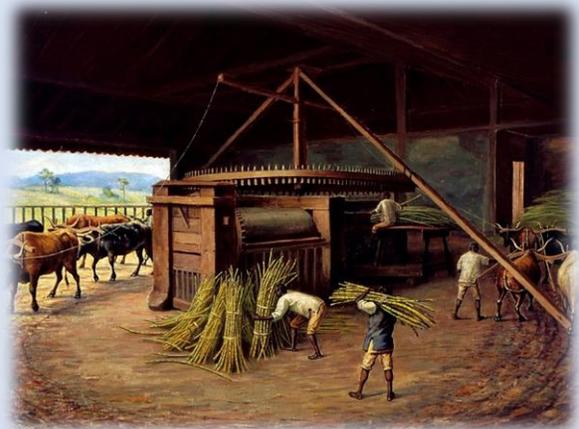


Figura 12 - Benedito Calixto de Jesus - Moagem de Cana - Fazenda Cachoeira - Campinas, 1830, Acervo do Museu Paulista da USP.jpg.

Fonte: [www.google.wikipedia.com](http://www.google.wikipedia.com)

**Casa de Purgar:** local onde era refinado o açúcar e finalizado o processo.

**Plantações:** Além dos canaviais, havia as plantações de subsistência (hortas), em que eram cultivados outros tipos de produtos (frutas, verduras e legumes) destinados à alimentação da população.

**Casa Grande:** representava o centro do poder dos engenhos, sendo o local onde habitavam os senhores do engenho (ricos proprietários de terras) e sua família.

**Senzala:** locais que abrigavam os escravos. Apresentavam condições muito precárias, onde os escravos dormiam no chão de terra batida. Durante a noite, eles eram acorrentados, para evitar a fuga.

**Capela:** erigida para representar a religiosidade dos habitantes do engenho, sobretudo, dos portugueses. Local onde ocorriam as missas e as principais manifestações católicas (batismo, casamento, etc.). Vale lembrar que os escravos muitas vezes, eram obrigados a participar dos cultos.

**Casas de Trabalhadores Livres:** pequenas e simples habitações onde viviam outros trabalhadores do engenho, que não eram escravos, geralmente, os fazendeiros, que não possuíam recursos.

**Curral:** local que abrigava os animais usados nos engenhos, seja para o transporte (de produtos e pessoas), nas moendas de tração animal, ou para alimentação da população.

Ao contrário do que muitos chegam a imaginar, os engenhos não estavam disponíveis em toda e qualquer propriedade que plantava cana-de-açúcar. Os fazendeiros que não possuíam recursos para construir o seu próprio engenho eram geralmente conhecidos como lavradores de cana. Na maioria das vezes, esses plantadores utilizavam o engenho de outra propriedade, mediante algum tipo de compensação material.

Os regimes de trabalho eram muito forçados. Os trabalhadores, na ocasião da colheita, chegavam a trabalhar até 18 horas diárias. Com a mudança da economia brasileira para a monocultura do café, esses trabalhadores foram deslocados, gradativamente, dos engenhos para as grandes fazendas cafeeiras. Com o tempo, a economia dos engenhos entrou em decadência, sendo praticamente substituída pelas usinas. O termo engenho, hoje em dia, é usado para as propriedades que plantam cana-de-açúcar e a vendem, para ser processada nas usinas e transformada em produtos derivados.

A 1ª Grande Guerra, iniciada em 1914, devastou a indústria de açúcar europeia. Esse fato provocou um aumento do preço do produto no mercado mundial e incentivou a construção de novas usinas, no Brasil, notadamente, em São Paulo, onde muitos fazendeiros de café desejavam diversificar seu perfil de produção.



Figura 13 – Charge abordando a mão-de-obra escrava durante a expansão e diversificação da produção agrícola brasileira.

Fonte: <http://planetadoalan.blogspot.com.br/2012/08/cana-de-acucar.html>

## OS IMIGRANTES ITALIANOS E SUA RELAÇÃO COM A CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL

No final do século XIX, o Brasil vivia a euforia do café (70% da produção mundial estavam aqui). Após a abolição da escravatura, o governo brasileiro incentivou a vinda de europeus para suprir a mão de obra necessária às fazendas de café, no interior paulista.

A imigração, durante o século XIX e início do século XX, era bem diversificada. Ao observar a tabela 1, que apresenta essa evolução, é possível interpretar que esse processo envolveu não só os europeus, mas também os asiáticos.

**Tabela 1. Evolução da população imigrante para o Brasil (x 1000)**

<b>Períodos</b>	<b>Portugueses</b>	<b>Italianos</b>	<b>Espanhóis</b>	<b>Japoneses</b>	<b>Alemães</b>	<b>Totais</b>
1851/1885	237	128	17	-	59	441
1886/1900	278	911	287	-	23	1398
1901/1915	462	323	258	14	39	1096
1916/1930	365	128	118	85	81	777
1931/1945	105	19	10	88	25	247
1946/1960	285	110	104	42	23	564
<b>TOTAIS</b>	<b>1732</b>	<b>1619</b>	<b>694</b>	<b>229</b>	<b>250</b>	<b>4523</b>

*Fonte: Ribeiro, Darcy. O povo Brasileiro, Companhia das Letras, São Paulo, 1997, p. 242.*

Contudo, depois da superprodução, na virada do século XIX para o XX, a partir da década de 1920, o número de cafeeiros e, conseqüentemente, a produção, começou a diminuir, sendo ainda a região fortemente impactada pela crise de 1929. Entre idas e vindas, a produção de café diminuiu 65,20%, entre 1920 e 1985.

Em contrapartida, no decorrer da segunda metade do século XX, a cana-de-açúcar ganhou terreno, sabendo-se que os produtos mais importantes (em termos de área cultivada) foram registrados: cana-de-açúcar (40%), milho (22,57%), algodão (8,49%), arroz (5,88%), café (3,77%) e soja (1,28%), totalizando 82,02% da área utilizada para a agricultura (IBGE, 1970).

Dentre os imigrantes, foram os italianos (figura 11), em sua maioria, que adquiriram terra e grande parte optou pela produção de aguardente, a partir da cana, estabelecendo-se, assim, uma relação entre os imigrantes italianos e a cana-de-açúcar.

Inúmeros engenhos se concentraram nas regiões paulistas de Campinas, Itu, Moji-Guaçu e Piracicaba. Mais ao norte do estado, nas vizinhanças de Ribeirão Preto, novos engenhos também se formaram.

Na virada do século, com terras menos adequadas ao café, Piracicaba, cuja região possuía três dos maiores Engenhos Centrais do estado e usinas de porte, rapidamente se tornou o maior

centro produtor de açúcar de São Paulo. Na primeira década do século XX, impulsionados pelo crescimento da economia paulista, os engenhos de aguardente foram rapidamente se transformando em usinas de açúcar, dando origem aos grupos produtores mais tradicionais do Estado, na atualidade.



Figura 14- Os imigrantes italianos estabeleceram relação de produção e comércio da cana-de-açúcar.  
Fonte: <https://plenarinho.leg.br/index.php/2017/01/25/o-brasil-dos-imigrantes/>

## A CANA-DE-AÇÚCAR EM MATO GROSSO

Ao lado da mineração e da pecuária, a cana-de-açúcar é tida pelos historiadores como uma das mais antigas atividades produtivas instaladas em Mato Grosso.

Na época do Brasil Colônia, a Coroa proibiu a instalação de engenhos na região mineradora, por dois motivos: um era a concorrência da cachaça produzida nesses engenhos com o vinho e a aguardente revendidos nas minas pelas companhias colonizadoras que monopolizavam o comércio colonial, e, conseqüentemente, rendiam muito ao comércio lusitano. O outro motivo era o desvio da mão de obra escrava da exploração de ouro para trabalhar nos engenhos, atitude contrária aos interesses metropolitanos de direcionar esforços na obtenção do máximo possível da extração de metais preciosos. Entretanto, os engenhos conseguiram manter-se como atividade paralela à mineração, inclusive, com lucro considerável.

No século XVIII, os canaviais mato-grossenses restringiam-se às proximidades de Cuiabá e Vila Bela da Santíssima Trindade. Ali foram instalados engenhos de pequeno porte, movidos a água e animais, com mão de obra escrava, em todas as fases da produção de açúcar, rapadura e cachaça, para o consumo local. O engenho pioneiro em Mato Grosso pertenceu a Antônio de Almeida Lara, e começou a funcionar em 1727 na Chapada dos Guimarães.

Até hoje, produz-se cachaça artesanal (figura 12), em Chapada dos Guimarães-MT, região determinada pelo Marechal Rondon como o *Centro Geodésico da América do Sul*, em 1909, e que inspira o slogan do produto regional vendido na casa do artesão local. A cachaça leva o seu nome ao festival **Geodésica in Blues** e muito interessa aos apreciadores musicais por integrar o *Circuito Nacional de Blues*.



Figura 15 - Cachaça produzida em Chapada dos Guimarães-MT.  
Fonte: [http://www.chapadadosguimaraes.com/novidades/id-802741/iii\\_geodesica\\_in\\_blues\\_festival\\_em\\_novembro\\_em\\_chapada\\_dos\\_guimaraes](http://www.chapadadosguimaraes.com/novidades/id-802741/iii_geodesica_in_blues_festival_em_novembro_em_chapada_dos_guimaraes).

## CURIOSIDADES

Durante a execução do trabalho do **Marechal Rondon** era comum que se colocassem marcos por onde ele passava, fundamentais para localização posterior e certificação dos locais estudados. Esta é a causa, segundo o historiador Marco Pessoa, da confusão feita na atualidade com algum outro marco encontrado sobre a exata localização do centro Geodésico, mas podem ser desfeitas quaisquer dúvidas, consultando o Centro Geográfico do Exército Brasileiro, bem como os trabalhos originais do Marechal Rondon.

O **Marco Simbólico do Centro Geodésico da América do Sul** está localizado no exato local onde se encontra a parte mais central da América do Sul, determinado por Marechal Rondon, em 1909. O Marco, construído no mesmo ano e feito para marcar o local onde se situa o Centro, foi criado, em alvenaria, pelo artesão Júlio Caetano, sendo gravadas nele as coordenadas geográficas do local. Anos depois, foi erguido por sobre o Marco original um Obelisco de, aproximadamente, 20 metros de altura, todo revestido em mármore branco. Este Obelisco foi erguido de forma a preservar o Marco original, o qual se encontra hoje protegido por vidros, sendo plenamente visível e acessível aos turistas.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE.  
Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?view=detalhes&id=441538>

Com a reabertura da navegação pelo Rio Paraguai, em 1870, ocorreu a modernização das unidades de produção, transformadas em usinas movidas por máquinas a vapor, sendo a Usina de Conceição a pioneira. Tais progressos na economia açucareira, durante a metade do século XIX, marcaram a decadência dos engenhos. Visando o escoamento e o transporte da cana para a produção, a maioria das usinas instalaram-se ao longo do rio Cuiabá. No total, foram dez usinas

estabelecidas. Na margem direita do rio, foram implantadas as usinas de São Gonçalo, Conceição, Maravilha, São Miguel, Aricá, São José, Itacy e Flexas, enquanto, na margem esquerda, as usinas de Santana e Tamandaré. Salienta-se que, no rio Paraguai, surgiu a usina da Ressaca, situada a dez quilômetros ao sul da cidade de Cáceres, enquanto nos arredores de Miranda, hoje, Mato Grosso do Sul, foi posta em funcionamento a usina Santo Antônio, construída em 1900.

Você já deve ter estudado em geografia que a divisão territorial dos estados brasileiros sofreu mudanças, ao longo da história. Observando as imagens dos mapas, na figura 13, podemos perceber a diferença na extensão territorial pertencente a Mato Grosso, que foi dividido em três estados, entre os anos 1789 e 1990. O estado de Rondônia, antes chamado de Guaporé, pertenceu ao território mato-grossense, até 1943. A última divisão foi entre Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, que aconteceu devido a um processo demorado em que foram levados em consideração aspectos socioeconômicos, políticos e culturais. Foi no dia 11 de outubro de 1977 que o presidente Ernesto Geisel assinou a Lei, dividindo Mato Grosso e criando o estado de Mato Grosso do Sul.



Figura 16 – evolução da divisão do território matogrossense.

Fonte: <https://novaescola.org.br/conteudo/201/como-foi-estabelecida-a-divisao-dos-estados-brasileiros>

### Usina de Itaicy

A usina de Itaicy tornou-se referência na economia, pois seu proprietário era uma figura lendária da história mato-grossense; Antônio Paes de Barros, ou melhor, Totó Paes de Barros, chegou a exercer o governo do estado durante a República Velha. A usina começou a ser erguida em 11 de junho de 1896 e terminou 14 meses depois. Estima-se que cerca de 1.000 operários participaram da construção. A inauguração aconteceu em 1º de setembro de 1897.

As máquinas e equipamentos dessa usina de cana foram importados da Europa e chegaram ao local por transporte fluvial. O período de esplendor da usina aconteceu entre 1900 e 1920. Foi o primeiro lugar de Mato Grosso a ter energia elétrica e era a 4ª maior usina do país. Os equipamentos instalados em Itaicy permitiram que Totó Paes passasse à história como o precursor da industrialização em Mato Grosso. Observa-se a sofisticação e investimentos feitos em uma estrutura audaciosa para aqueles tempos.

A usina também cunhava moeda própria, chamada de “tarefa”, que os trabalhadores, chamados de “camaradas”, trocavam por produtos diversos no armazém da empresa. Qualquer tentativa de fuga era punida, como se fazia com os negros, na época da escravidão. Os camaradas viviam sob a dependência do coronel usineiro.

A usina de Itaicy foi tombada pelo Patrimônio Histórico Estadual, em 1984. Em 1957, Itaicy parou de produzir, entretanto, sua decadência começou, por volta da década de 30, com a presença dos interventores nomeados pelo presidente Getúlio Vargas, em substituição aos governos estaduais, época em que seu proprietário foi perdendo o poder que desfrutava na região.

De lá para cá, ficou abandonada (figura 14), porém nunca esquecida, por conta da sua imponência e pela constante associação de Itaicy com Totó Paes de Barros, um dos personagens mais controvertidos da história de Mato Grosso.



Figura 17 - Faixada do prédio central da Usina Itaicy em Sto. Antonio de Leverger-MT (27 Km de Cuiabá).  
Fonte: <http://levergernews.com.br/materia.php?tipo=noticias&categoriaId=2&id=2681&id=2953&>

Atualmente, Mato Grosso possui doze unidades de operação capazes de produzir etanol, açúcar, bioenergia e algumas exportam seus produtos para diversos países, sendo elas:

- Usina Itamarati, em Nova Olímpia;
- Unidade Alto Taquari, em Alto Taquari;
- Usina Barralcool, em Barra do Bruges;
- Usina Coprodia, em Campo Novo do Parecis;
- Unidade Pantanal, em Jaciara (figura 15);
- Usina Libra, em São José do Rio Claro;
- Usina Usimat, em Campo de Júlio;
- Unidade Lambari d'Oeste, em Lambari d'Oeste;
- Unidade Mirassol d'Oeste, em Mirassol d'Oeste;
- Destilaria Buriti, em Sorriso;
- Unidade F&S Agrosolutions, em Lucas do Rio Verde;
- Safras Indústria e Comércio de Biocombustíveis, em Sorriso.



*Figura 18 - Usina de cana-de-açúcar em Jaciara-MT.*

*Fonte: <https://media.agoramt.com.br/2016/03/usina-cana-jaciara.jpg>*

## CAPÍTULO 2 – ONDE E QUANTO SE PRODUZ?

### 2.1 A PRODUÇÃO DE CANA PELO MUNDO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. Segundo levantamentos feitos pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), nas últimas quatro safras, cerca de 635 milhões de toneladas foram processadas na safra 2017/2018 (figura 16).

A Região Centro-Sul (que agrega os Estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste) responde por 90% desse volume de produção, enquanto os 10% restantes cabem aos Estados da região Norte-Nordeste, de acordo com dados divulgados pela UNICA (União da Indústria de Cana-de-Açúcar).



Figura 19 - Projeção das safras de cana-de-açúcar de 2014 até 2019.

Fonte: <https://www.revistarpanews.com.br/ed/147-edicao2015/edicao-196/5233-especial-safra2018-2019-196>

**Evolução histórica do destino da cana-de-açúcar processada pela região Centro-Sul. Valores em %.**

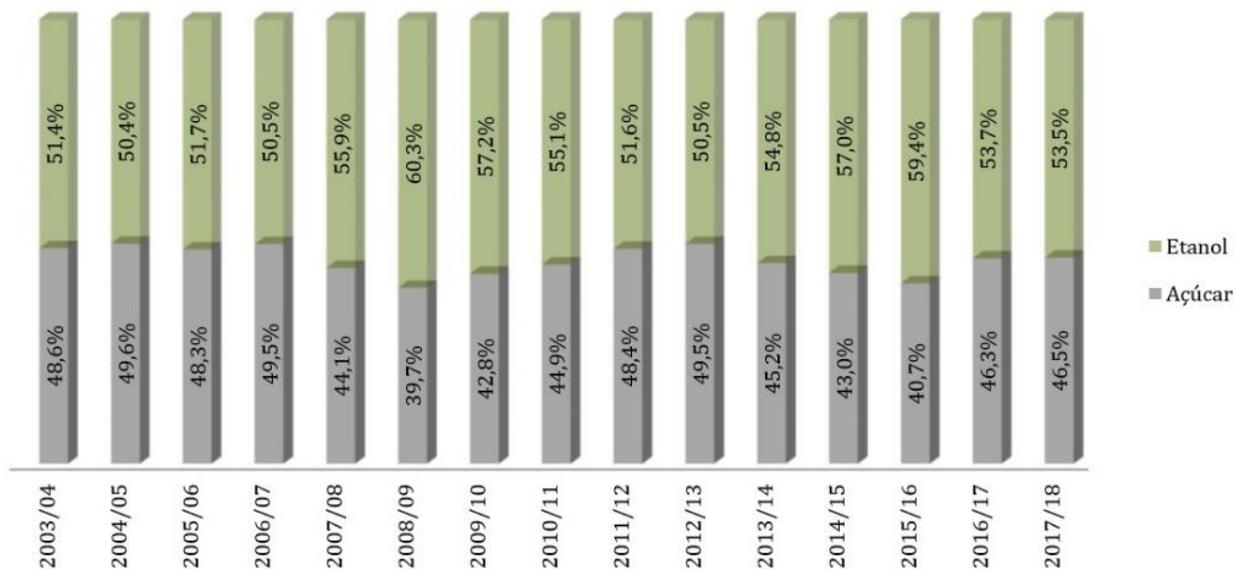


Figura 20 - Evolução histórica do destino da cana-de-açúcar processada pela região Centro-Sul.

Fonte: UNICA. <file:///C:/Users/user/Downloads/b851e3557530ca223a81fccc166a6c3e.pdf>

Ao analisarmos historicamente o principal destino da produção de cana-de-açúcar brasileira, processada pela região Centro-Sul, apresentado na figura 17, percebemos que, dentro de uma pequena variação, o açúcar vem perdendo espaço para a produção de etanol. Ademais, em Mato Grosso, por exemplo, várias unidades de produção estão investindo no parque industrial *flex* para o processamento, tanto da cana-de-açúcar quanto do milho, para obtenção do biocombustível. Assim, explica-se o dado apresentado na figura 17.

A recente busca por combustíveis renováveis que substituam o petróleo e que não sejam tão agressivos ao meio ambiente faz da cana-de-açúcar um produto de importância global, na procura por um desenvolvimento sustentável. Segundo o relatório de acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar 2018/2019, apresentado pela Conab, parte dos rendimentos financeiros provenientes dos bons preços do etanol estão sendo revertidos em investimentos e na manutenção das instalações industriais, o que alimenta, ainda mais, a tendência de domínio de mercado do etanol.

Apesar da queda na produção açucareira para a produção de etanol, atualmente, **o país ocupa o primeiro lugar no ranking mundial de produção de açúcar** (figura 18), de acordo com o relatório *Perspectivas Alimentares*, publicado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 2018.

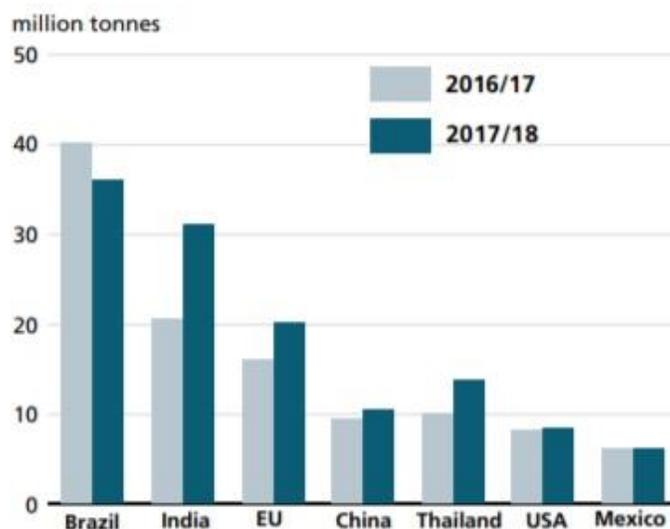


Figura 21 – Produção de açúcar nos principais países produtores.  
Fonte: Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, 2018.

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas do mundo, cultivada em mais de 130 países, e representa uma importante fonte de mão de obra no meio rural, nesses países, ocupando cerca de 27 milhões de hectares plantados.

**O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar** (figura 19), com uma produção de aproximadamente 768 milhões de toneladas, seguido pela Índia, com aproximadamente 341 milhões; China, com aproximadamente 129 milhões; e Tailândia, com aproximadamente 100 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2015).

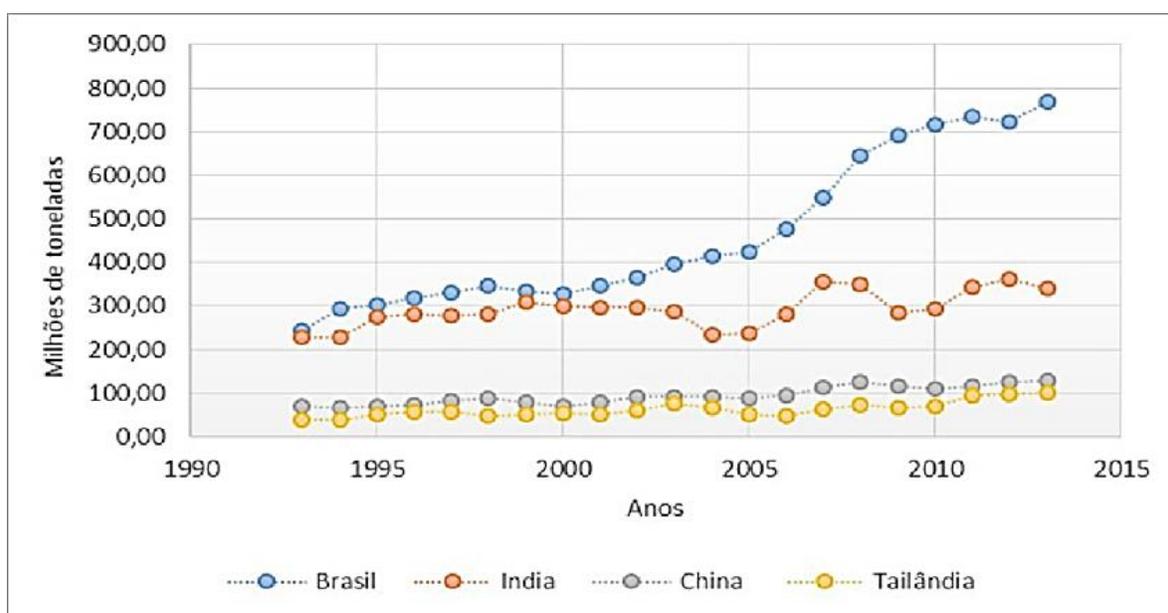


Figura 22 - Produção de cana-de-açúcar dos quatro principais países produtores do mundo entre os anos de 1990 e 2013.  
Fonte: [https://www.researchgate.net/publication/304579035\\_Melhoramento\\_Genetico\\_da\\_Cana-de-Acucar](https://www.researchgate.net/publication/304579035_Melhoramento_Genetico_da_Cana-de-Acucar)

A Conab, no âmbito do acordo de cooperação com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), promove, desde 2005, levantamentos e avaliações quadrimestrais da safra brasileira de cana-de-açúcar.

De acordo com o primeiro levantamento apontado nesse relatório de acompanhamento da produção de cana-de-açúcar, a safra de 2018/19 está estimada em 625,96 milhões de toneladas, redução de 1,2% em relação à safra anterior. Em números absolutos, estima-se uma produção de 625,96 milhões de toneladas, ante os 633,26 milhões da safra 2017/18. Isso devido à devolução de terras arrendadas e rescisão de contratos com fornecedores na região Sudeste, o que contribuiu significativamente para os índices apontados.

Apesar da importância econômica da cana-de-açúcar, sua cultura representa muito pouco, em termos de ocupação de área plantada, quando comparada àquelas dedicadas à produção de grãos.

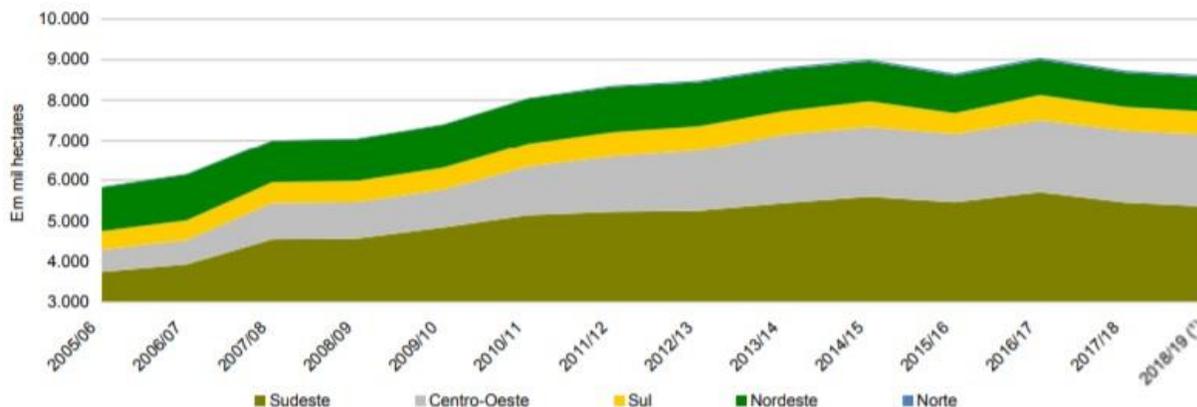


Figura 23 - Evolução da área colhida no Brasil.  
Fonte: Conab, 2018.

A área de cana-de-açúcar a ser colhida no Brasil e destinada à atividade sucroalcooleira, na safra 2018/19, deverá atingir 8.613,6 mil hectares (figura 20). As Regiões Sul e Sudeste devem ter redução na área, enquanto a Região Centro-Oeste e a Sudeste devem manter a área total a ser colhida em relação à safra passada.

Observando o gráfico da figura 21, há estimativa de elevação nos patamares de produtividade para a safra 2018/19 da Região Centro-Oeste, que ultrapassa 76 Kg/Há, significando uma produção de 137,43 milhões de toneladas de cana-de-açúcar.

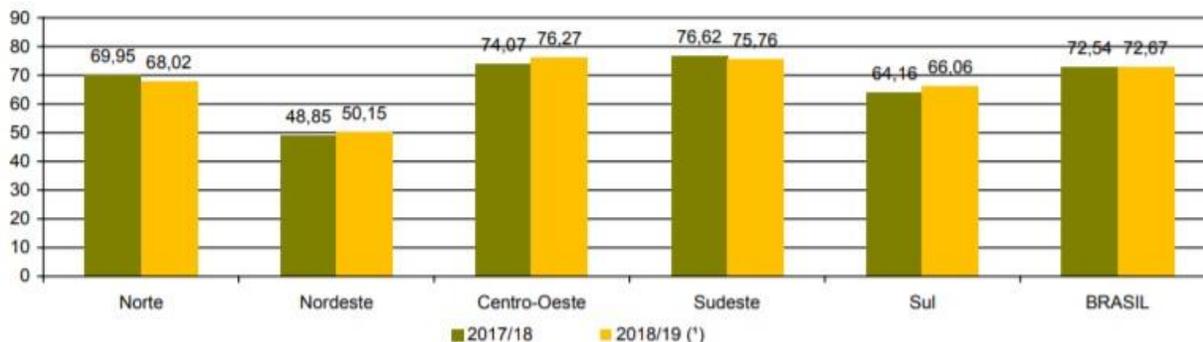


Figura 24 - Comparativo de produtividade de cana-de-açúcar em Kg/ha por região.  
Fonte: Conab, 2018.

**Os caminhos levam ao centro...**

Estados do Centro-Oeste continuam a registrar as maiores áreas em expansão e renovação da cana-de-açúcar, mesmo com a estabilização notada no setor.

**2.2 A PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR EM MATO GROSSO**

Os Estados do Centro-Oeste galgaram postos mais altos no setor: Mato Grosso pulou da oitava para a sétima colocação, e o quarto maior produtor, Mato Grosso do Sul, que, inclusive, no período 2018/2019, mostrava intenção de maior aporte tecnológico, apresenta índices próximos (com respectivos 16% e 15% do total da área colhida) nas projeções de renovar ou implantar cultivos de cana-de-açúcar. A Conab constata que áreas para expandir tornam-se mais escassas no Estado, embora ainda registre o nível mais alto de áreas de expansão e renovação.

Ao longo dos anos, após a implantação de Itaicý, outras usinas foram surgindo, sendo elas as de: Conceição, Ressaca, Maravilha, Tamandaré, Aricá, Santana, Flechas, todas às margens do rio Cuiabá, ou de seus afluentes. Atualmente, encontram-se com suas atividades já encerradas.

Em 1966, é implantada a Usina Jaciara (figura 22), empresa pública, no município do mesmo nome, 220 km ao Sul de Cuiabá, onde o *Planalsucar*<sup>14</sup> começa a desenvolver novas variedades de cana-de-açúcar adaptadas ao Cerrado, sendo assumido pelo Grupo Naoum, em 1972.

Em 1982, com base no *Proálcool*<sup>15</sup>, começam a ser implantadas novas usinas em Mato Grosso, começando pela Barralcoo, em Barra do Bugres, cidade localizada a 160 km a oeste de Cuiabá e, em seguida, a Itamarati, no município de Nova Olímpia, 40 Km à frente, que, durante

<sup>14</sup> Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar (*Planalsucar*) foi criado em 1971 e alavancou a produção do etanol no País. As ações do órgão iam desde o desenvolvimento de novas variedades de cana-de-açúcar até a projeção de safras. Além de financiar a modernização do parque de usinas e destilarias. Fonte: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,planalsucar-estimulou-etanol-no-pais-imp-,642599>

<sup>15</sup> Programa Nacional do Álcool (*Proálcool*) foi criado em 1975, consistiu em uma iniciativa do governo brasileiro de intensificar a produção de álcool combustível (etanol) para substituir a gasolina. Essa atitude teve como fator determinante a crise mundial do petróleo, durante a década de 1970, pois o preço do produto estava muito elevado e passou a ter grande peso nas importações do país. Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/proalcool.htm>

muitos anos, foi a maior usina do mundo, com capacidade de moagem de 7,4 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, vindo as demais, nos anos imediatamente posteriores, 11, no total, as quais foram apresentadas no final do capítulo anterior.



*Figura 25 – Entrada da Usina Jaciara.*

*Fonte: <http://www.gazetadigital.com.br/editorias/judiciario/tj-decide-sobre-auditoria-em-usina-suspeita-de-fraude-milionaria/504377>*

Com a otimização da produção na indústria e o consequente aumento na produção que se concentra no açúcar, no álcool hidratado (etanol), no álcool anidro e também na bioenergia, o setor se mostra otimista em relação ao mercado. Muitos projetam que Mato Grosso será grande exportador de etanol e poderá se tornar produtor de eteno, que é a matéria-prima do plástico, e o processo de transformar o etanol em eteno já é conhecido e dominado; seria o plástico verde”

Segundo técnicos do setor, essa transformação de etanol em eteno atrairia indústrias de plástico para Mato Grosso, em um curto espaço de tempo. Mas isso apenas seria possível, de acordo com eles, se houver vontade dos empresários, investimentos e incentivos públicos para as indústrias.

## CAPÍTULO 3 - CONHECENDO AS CARACTERÍSTICAS DA PLANTA

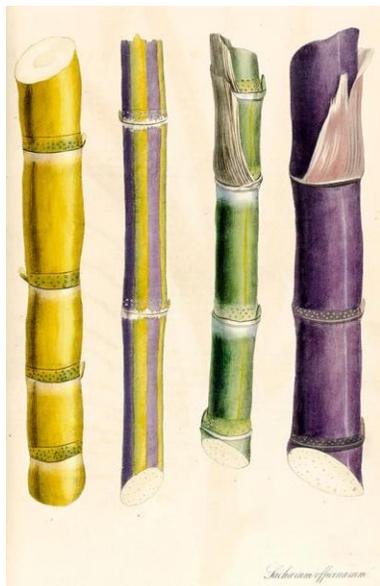


Figura 26 - Variedades de cana-de-açúcar litografadas.

Fonte: <https://nosbuesch-stucke.berlin/?s=sugar+canne>

Cana-de-açúcar em outras línguas: em inglês: Sugarcane; em espanhol: Caña de azúcar; em francês: Canne à sucre; em alemão: Zuckerrohr; em italiano: canna da zucchero.

Suas variedades se distinguem pela cor e pela altura do caule, que atinge entre 3 e 6 m de altura, por 2 a 5 cm de diâmetro, sendo sua multiplicação feita, desde a Antiguidade, a partir de estacas (algumas variedades não produzem sementes férteis). A ilustração da figura 23, litografada por A. Henry, apresenta algumas variedades de cana-de-açúcar; observe.

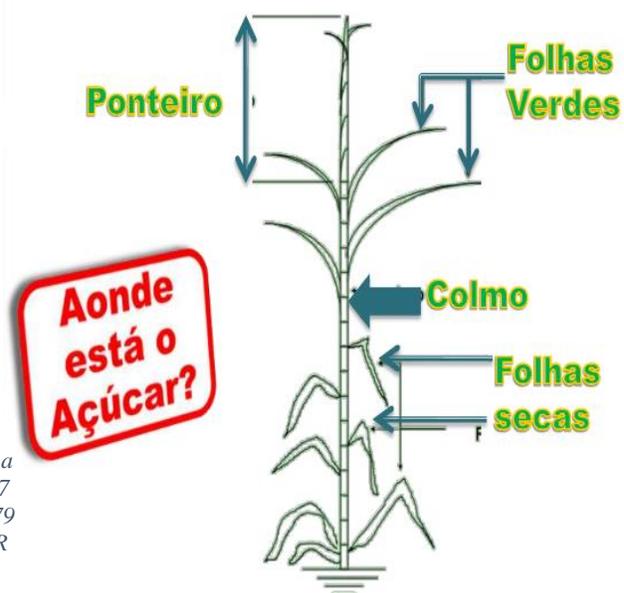
A existência de muitas variedades é uma vantagem, embora isso torne difícil a tomada de decisão, já que requer muito mais conhecimento do produtor rural acerca das opções disponíveis. É importante que o produtor possua uma riqueza de variedades e cultivares de cana-de-açúcar na lavoura, pois, assim, pode diminuir a possibilidade de que uma praga ou doença se prolifere dentro do canavial, causando prejuízos.

### FRUTA, LEGUME OU RAIZ?

Quando pensamos em cana-de-açúcar, logo surge a dúvida sobre a que categoria, no Reino Vegetal, ela pertence. Pois tire essa dúvida, de uma vez por todas: a cana-de-açúcar é uma planta, mais precisamente uma

Figura 27 - Fisiologia da planta cana-de-açúcar.

Fonte: [https://www.google.com/search?q=chegada+da+cana+o+brasil&tbm=isch&tbs=rimg:CfXPTTYr5iIjiDwsQHeZdX7XKahmyZrk\\_1nIRT9ROmLLX\\_1AD4FMp\\_1WX32PrA5tqij3d79vPUwb6DaXKmREGRnqZoioSCYPCxAd5l1ftEeVPFZdGmb8RKhIJcpqGbJIGT-cRWI7iKzoV\\_1swqEgkhFPIE6YstfxHpugd8Jd9WWvoSCc](https://www.google.com/search?q=chegada+da+cana+o+brasil&tbm=isch&tbs=rimg:CfXPTTYr5iIjiDwsQHeZdX7XKahmyZrk_1nIRT9ROmLLX_1AD4FMp_1WX32PrA5tqij3d79vPUwb6DaXKmREGRnqZoioSCYPCxAd5l1ftEeVPFZdGmb8RKhIJcpqGbJIGT-cRWI7iKzoV_1swqEgkhFPIE6YstfxHpugd8Jd9WWvoSCc)



“gramínea” ou “gramina”, devido a sua semelhança morfológica com a grama. Sendo assim, nem fruta, nem legume nem raiz, é uma planta!

Os indivíduos desse vegetal, apresentam o caule, ou colmo (caule não ramificado com divisões em gomos- entrenós, e nós), delgado, cilíndrico, agradável ao tato, comprido na haste, que possui um elevado teor de açúcar. Na zona dos nós, é encontrada a gema e a zona radicular. O colmo é recoberto de folhas (lâminas foliares, bainha e colar), ligada ao colmo na região do nó, igualmente compridas e esverdeadas, cuja bainha protege o poro germinativo. As folhas formam duas fileiras opostas e alternadas. Ao observar a imagem 24, você poderá perceber que, à medida que a planta cresce e aumenta o número de entrenós e nós, as folhas secam e ficam mais na parte baixa da planta.

Você já deve ter estudado, em Biologia, sobre a classificação botânica, não é mesmo? E vai se lembrar de que ela serve para situar e identificar uma planta no reino vegetal. Pois bem, a cana-de-açúcar recebe atualmente a seguinte classificação, apresentada na figura 25, proposta por Jeswiet, em 1925:

<b>Classificação científica</b>	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Divisão:</b>	Magnoliophyta
<b>Classe:</b>	Monocotiledonea
<b>Ordem:</b>	Poales
<b>Família:</b>	Poaceae
<b>Gênero:</b>	<i>Saccharum</i>
<b>Espécie:</b>	<i>Saccharum</i> spp (híbrido); <i>Saccharum officinarum</i> ; <i>Saccharum barberi</i> ; <i>Saccharum robustum</i> ; <i>Saccharum spontaneum</i> ; <i>Saccharum sinensis</i> ; <i>Saccharum edule</i> .

Figura 28 - Classificação científica da planta cana-de-açúcar.

Fonte: Jeswiet, 1925 apud FAUCONNIER, R; BASSEREAU, D. *La Caña de azucar*. Barcelona, Editorial Blume, 1975. 433p.

Diante da evolução e melhoramento genético da cana-de-açúcar, Welker (2012) classifica além das espécies supracitadas, também espécies heterotípicas, do gênero *Saccharum*, nativas do

Brasil, sendo elas: *S.angustifolium* (Nees) Trin, *S. asperum* (Nees) Steud e *S. villosum* Steud, totalizando dez espécies.

## COMPOSIÇÃO

A composição química da cana depende da interação de vários fatores, a saber: variedade, clima, solo (propriedades físicas, químicas e microbiológicas), adubação, tratos culturais, irrigação, sanidade da cultura, florescimento, sistema de despalha (manual ou à fogo), intensidade do desponte, tempo decorrido da última colheita, condições e tempo de armazenamento, utilização de maturadores, etc.

Conforme o infográfico da figura 26, a planta é basicamente composta por maior parte de água, sacarose e fibra.

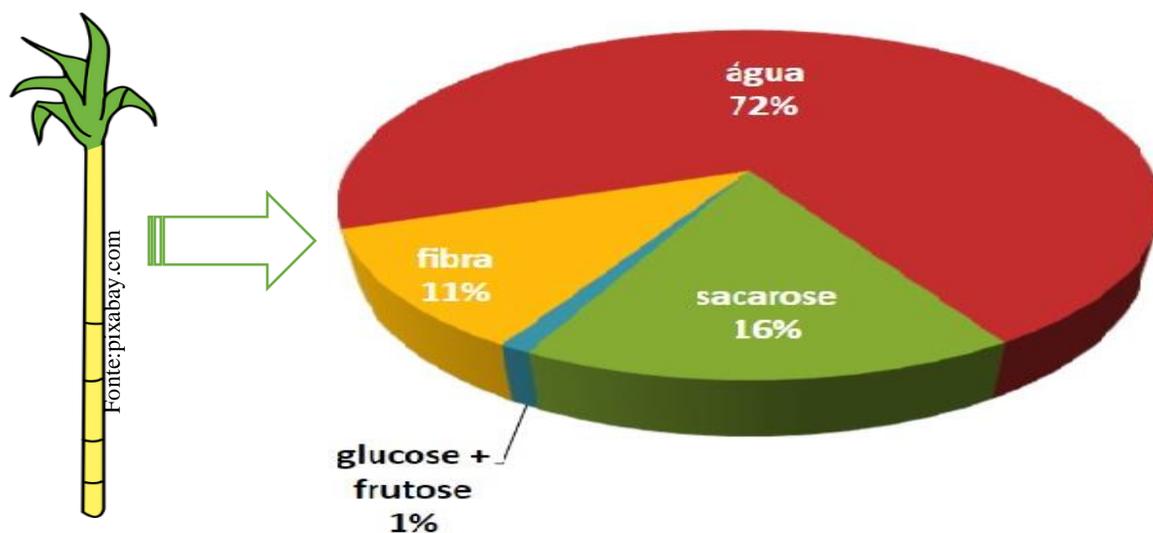


Figura 29 – Composição principal da cana-de-açúcar.

Fonte: Adaptado de FERNANDES, A. C. *Cálculos na Agroindústria da cana-de-açúcar*. 2ª.ed. Piracicaba, STAB, Cap.1, 2003.

Os componentes *água* e *sacarose* apresentam-se como o caldo que é extraído da planta. Já o componente fibroso dá sustentação ao colmo e influi, significativamente, na extração do caldo, nas usinas, e no cálculo da pol (quantidade de açúcar) da cana e, por via de consequência, no seu preço.

Essa planta é rica em **sacarose**, um açúcar que possui uma estrutura composta por glicose e frutose, por meio de uma **ligação glicosídica**, formando um dissacarídeo (AMABIS; MARTHO, 2004), como é mostrado na figura 27.

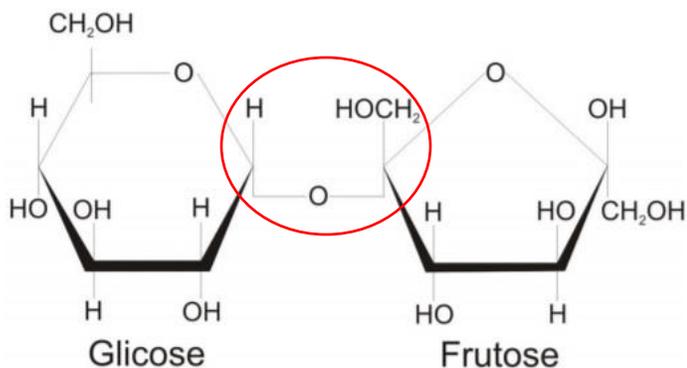


Figura 30 - Estrutura da sacarose com destaque para a ligação glicosídica.

Fonte: [https://www.unifal-mg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC\\_2014\\_1/Carolina%20Manochio.pdf](https://www.unifal-mg.edu.br/engenhariaquimica/system/files/imce/TCC_2014_1/Carolina%20Manochio.pdf)

Na reação química de formação da sacarose (o açúcar mais complexo) acontece a adição de uma hexose (glicose) a uma pentose (frutose), que combinam-se por meio de ligações covalentes, que passam a ser chamadas de ligações glicosídicas, formando, finalmente, sacarose e água como produtos da reação (figura 28).

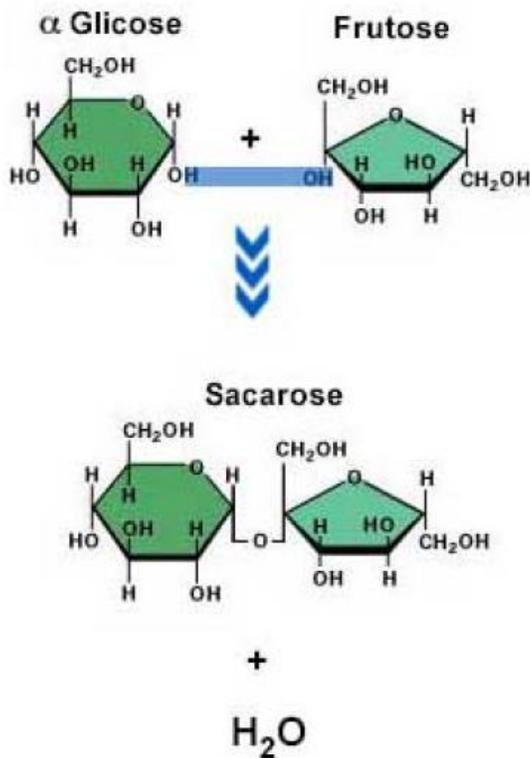


Figura 31 - Reação de formação da sacarose.

Fonte: <http://carboidratosfarmfometro.blogspot.com/2013/05/biossintese-da-sacarose.html>

Preste bastante atenção e entenda como funciona a reação de formação da sacarose, pois, em algumas etapas de preparo do açúcar e do etanol, iremos abordar novamente essa reação, porém ela irá acontecer, de forma contrária, em que a molécula mais complexa (sacarose) será “quebrada” em duas moléculas mais simples, que, no caso, são a glicose e a frutose, por meio da reação chamada hidrólise.

## AMADURECIMENTO

A maior ou menor concentração do açúcar na cana é um processo fisiológico que, obviamente, depende da interação de vários fatores, já citados anteriormente. Vale destacar, fundamentalmente, a influência da variedade, do clima e do solo. Os fatores: água e temperatura, têm, evidentemente, uma influência decisiva no amadurecimento. Observe na figura 29, as fases de crescimento da cana-de-açúcar.

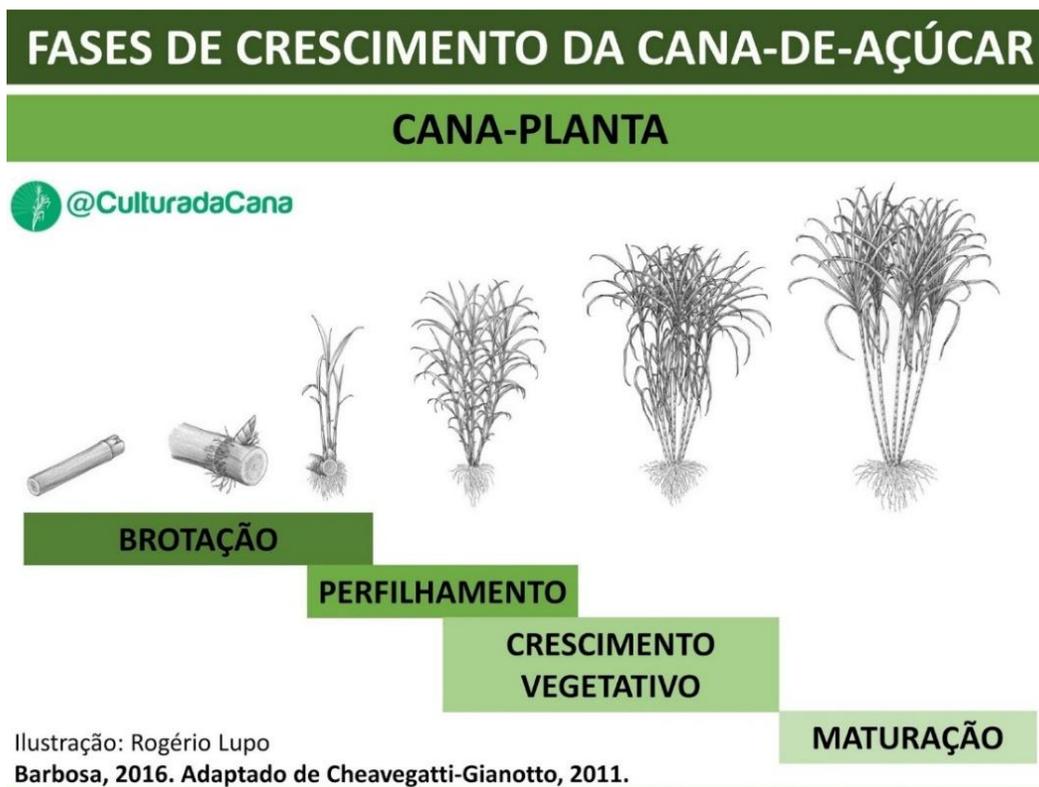


Figura 32 - Fases de crescimento da cana-de-açúcar.

Fonte: <http://alexandriusmb.blogspot.com/2016/03/fases-de-crescimento-da-cana-de-acucar.html>

Mesmo que o seu estado vegetativo mostre um bom desenvolvimento nos climas subtropicais, encontrados na região sul do país (figura 30), os melhores rendimentos são obtidos nos climas tropicais, predominantemente na região Centro-Sul do Brasil.

O clima tropical é caracterizado por apresentar duas estações bem diferenciadas, uma de altas temperaturas e outra, úmida. A fase seca do clima é necessária para incentivar o estágio maduro e, como resultado desse processo, a concentração de sacarose nos caules de nós salientes. Assim, as regiões tropicais são as que oferecem melhores recursos para o desenvolvimento da cana-de-açúcar.



Figura 33 - Tipos de clima no Brasil.

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/os-climas-brasil.htm>



## CURIOSIDADES

O programa de Desenvolvimento dos Cerrados - Polocentro - foi criado, em 1975, com o objetivo de inserir o bioma Cerrado cujos solos eram considerados de baixa fertilidade; nas áreas produtivas do país, das doze áreas selecionadas, duas estavam em Mato Grosso e foram escolhidas, segundo critérios, para dotação de infraestrutura e expansão da agropecuária.

Os resultados obtidos pelo Programa demonstraram uma relação benefício/custo, em termos sociais e econômicos, altamente positiva para o País. Destacando-se as seguintes realizações: rápido retorno financeiro; criação de grande número de empregos; oportunidade para pequenos agricultores; preservação dos solos dos cerrados; aperfeiçoamento da 2ª tecnologia de uso dos cerrados; e estabelecimento de facilidades para expansão da fronteira agrícola.

Fonte: MAROUELLI, Rodrigo Pedrosa. **O desenvolvimento sustentável na agricultura do cerrado brasileiro**. Brasília: ISAEFGV/Ecobusiness School, 2003. 54p. (Monografia - MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada). Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Desenvolvimento\\_sustentavel\\_agricultura\\_cerradoID-UkZstU83ek.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Desenvolvimento_sustentavel_agricultura_cerradoID-UkZstU83ek.pdf)

O solo apropriado para o cultivo dessa planta são as terras mais fundas, densas, dotadas de maior estrutura e fecundas. A cana-de-açúcar evolui, de forma satisfatória, em territórios repletos de areia e menos abundantes de recursos, como no cerrado.

## CAPÍTULO 4 – DO SOLO A INDÚSTRIA

### 4.1 PREPARO DO SOLO

Os processos agrônômicos de produção de cana-de-açúcar continuam os mesmos utilizados, durante vários séculos, mesmo em regiões com maior desenvolvimento tecnológico, como o estado de São Paulo. Experiências bem-sucedidas em escala comercial mostram que outros processos agrônômicos, como o Cultivo Mínimo e o Plantio Direto, podem substituir, com vantagens, o sistema de preparo convencional que atualmente domina a agricultura canavieira. Observe o comparativo apresentado na figura 31:

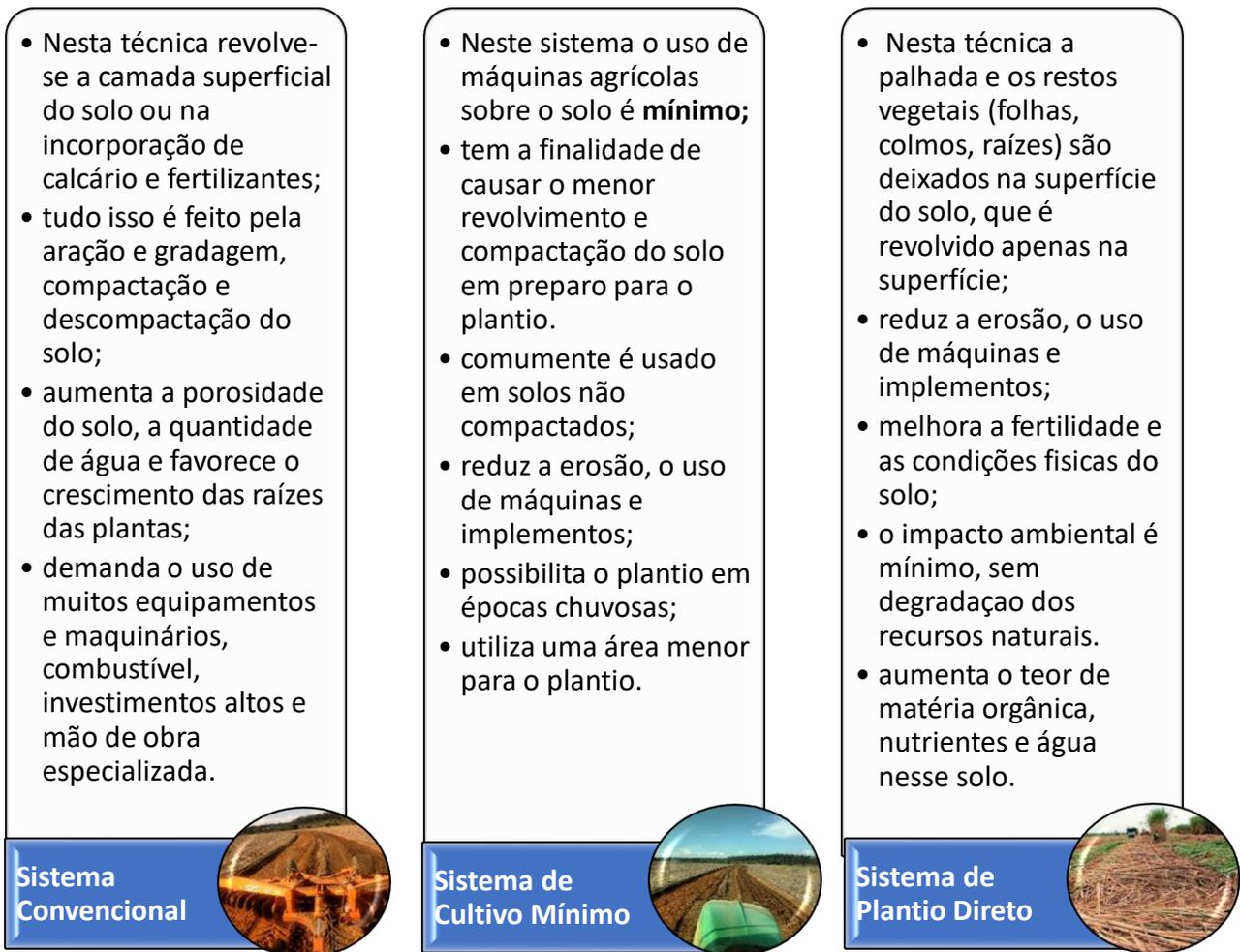


Figura 34 - Apresentação das técnicas de preparo de solo.

Fonte: <https://www.novacana.com/cana/sistemas-preparo-solo-plantio-da-cana>

## 4.2 PLANTIO

Conforme apresentado no quadro, anteriormente, existem diferentes maneiras de preparo do solo para o plantio. Assumiremos o sistema de plantio direto da cana, pois nesse sistema é aproveitada a biomassa vegetal (palha), gerando, assim, benefícios para o solo e o meio ambiente, tais como:

- o volume de resíduos químicos, comuns nas enxurradas, diminui e, conseqüentemente, **reduz a poluição** dos cursos de água próximos ao canavial;
- a atividade biológica, resultante do aumento de matéria orgânica no solo, aumenta, possibilitando **menor uso de fertilizantes**;
  - **a erosão**, que é uma das formas mais prejudiciais, uma vez que reduz a capacidade produtiva das culturas, além de causar sérios danos ambientais, tais como assoreamento e poluição das fontes de água, é controlada;
- **a perda de água** do solo é reduzida;
- **o custo de produção também é reduzido**;
- um enorme potencial de **aumento de produtividade** é observado;
- **a fertilidade do solo é melhorada**, pois aumentam os teores de matéria orgânica, fenômeno chamado de Capacidade de Troca Catiônica (CTC).

Em linhas gerais, CTC é a capacidade que um solo apresenta de armazenar nutrientes para que estes sejam posteriormente utilizados pelas plantas. A maior parte dos solos brasileiros é constituída por solos pouco férteis e pobres em matéria orgânica, cujo aumento propicia um aumento da atividade biológica e também um aumento da disponibilidade de nutrientes, como o **fósforo** e o **cálcio**. Todos esses fatores contribuem para a melhora da produtividade da cultura e possibilitam a redução da aplicação de fertilizantes, especialmente os fosfatados.

15	30,9738 ±3,5	20	40,08 2
288	<b>P</b>	1440	<b>Ca</b>
44,2		838	
1,82		1,55	
(Ne)3s <sup>2</sup> 3p <sup>3</sup>		(Ar)4s <sup>2</sup>	
<b>Fósforo</b>		<b>Calcio</b>	

## CURIOSIDADES

O uso de colmos, como semente, é adotado no Brasil, desde o início da sua cultura, por volta de 1530. Porém uma nova tecnologia deve mudar o conceito de multiplicação de mudas de cana-de-açúcar. A proposta do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) é substituir o procedimento pelo sistema de mudas pré-brotadas, que são produzidas a partir de cortes na planta chamados de **minirrebolos**. Essas mudas geram rendimento 10 vezes superior ao sistema tradicional de plantio. Com o novo modelo a lavoura passaria a receber mudas já formadas, produzidas em tubetes nos viveiros e transplantadas.

Disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br/sala-de-imprensa/release/iac-desenvolve-sistema-inedito-que-muda-o-conceito-de-plantar-cana/>

A técnica de **Plantio Direto** já deveria ser aplicada em toda a cultura canavieira do Brasil, vez que os resultados econômicos já mostraram vantagens em escala comercial, mas, mesmo assim, existem, na atualidade, entraves tecnológicos que parecem indicar o contrário. A implantação desse sistema de plantio está em confronto com o conjunto de técnicas agrícolas praticadas atualmente, baseadas em tratores de bitola estreita e grande pisoteio nas operações de colheita e transporte interno da produção.

A proposta de tráfego controlado com Estruturas de Tráfego Controlado (ETC's), em conjunto com técnicas agrícolas, também baseadas nesse sistema, viabilizaria o sistema de Plantio Direto, com as vantagens a ele inerentes, como eliminar as queimadas e aproveitar o palhicho, energeticamente, juntamente com vantagens próprias, em termos de redução de investimentos e custos operacionais, por exemplo: com a diminuição da

### Como acontece?

A palhada da cana é deixada sobre a superfície do solo para protegê-lo contra o impacto das gotas de chuva, reduzindo assim a erosão e a perda de nutrientes, além de garantir maior infiltração de água nesse solo.

A água ocupa um lugar de destaque no manejo da cana-de-açúcar, pois, quando limitante, reduz significativamente a produtividade.

compactação e aumento da umidade, pode-se antecipar um aumento no número de cortes da lavoura de cana-de-açúcar.

### “E quanto ao controle de ervas daninhas?”

Todos sabem que as ervas daninhas prejudicam qualquer tipo de plantação e com a cana-de-açúcar também acontece; por ser muito sensível à ocorrência dessas ervas, especialmente no início do seu desenvolvimento, é importante que o produtor faça uso da capina correta, e, dependendo do tipo da produção, faça uso de defensivos para evitar que esse problema crie maiores prejuízos.

Uma solução interessante é utilizar um tipo de defensivo pré-emergente. Além de evitar que o mato cresça, esse defensivo é aplicado, um ano antes de a cana ser colhida. O consumidor agradece, pois o defensivo é aplicado muito antes de o alimento (cana-de-açúcar) nascer.

## 4.2 CORTE E COLHEITA

A escolha do tipo de corte dos colmos depende de fatores diversos, como: disponibilidade de mão de obra, aspectos socioeconômicos, configuração do terreno onde está implantado o canavial, sistema de carregamento a ser utilizado, entre outros.

**Corte manual:** é o modo mais comum de colheita da cana-de-açúcar, porém é alvo de muitas polêmicas relacionadas à queima da cana, antes da colheita, que visa facilitar o corte. No entanto, a elevada quantidade de poluentes que é liberada na atmosfera, em razão dessa prática, tem sido muito contestada por diversos segmentos da sociedade.

O trabalhador que faz a colheita manual utiliza uma ferramenta que pode ser denominada folha, podão ou facão, dependendo da região do País. Inicialmente, ele corta o material sem interesse para a usina, o que ocorre no caso da colheita da cana-crua (Figura 32). Porém, quando a cana-de-açúcar é queimada, antes da colheita (Figura 33) e tem a sua palhada eliminada pela ação do fogo, não necessita de que essa atividade seja efetuada pelos cortadores. Em seguida, o

cortador faz o corte dos colmos da cana na altura basal e o corte dos ponteiros, lançando a cana cortada sobre o terreno, para a formação dos leitos.



*Figura 35 – Corte manual de cana crua.*

*Fonte: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_98\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_98_22122006154841.html)*



*Figura 36 - Corte manual de cana queimada.*

*Fonte: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_98\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_98_22122006154841.html)*

Os procedimentos de corte e colheita, com a limpeza prévia pelo fogo na queima do canavial, limitam a disponibilidade e aproveitamento da biomassa vegetal (palhada).

**Corte mecanizado:** Estima-se que o corte mecanizado proporcione redução de cerca de 20% dos custos de produção, quando comparado com o corte manual. Entretanto, esse sistema australiano de colheita de cana picada, atualmente, em fase de implantação, no Brasil, apresenta sérias

restrições para ser considerado como a tecnologia do futuro, no horizonte atual de grande expansão do setor canavieiro. O corte mecanizado, no Brasil, ainda precisa ser aprimorado, pois as máquinas nacionais utilizadas nessa atividade ainda são, em sua maioria, precárias, apresentando baixo rendimento e necessitando frequentemente de manutenção.

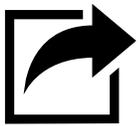
O processo de remoção de colmos da plantação, por exemplo, e sua introdução na colhedora, conforme mostra a figura 34, apresenta, atualmente, duas limitações importantes: perdas de matéria-prima significativas e elevada demanda de potência, peso e custo de equipamentos.



Figura 37 – Colheita mecanizada de cana-de-açúcar.

Fonte: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4096216/mod\\_resource/content/1/LAN%201458%20parte%201.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4096216/mod_resource/content/1/LAN%201458%20parte%201.pdf)

É evidente, a necessidade do desenvolvimento de princípios de remoção mais simples e eficientes, compatíveis com essa operação.



Acessando o site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA - em parceria com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica - AGEITEC - você pode saber mais sobre os tipos de corte de cana-de-açúcar:

[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_98\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_98_22122006154841.html)

Entretanto, economicamente falando, atualmente, estamos diante de um cenário não muito favorável para ambas as técnicas de corte, pois é possível verificar um aumento dos custos de

produção, ao longo dos anos, tanto no corte manual, pelo seu baixo rendimento, quanto no corte mecânico, pela baixa eficiência e altas perdas. Espera-se que, com pesquisas e aperfeiçoamento da técnica, o corte e a colheita mecânica sejam as melhores opções...A colheita é realizada no momento de maior concentração de açúcar. Ela começa, em média, após 12 meses, podendo se estender por até 240 dias. **A cana deve entrar em processo de produção, imprescindivelmente, entre 12 e 36 horas após a colheita.**

Em geral, a colheita da cana envolve cinco operações muito simples:



Figura 38 – Etapas comuns na colheita de cana-de-açúcar.  
Fonte: as autoras.

No entanto, ainda hoje, existe uma carência preocupante de processos para efetuar, eficientemente, essas operações (figura 35). É preciso destacar que tanto a colheita manual quanto a mecânica apresentam restrições impostas pelo relevo e pelo ambiente. O corte de base, se realizado **manualmente**, envolve problemas ergonômicos que afastam a mão de obra dos canaviais e continua a gerar tensões entre produtores e agremiações de cortadores. Ou, se o corte de base for **mecanizado**, estará sujeito a perdas importantes e contaminação da matéria-prima com terra, fungos e bactérias.

O corte dos ponteiros, frequentemente, não é realizado. No caso da colheita mecânica, por deficiência dos mecanismos responsáveis por essa função e, no corte manual, porque prejudica a produtividade do cortador.

A retirada das folhas, também conhecida como despalhamento, foi historicamente resolvida com a queima, mas, na medida em que a legislação impede essa prática, e as pesquisas apontam que o fogo utilizado para fazer essa limpeza causa perdas de massa e de qualidade da cana, a melhor opção para a colheita, atualmente, é aquela que mantém a cana crua, resultando, assim, numa matéria-prima de melhor qualidade.

Assim que for generalizada a **colheita mecanizada** e abolida a prática de queima do palhiço, estabelecida em cronograma para reduzir as queimadas nos canaviais (prevista por lei estadual – SP – e federal), haverá uma grande disponibilidade desse material para cobertura do solo. Hoje as estimativas são de que o resíduo da colheita de cana-de-açúcar pode atingir 140 kg por tonelada de cana entregue na usina.

A substituição do sistema tradicional de colheita manual de cana inteira com queima prévia do canavial, para o sistema de **colheita mecanizada de cana picada, sem queima do canavial** tornam a colheita da cana-de-açúcar no Brasil em franca evolução; observe a figura 36:

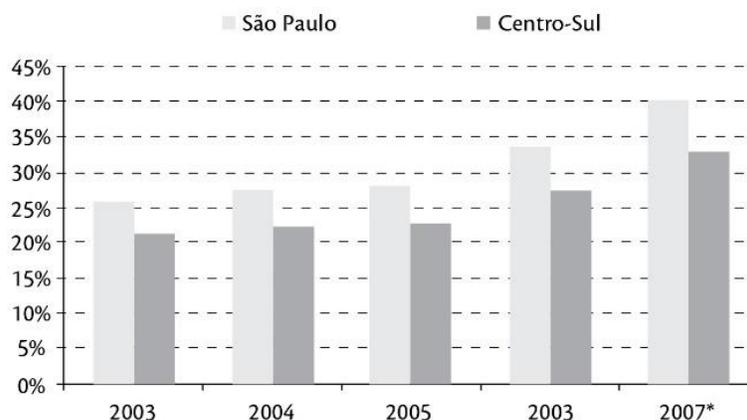


Figura 39 - Evolução da colheita de cana sem queima prévia, cana crua, em São Paulo e Centro-Sul. Valores até 08/2007.  
Fonte: <https://www.novacana.com/cana/colheita-da-cana-producao-acucar-etanol>

No próximo gráfico (figura 37) verifica-se que o estado de Mato Grosso, incluído na região Centro-Sul, concentra o maior índice de **colheita mecânica** e também de **colheita de cana sem queima prévia** (cana crua), 78% e 69%, respectivamente. Em seguida, aparece o estado de São Paulo, com 60% da colheita realizada mecanicamente e 49% da cana colhida sem queima prévia. A diferença entre o percentual de cana colhida mecanicamente e cana colhida sem queima prévia se dá em decorrência do tipo de colheita (mecanizada ou de corte manual) e não de cana queimada.

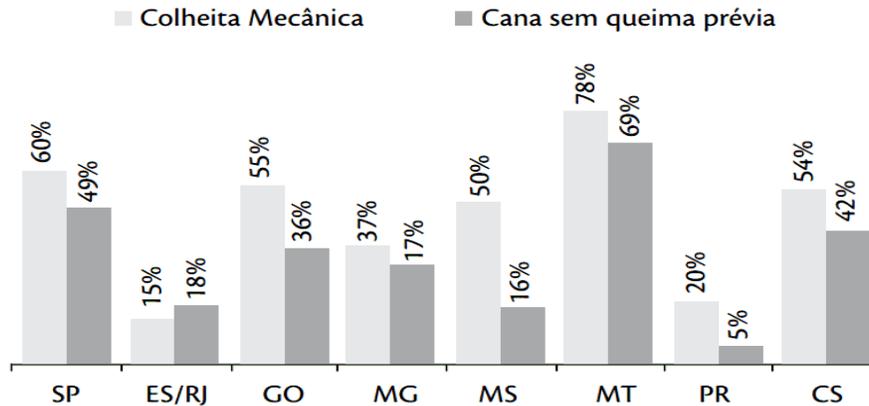


Figura 40 - Colheita mecânica e colheita de cana sem queima prévia - Safra 2008/09 – dados até junho/2008.  
 Fonte <https://www.novacana.com/cana/colheita-da-cana-producao-acucar-etanol>

O auxílio mecânico apresenta um desafio no gerenciamento da maior quantidade de mão de obra envolvida, necessitando, também, da capacitação dos trabalhadores, para que realizem suas tarefas, de maneira mais técnica. Parece que dessa forma o nível de emprego é inferior ao do corte manual, mas, com a mecanização, nascem outras novas oportunidades de emprego para profissionais, como: mecânico, borracheiro, motorista, operadores de maquinários diversos, entre outras.

O tráfego intenso dos equipamentos de colheita e transporte, nas entrelinhas de plantio, representa, também, uma restrição importante desse sistema de colheita. Já de longa data, os especialistas em solos orientam conservar a estrutura do solo para conseguir manter níveis de produtividade elevados. A colheita mecânica praticada atualmente não está alinhada com essa recomendação. Produzir, mantendo um mínimo de interação com o meio é o grande desafio da sustentabilidade.

A mecanização total ou parcial se apresenta, atualmente, como a única opção para a colheita da cana, tanto do ponto de vista ergonômico quanto econômico e, principalmente, do ponto de vista legal e ambiental, já que apenas o corte mecânico viabiliza a colheita, sem queima prévia, o que, por sua vez, viabiliza o aproveitamento do palhiço.

#### 4.4 TRANSPORTE

O transporte da cana tem evoluído muito, nos últimos anos, principalmente com a atuação do Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), em parceria com fabricantes de carrocerias. O objetivo principal tem sido sempre reduzir os custos e se adaptar às mudanças no sistema de colheita.

Inicialmente, utilizava-se o **caminhão simples**, com apenas um reboque para o transporte. Posteriormente, começou-se a acoplar dois reboques ao caminhão, chamado de **Romeu e Julieta**, sendo que o segundo reboque é engatado no primeiro, por meio de um sistema denominado rala – trata-se de um *dolly* aparafusado, com um sistema de cremalheira.

Adaptando o sistema de transporte, nasceu o treminhão (figura 38), que é composto por um conjunto Romeu e Julieta, no qual se acopla um reboque (ou Julieta), ou seja, tem-se agora um caminhão com três reboques:

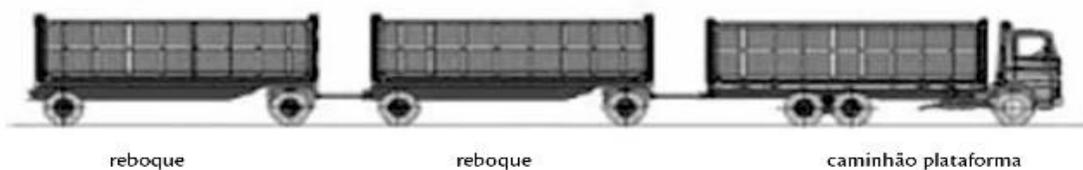


Figura 41 - Caminhão do tipo treminhão.

Fonte: <https://www.novacana.com/cana/transporte-da-cana-brasil>

Outra opção para o transporte são os Rodotrens (figura 39), que são a combinação de dois semirreboques ligados por um *dolly* de dois eixos. Esta combinação atinge um peso bruto total (PBTC) de 74 toneladas, o que aumenta em 64% a capacidade de carga transportada (comparando-se com uma combinação tradicional de três eixos (6×2). Esse veículo necessita, por lei, ser tracionado por caminhão 6×4. No momento da solicitação da licença (A E T – Autorização Especial de Trânsito), é preciso definir o trajeto a ser percorrido pelo veículo.

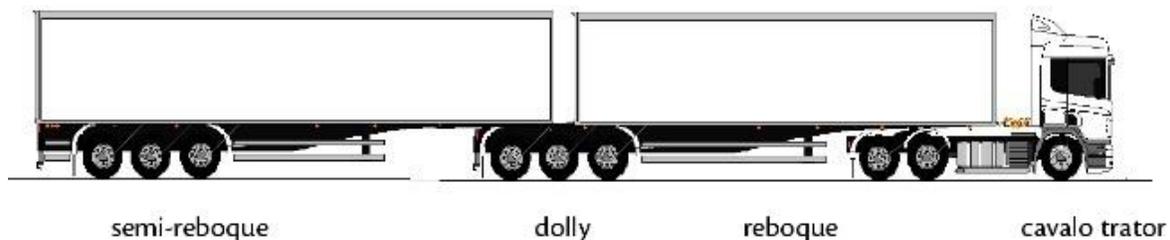


Figura 42 – Caminhão do tipo Rodotrem.

Fonte: <https://www.novacana.com/cana/transporte-da-cana-brasil>

É possível, ainda, encontrar composições para o transporte da cana-de-açúcar, com mais de três reboques acoplados (figura 40). Esse tipo de veículo tem restrições quanto aos locais onde pode trafegar, devido à sua estrutura.



Figura 43 - Composições com cinco e seis reboques. Tipos de transporte de cana.  
Fonte: <https://www.novacana.com/cana/transporte-da-cana-brasil>

#### 4.5 PROCESSAMENTO CASEIRO OU INDUSTRIAL

Após colhida e transportada, a cana passa por um tratamento para obtenção dos seus subprodutos, que pode ocorrer em larga escala, nas usinas, ou, ainda, em locais simples, como nos pequenos engenhos, com produção apenas para o consumo local. Neste caso, a cana, geralmente, é obtida pelo corte manual, dispensa o transporte por caminhões, o que, muitas vezes, é feito por animais. Após transportada, ela é diretamente moída e a destinação final dos seus subprodutos é apenas para consumo próprio ou comércio local.

Com equipamentos simples e acessíveis, como, por exemplo, a moenda manual (figura 41), pode-se extrair o caldo da cana no próprio quintal de casa. Existem também moendas movidas a motor, ou, ainda, as moendas elétricas (figura 42), um pouco mais sofisticadas e capazes de moer a cana e já liberar o caldo gelado. Em algumas cidades, ainda existem pequenos engenhos, semelhantes aos que existiam



Figura 44 – Moenda manual de cana-de-açúcar.

Fonte: <https://www.pontofrio.com.br/eletrrodomesticos/linha-industrial/portateisindustriais/moedoresraladores/engenhomanual-para-para-moer-cana-garapeira--10887647.html>



Figura 45 – Moenda elétrica de cana-de-açúcar.

Fonte: <https://www.guadaim.com.br/moenda-de-cana-eletrica-200-litros-maqtron>

antigamente, que utilizam moendas com a tração animal. Ao manusear esse caldo é possível obterem-se outros subprodutos, tais como: a rapadura, o melado, o açúcar mascavo, o mané branco, rapadura macia e a própria garapa.

**Você já experimentou beber caldo-de-cana com limão? Ou já foi a uma feira popular para tomar garapa e comer pastel?**

É muito comum entre os mato-grossenses esse hábito... Como o clima da região é muito quente, ingerir a garapa com limão e gelo, que é comumente vendida nas feiras, tornou-se um programa atrativo para as famílias se refrescarem!

No processo de esmagamento da cana é extraída a **garapa** (figura 43), que é o caldo de cana filtrado por peneiras finas, ou, até, por um pano limpo.

O **melado** (figura 44) é o segundo subproduto extraído da cana e é feito por um processo bastante demorado, pelo qual o caldo é cozido e fervido, lentamente, em uma panela, sem tampa, por várias horas, até formar uma mistura mais concentrada.

Para obter os melhores resultados, o pH da mistura deve ser mantido a 4, podendo ser necessário adicionar limão, para ir acidificando a mistura. Além disso, durante o processo, também é importante ir retirando as impurezas que vão se acumulando na parte de cima do caldo, sob a forma de espuma.

Ao atingir a consistência de xarope não cristalizável, que é quando o melado já está mais grosso e borbulhando, deve-se esperar que chegue nos 110°C, para, depois, ser retirado do fogo. Por fim, o melado precisa ser coado e colocado em recipientes de vidro, onde, após ser tampado, deve ser armazenado, com a tampa virada para baixo até esfriar.



Figura 46 – Caldo de cana-de-açúcar, também chamado de garapa.  
Fonte: [https://st2.depositphotos.com/1009329/8204/i/950/depositphotos\\_82044576-stock-photo-piece-of-sugarcane-juice.jpg](https://st2.depositphotos.com/1009329/8204/i/950/depositphotos_82044576-stock-photo-piece-of-sugarcane-juice.jpg)



Figura 47 - Melado de cana-de-açúcar.  
Fonte: <https://www.tuasaude.com/adocante-natural/>

Caso a fervura continue (como é dito popularmente, para ficar mais “apurado”), após o ponto de melado, o caldo ficará muito concentrado, por meio do processo de desidratação, ao evaporar-se (figura 45). Então, teremos, como resultado, quando esse caldo esfriar, em moldes, um outro subproduto chamado de **rapadura**.

Quanto mais doce e limpa for a cana-de-açúcar, melhor será a rapadura. Mas a qualidade do doce depende também da habilidade dos "caldeireiros" e "tacheiros". São eles que, durante horas, pacientemente, retiram as impurezas do caldo, durante o processo de fervura, no tacho. Um minuto a mais e o caldo incorpora as sujeiras da cana, fazendo com que a rapadura perca qualidade. Outro minuto além da conta e lá vai o ponto e ela vira **açúcar mascavo** (figura 46).

Após a identificação do ponto, a massa deverá ser transferida, imediatamente, para o gamelão, um tipo de recipiente, que já deverá se encontrar pulverizado com bicarbonato de sódio. Utiliza-se este produto porque, quando incorporado à massa, facilitará a sua *crystalização*, devido à liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>). Essa incorporação de ar favorecerá a granulação do açúcar.

Depois que a massa se encontrar bem espalhada dentro do gamelão, ela deverá ser homogeneizada, para, depois, permanecer em repouso até esfriar e cristalizar-se.

Quando a massa cristalizar, ela deverá ser esfarinhada, usando um equipamento que seja usado exclusivamente para esta finalidade, como uma enxada, uma pá, ou um rodo metálico ou de madeira. O esfarelamento da massa cristalizada será de fácil execução, se ela for retirada do tacho no ponto ideal.



Figura 49 – Processo de concentração do caldo por meio de fervura, até que chegue ao ponto de rapadura.

Fonte: <https://www.estadao.com.br/noticias/geral,entregamos-a-rapadura,4614>



Figura 48 – Ponto de açúcar mascavo.

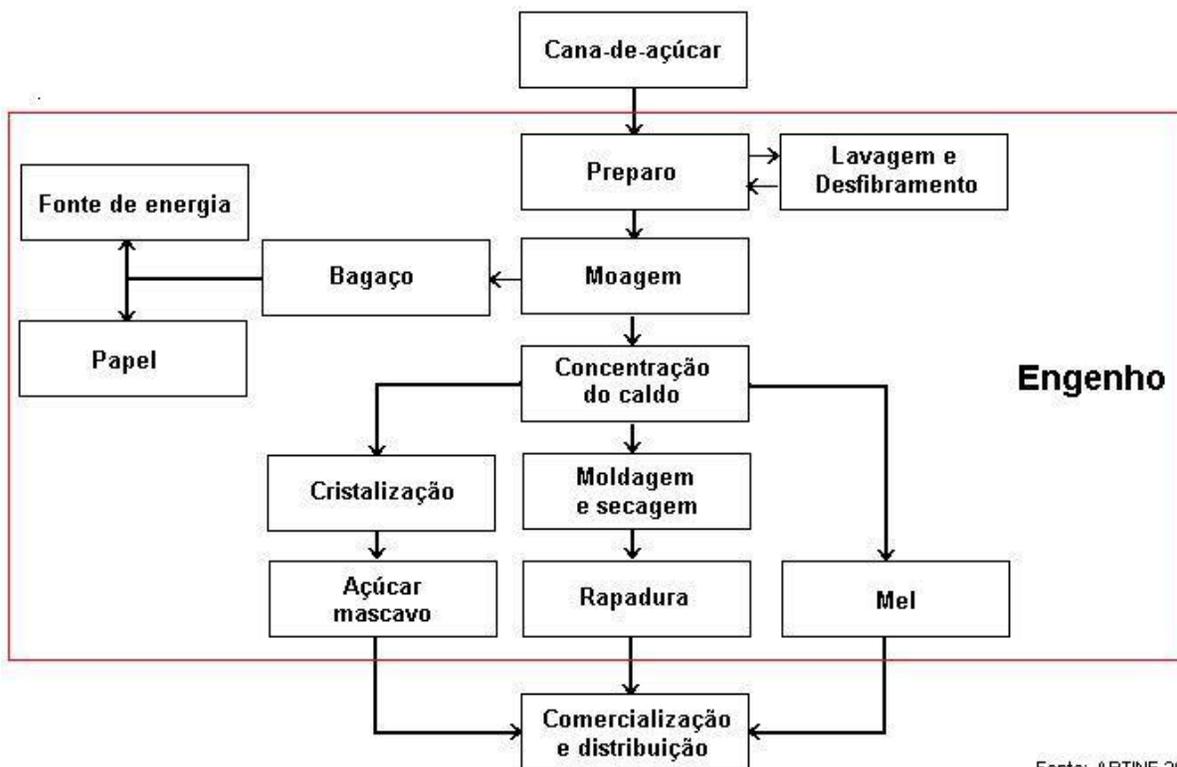
Fonte: <http://salonempendedor-itanhaem.blogspot.com/2013/10/empreendimento-de-acucar-mascavo.html>



Figura 50 – Melado, açúcar mascavo e rapadura, produtos derivados da cana-de-açúcar que apresentam processo de produção muito parecidos. Diferem apenas no tempo de cozimento.

Fonte: <http://www.sebraemercados.com.br/conheca-as-exigencias-especificas-para-derivados-da-cana-de-acucar/>

Em resumo, as etapas de processamento da cana para obtenção dos produtos, em um engenho, são:



Fonte: ABTINE 2000

Figura 51 –  
Fonte:

Na comunidade de Bonsucesso-VG, ainda é possível acompanhar algumas dessas etapas no engenho! De acordo com um estudo publicado em 2016, “Aspectos culturais no processo de produção de rapadura na comunidade de Bonsucesso em Várzea Grande / MT”, restavam naquele

ano apenas cinco engenhos, e o número diminuía, aos poucos, com a morte ou aposentadoria dos artesãos e a falta de interesse dos jovens pela produção.

Ainda, segundo o estudo, Bonsucesso é o mais antigo distrito de Várzea Grande, e cresceu em torno dos engenhos de açúcar. *As terras onde se situa Bonsucesso pertenciam, no século XIX, a Justino Antônio da Silva Claro, fazendeiro que possuía empregados e escravos. Seus herdeiros dividiram a área de terra e nela fizeram suas criações e lavoura, sendo a cana-de-açúcar a principal plantação, da qual se produzia aguardente de alambique, além do “açúcar de barro”, espécie de açúcar mascavo e rapadura (ANDRADE & SILVA, 2012).*

## CURIOSIDADES

Para conhecer as etapas desse meticuloso processo, procure saber se há uma fábrica artesanal na sua região e acompanhe a produção. Aproveite para provar as lascas quentes "rapadas" do gamelão (derretem na boca) que inspiraram o nome do doce como "raspadura", mudando, depois, para rapadura.

O visual é rude e a mordida, custosa. De tão açucarada e densa, parece carregar a roça inteira dentro dela. Filha do meio do tacho - o ponto está entre o melado e o açúcar mascavo -, a rapadura é renegada e incompreendida. Tanto que, apesar de seu processo de fabricação ser artesanal e meticuloso, custa menos que o melaço e o açúcar. Ela tem imenso potencial gastronômico, engrandecendo molhos e recheios.



Figura 52 - Cana-de-açúcar.

Fonte: [https://pt.pngtree.com/freepng/sugarcane\\_1547551.html](https://pt.pngtree.com/freepng/sugarcane_1547551.html)

A rapadura tradicional passou por algumas adaptações, ao longo do tempo, ao ser, também, fabricada com sabores e tamanhos variados. Podem ser acrescentados outros ingredientes para os diferentes sabores, tais como: amendoim, leite, coco, mamão, entre outros, desde que a massa ainda esteja quente e mole (figura 50). Então, é colocada em moldes para esfriar e, ao ser desenformada, tem-se a rapadura (figura 51). Possui alto teor de minerais benéficos para a saúde humana, superando em quase 10 vezes os sais minerais presentes no açúcar branco refinado.



Figura 53 - Processo de produção de rapadura.

Fonte: [https://www.google.com/search?q=rapadura+de+cana&tbm=isch&tbs=rimg:CfQj6DNoxivbIjhQgw1OdQ2VIFu6ALES27gSLOYA5qE9FksdjPd4VXx0IHzy4gGxCRCe-hUte7pgTrq7FAlMewkE\\_1ioSCVCDDU51DZWUEVNzBpYb-8WgKhIJW7oAsRLbuBIRPOprY5HVJOMqEgks5gDmoT0WSxFZqjxyYQ0bhyoSCR2M9](https://www.google.com/search?q=rapadura+de+cana&tbm=isch&tbs=rimg:CfQj6DNoxivbIjhQgw1OdQ2VIFu6ALES27gSLOYA5qE9FksdjPd4VXx0IHzy4gGxCRCe-hUte7pgTrq7FAlMewkE_1ioSCVCDDU51DZWUEVNzBpYb-8WgKhIJW7oAsRLbuBIRPOprY5HVJOMqEgks5gDmoT0WSxFZqjxyYQ0bhyoSCR2M9)



Figura 54 – Massa de rapadura colocada em moldes para resfriamento.

Fonte: <https://chicoabelha.wordpress.com/tag/rapadura/>

### Por que devemos priorizar os carboidratos derivados da cana-de-açúcar?

Em uma dieta é muito importante que seja priorizado o tipo de carboidrato a ser ingerido e considerar menos relevante a quantidade de ingestão. Entretanto, nem pense em reduzir a zero os carboidratos da dieta, pois o organismo passa a usar as proteínas para produção de energia, principalmente, à custa da massa muscular, isto é, o atleta ou desportista que se exercita mal-alimentado está comprometendo sua musculatura, enquanto a ingestão adequada de carboidrato previne o uso da proteína tecidual.



Estudos mostram que a utilização de **carboidratos**, em treinos, acima de uma hora, permite prolongar a permanência no exercício, fornece energia para o músculo e aumenta a glicemia. Durante o exercício, em atividades longas, recomenda-se utilizar de 30 a 60 gramas de carboidratos, por hora. Como estratégia nutricional, é indicada a utilização de carboidratos de alto índice glicêmico (com quantidade alta de moléculas de glicose) e de rápida absorção para elevação dos níveis de glicose no corpo.

Portanto, se for para ingerir carboidratos, que sejam os carboidratos derivados da cana-de-açúcar. Eles, sim, compensam, pois nos fornecem mais energia em uma porção menor, se comparados a outros alimentos (figura 52).

Figura 55 – Quadro comparativo da composição nutricional de alguns alimentos.

Fonte: <http://globoesporte.globo.com/eu-atleta/nutricao/noticia/2016/09/rapadura-e-opcao-para-o-lugar-do-gel-como-fonte-de-carboidrato-nos-treinos.html>

A rapadura pode ser utilizada como fonte de carboidrato, substituindo ou alternando a sua utilização com gel de carboidratos, frutas, bebida esportiva, caldo de cana, ou água de coco. Pode também ser utilizada após o treino, bem como o caldo de cana (figura 53), com a finalidade de repor os estoques de glicogênio muscular e hepático, associado a proteínas para acelerar a recuperação muscular.



Figura 56 – Caldo de cana fornece mais energia para você após o treino

Fonte: Adaptado de <https://www.youtube.com/watch?v=GoogT-kIUIJk>

**Caldo de cana é um repositores natural de carboidratos e possui baixo custo!**

Quando destinada à indústria, chamada de usina, a recepção da cana-de-açúcar consiste em 4 fases subsequentes:



Figura 57 – Fases de processamento da cana-de-açúcar após chegar à usina.  
Fonte: <http://www.encontracarros.com/tag/preco-do-alcool/>

Logo ao chegarem à usina, os caminhões carregados com a cana passam por uma balança. Na sequência, é retirada uma amostra do carregamento, com o auxílio de sondas que coletam uma amostra daquele carregamento, para ser analisada no laboratório da usina, procurando garantir a qualidade do produto final. Somente após esse procedimento, o descarregamento é feito e inicia-se, então, o processo de preparo da cana, para extração do caldo.

O preparo da cana consiste em picá-la e desintegrá-la por um processo de desnaturação mecânica, rompendo as células que contêm o caldo rico em açúcares (sacarose) e, assim, facilitar a extração. Há usinas que possuem apenas o conjunto de facas (picadores) para o preparo da cana; outras utilizam, também, o desfibrador. Essa operação facilita a extração do caldo pela moagem e aumenta a capacidade das moendas, além de produzir um bagaço de melhor qualidade.

A extração do caldo da cana é obtida pelo processo de esmagamento da planta em moendas (figura 55), semelhante ao processo caseiro, porém, em quantidades muito maiores. Finalmente, a cana preparada é levada, geralmente por esteiras, processo denominado de alimentação, diretamente para entre os rolos de cada terno (moenda), sucessivamente, sendo pressionada por eles, liberando seu caldo.

No processo de moagem, a cana desfibrada é submetida a sucessivas prensagens, nas quais são extraídos 60% de todo o caldo contido no interior de suas fibras. Os 40% restantes caracterizam-se por conter grande quantidade de açúcar que não é extraída do bagaço pela simples prensagem.

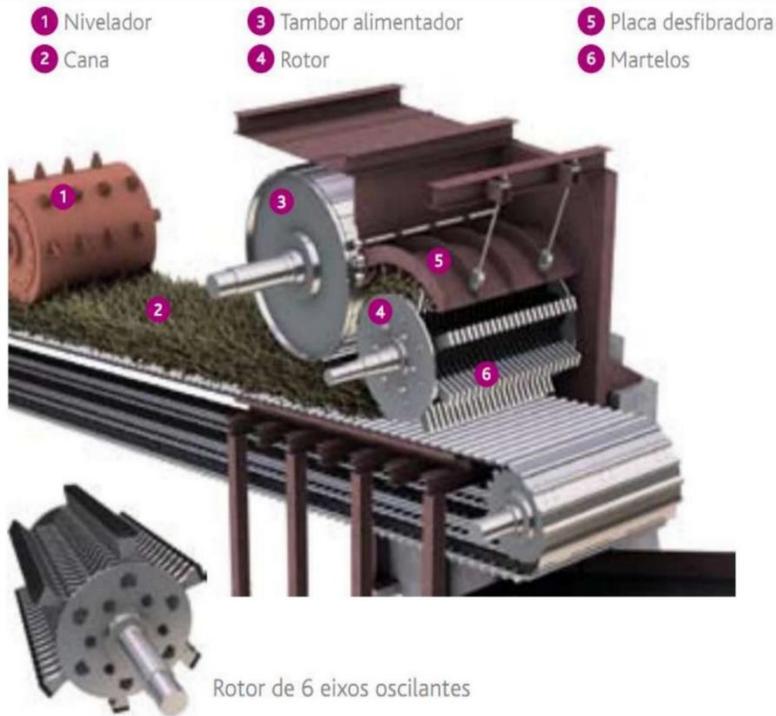


Figura 58 – Processo industrial de extração do caldo de cana.  
Fonte: <https://docslide.com.br/documents/como-uma-usina-de-acucar-e-alcool-funciona.html>

Após todas essas fases, pode-se ainda aplicar a técnica de embebição, que consiste em adicionar água ao bagaço, de forma uniforme. Ela penetrará no interior das fibras, diluindo o caldo ali contido, que será retirado, ao passar pelo rolo subsequente, extraindo maior quantidade de açúcar.

Há dois tipos de embebição diferentes: simples e composta. O primeiro ocorre, quando é adicionada água ao bagaço, nas caldeiras. Já a embebição composta consiste em acrescentar água ao bagaço que alimenta o último terno, e o caldo diluído aos outros, conforme representação na figura 56:

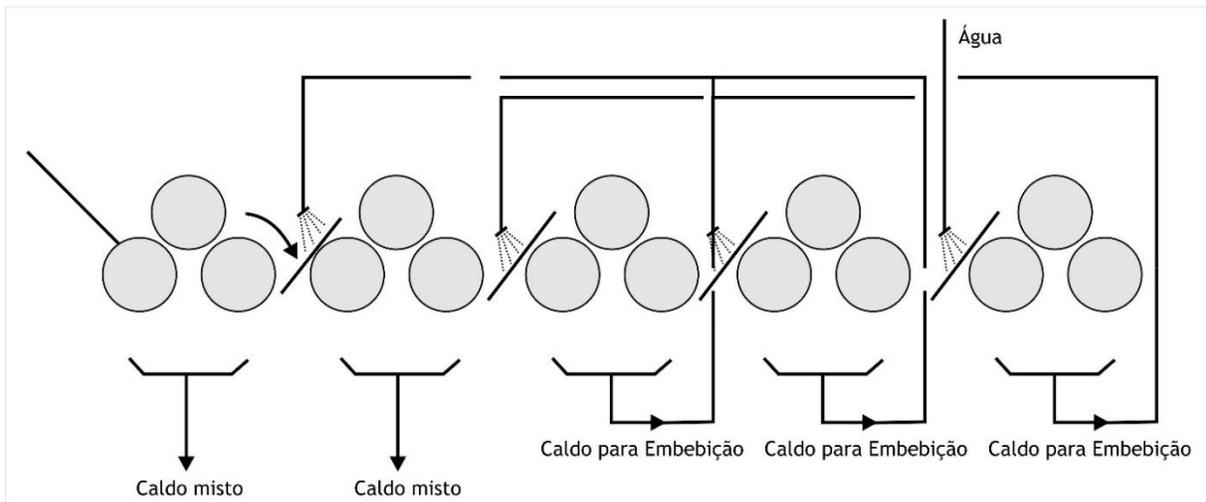


Figura 59 – Processo de embebição composta.  
Fonte: [https://www.ifmg.edu.br/arcos/documentos-do-site/tai-2017-1/tai2-termo\\_de\\_moagem.pdf](https://www.ifmg.edu.br/arcos/documentos-do-site/tai-2017-1/tai2-termo_de_moagem.pdf)

Em algumas usinas, a extração do caldo de cana acontece, também, pelo método de difusão, pelo qual as células que não foram abertas pelo processo anterior passam pela desnaturação térmica, que, por ação do calor, torna possível a extração da sacarose. Esse fenômeno acontece, dentro de um difusor, que mantém o caldo em recirculação, em torno de 70°C.

O caldo de cana extraído contém certos materiais em suspensão que devem ser removidos pela peneiragem, sendo esta a primeira etapa de purificação do suco extraído. Dentre esses resíduos, estão: terra, areia, que a lavagem da cana não conseguiu retirar e o bagacilho, que é o bagaço fino. A etapa de peneiragem deve ser bem executada, para não comprometer etapas seguintes de fabricação do álcool, tais como: o entupimento de bombas e tubulações, efeitos negativos na fermentação e destilação.

Em resumo (figura 57), a cana, após plantada, colhida e transportada é preparada nas usinas para a extração do caldo, que tem dois destinos: o refinamento, para a fabricação de açúcar (apresentado no próximo capítulo) ou a fermentação, para a fabricação de álcool (etílico, etanol, anidro) que será explicado no capítulo 6.

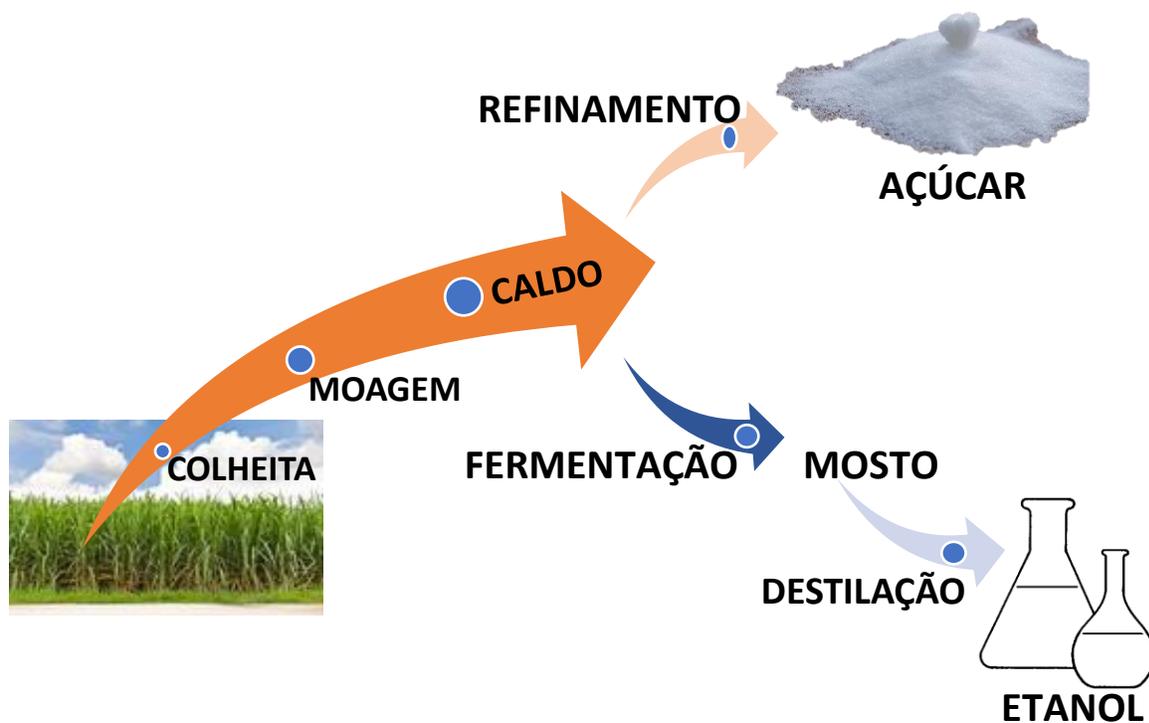


Figura 60 - As principais etapas para obtenção do açúcar e do álcool a partir da cana-de-açúcar.  
Fonte: as autoras.

## CAPÍTULO 5 – AÇÚCAR, UM CARBOIDRATO QUE PODE VIR DISFARÇADO COM VÁRIOS NOMES

### *Você sabia que os carboidratos, os glicídios e os açúcares podem ser considerados sinônimos?*

Açúcar é um termo genérico para se referir aos carboidratos cristalizados e comestíveis e, também, aos glicídios. Sua principal característica é o sabor adocicado, entretanto, muitas pessoas confundem os termos e acham que são três substâncias diferentes, mas não são!

Os açúcares se dividem em **carboidratos simples** e **carboidratos complexos**.

Os monossacarídeos, como glicose (encontrada no sangue), frutose (encontrada nas frutas e no mel) e galactose (encontrada nas glândulas mamárias) fazem parte dos carboidratos simples. Do mesmo modo, os dissacarídeos, como: o comum açúcar de mesa "sacarose" (também encontrado na beterraba, na cana-de-açúcar, no sorgo e no mel), lactose (açúcar do leite) e maltose (encontrado em cervejas, cereais e sementes em processo de germinação).

Os carboidratos complexos são representados pelo amido (encontrado em sementes, milho e nos vários grãos com que são feitos o pão, os cereais, as massas...), glicogênio (encontrado no fígado e músculos do corpo) e celulose (encontrada na estrutura das plantas).

Os carboidratos apresentam funções energéticas ou estruturais, dependendo do tipo. Em nosso corpo, por exemplo, servem como fonte de energia para o movimento.

#### Glicídio

Glicídios (do grego *glicos*, "doce") são moléculas orgânicas constituídas fundamentalmente por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, **também conhecidos como açúcares**, sacarídeos, carboidratos ou hidratos de carbono.

Dentre todos esses carboidratos apresentados anteriormente, daremos ênfase à sacarose, pois ela é um açúcar encontrado abundantemente na cana-de-açúcar.

### **Mas de onde vem o açúcar?**

Além de ser encontrada no sangue humano, a **glicose** também está presente na seiva e na estrutura das plantas. Isso porque a glicose, inclusive a que corre em nossas veias, é originalmente produzida pelos vegetais. Portanto, o açúcar não só vem da própria planta, como também é parte da sua composição e estrutura!

Durante o processo chamado de fotossíntese, as plantas utilizam gás carbônico, água e luz para produzir oxigênio e açúcares, dentre eles, a glicose! Esta que, por sua vez, forma a **sacarose**, tão mencionada, por ser encontrada em abundância na cana-de-açúcar.



Figura 61 – Variedades de açúcares disponíveis no mercado.

Fonte: Adaptado de <https://rumoanovahumanidade.com.br/desperte-qual-a-diferenca-entre-os-tipos-de-acucar/>

Talvez você não saiba, mas há vários tipos de açúcar no mercado! Observe a figura 58; você saberia dizer quais são os nomes desses açúcares? Há diferenças entre eles, além da coloração e formato?

Sim, há uma diferença também na composição desses açúcares, e essa diferenciação acaba afetando na quantidade de vitaminas e sais minerais, nas calorias e até no uso para preparar as

deliciosas receitas. Veja aqui qual é o tipo ideal, para você usar naquela sobremesa maravilhosa..., mas lembre-se: é importante que você fique de olhos abertos na quantidade de açúcar que vai consumir. A saúde também agradece!

Vivemos em uma era em que muito se fala em alimentação saudável. As pessoas estão cada vez mais procurando se alimentar de produtos menos industrializados, pois estão se conscientizando de que os aditivos químicos presentes nos alimentos processados fazem mal à saúde. Consequentemente, surgem muitas doenças causadas, principalmente, pelo consumo excessivo de açúcares, gorduras e sódio. Por esse motivo, a indústria lançou outros tipos de produtos para não perder espaço no mercado (figura 59), como, por exemplo, os alimentos diet, light e zero, atingindo o maior número possível de consumidores.

### Você sabe a diferença entre esses alimentos?

DIET	Alimentos diet não possuem determinado nutriente, como açúcar, proteína ou gorduras.
LIGHT	Alimentos light possuem uma redução de pelo menos 25% em açúcar, gordura ou sódio em relação ao produto original
ZERO	Alimentos zero não possuem algum tipo de nutriente na composição, como sódio ou açúcar.



Figura 62 – Principais diferenças entre alimentos diet, light e zero.

Fonte: Adaptado de <http://blog.saude.mg.gov.br/tag/light/> e <http://bymarina.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-o-alimento-light-e-diet/>

## Conheça diferentes tipos de açúcar de cana e como usá-los:

### Açúcar cristal

Tem como característica os cristais grandes, transparentes ou levemente amarelados. E possui praticamente as mesmas propriedades do açúcar refinado. Existe também o açúcar cristal colorido. É perfeito para preparar receitas e adoçar líquidos e para uso decorativo em pães, docinhos e biscoitos.



### Açúcar invertido (trimoline)

Tem aparência igual a de um xarope, que é exatamente o que ele é. Em uma reação da sacarose, o açúcar tradicional, com água e calor, a molécula se quebra e se divide em glicose e frutose – e adicionam sucrose a essa mistura. É usado comumente para fazer balas e biscoitos, pois ele impede a cristalização e funciona como um “conservante”. Está à venda em lojas de confeitaria.



### Açúcar refinado

Este é o açúcar mais utilizado na culinária – e o mais comum de ser encontrado nos supermercados. Sua fórmula é composta por grãos finos e irregulares que são fáceis de serem dissolvidos e misturados. No processo de fabricação, são adicionados produtos químicos para que ele fique branquinho e saboroso. Porém, ocorre a perda de vitaminas e sais minerais.



### Açúcar Venille (ou baunilhado)

É um açúcar que contém vanilina, um produto químico com aroma e sabor de baunilha. Perfeito para preparar biscoitinhos caseiros e bolos simples sem recheio. É mais difícil de ser encontrado no mercado, mas uma dica para obter um resultado parecido em casa é adicionar uma colher (café) de essência de baunilha para cada colher (sopa) de açúcar refinado na receita.



### Açúcar de confeitador

Também conhecido como glaçúcar, é ideal para o preparo de chantilly, coberturas e glacês mais homogêneos, pois possui grãos superfinos que permitem uma mistura mais eficaz, mesmo a frio. No processo de fabricação, o refinamento é sofisticado e inclui a adição de amido para evitar que os microcristais se juntem novamente.



### Açúcar impalpável

Apesar de ser parecido com o açúcar de confeitador, o impalpável é ainda mais fino e também conta com a adição de amido de milho em sua composição. Normalmente, é bem utilizado na confeitaria, principalmente para fazer deliciosos macarons, os docinhos franceses. A boa notícia é que dá para fazer em casa: basta adicionar 2 colheres (sopa) de amido de milho para cada xícara (chá) de açúcar de confeitador e bater a mistura no liquidificador.





### Açúcar mascavo

É um açúcar escuro, úmido e de sabor forte, pois é extraído depois do cozimento do caldo da cana. Ele conserva o ferro, o cálcio e outros sais minerais. Por ter um gosto bem parecido com o do caldo da cana, não agrada a todos os paladares. É um açúcar bastante recomendado por nutricionistas por possuir mais nutrientes do que os outros e ter um preço acessível. Fica gostoso se você utilizar o açúcar mascavo em tortas, bolos e pães.



### Açúcar demerara

É um açúcar com sabor mais intenso e que tem o processo de fabricação bem parecido com o açúcar cristal – mas não recebe aditivos químicos. Os grãos têm aparência marrom-claro ou caramelo e são levemente mais úmidos, devido ao alto teor de melaço de cana que o envolve. É difícil de ser dissolvido e é perfeito para preparar pães e biscoitos.



### Açúcar orgânico

Nesse tipo de açúcar, não são utilizados ingredientes artificiais ou agrotóxicos em nenhuma etapa do ciclo de produção. Ele também tem o mesmo poder de adoçante do açúcar refinado – porém, é mais caro, mais grosso, mais escuro e preserva parte de seus nutrientes.



### Açúcar gelado

Se você é fã dos donuts, aquelas rosquinhas recheadas deliciosas, então provavelmente também adora o açúcar gelado! Ele é polvilhado em cima do doce e, por conta de sua composição, não derrete e também pode ser congelado. Uma pena que não seja possível fazer o açúcar em casa, mas você pode achá-lo em lojas especializadas.



### Açúcar light

É mais doce do que o açúcar refinado, porém o índice calórico é muito mais baixo. Um cafezinho, por exemplo, precisa de seis gramas de açúcar refinado e dois gramas do light para ficar com o mesmo sabor. Por conter sacarose (açúcar comum), não é indicado para diabéticos. Bom para preparar receitas de mousse, gelatinas e até saladas.



### Açúcar líquido

Esse tipo de açúcar é bastante usado em indústrias alimentícias para o preparo de bebidas gasosas, doces, balas e é difícil ser encontrado em supermercados. Para preparar em casa, basta dissolver o açúcar refinado em água. É bom para preparar caldas e coberturas de sobremesas.



### Glicose ou glucose

O principal uso da glicose na culinária, e na confeitaria, ainda mais, é impedir que o açúcar forme aquela crosta cristalizada em volta do doce. Isso porque ela tem um ponto de congelamento baixo, o que ajuda a não deixar brigadeiros duros, por exemplo. Fácil de achar, também aparece como xarope de milho.



### Mas afinal qual açúcar devo usar?

É importante lembrar que todos os tipos de açúcares, mesmo os naturais e orgânicos, devem ser consumidos com moderação! A decisão de optar por um tipo de açúcar é muito pessoal. Nossa sincera opinião é que, se você possui problemas de saúde, quer emagrecer ou apenas manter-se saudável e em forma, procure um profissional da nutrição, o qual saberá, com base em análise das respostas do seu metabolismo, orientá-lo(a) sobre a ingestão de alimentos e lhe indicará o tipo de açúcar mais adequado.

### O PROCESSO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DO AÇÚCAR

A cana cortada na lavoura deve cumprir um ciclo de, no máximo, 40 horas, até ser processada, sob o risco de perder o teor de sacarose, ficando claro que a produção de açúcar necessita de técnicas e cuidados durante todas as suas etapas (figura 60):

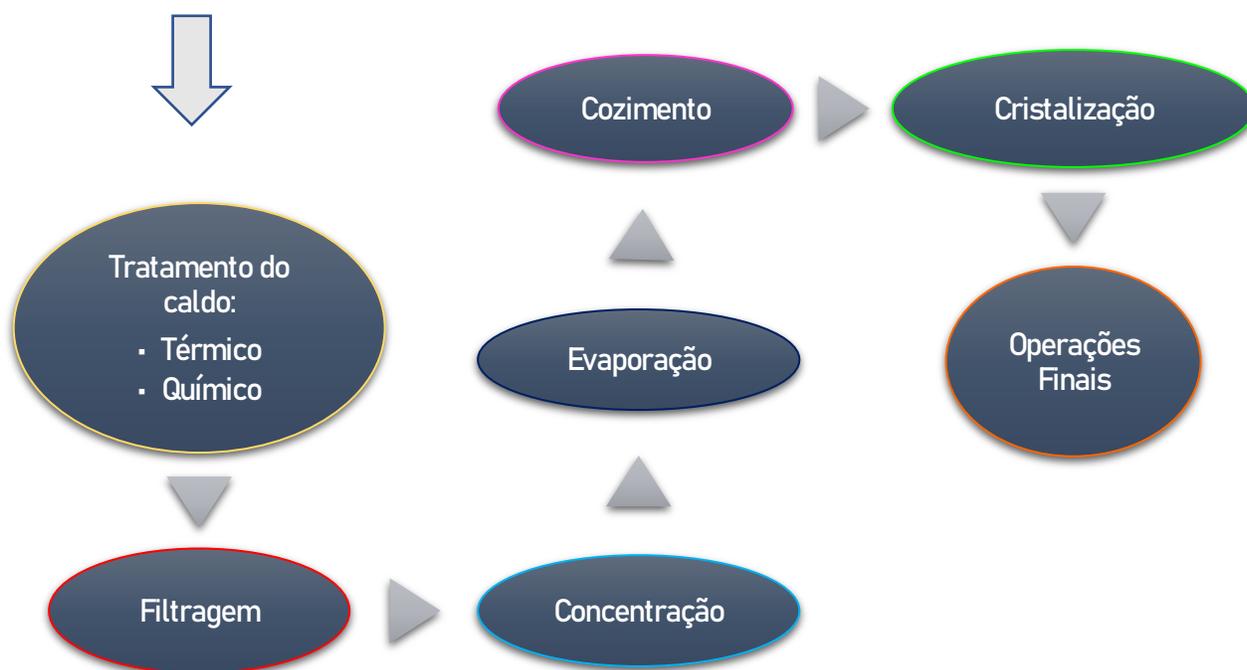


Figura 63 – Esquema das etapas de produção industrial do açúcar.  
Fonte: as autoras.

## 1. O TRATAMENTO DO CALDO

Várias técnicas de tratamento do caldo são utilizadas nas usinas de açúcar, nas quais todos utilizam cal como agente principal que atua como alcalinizante (torna a solução básica), floculante (formam-se flóculos que carregam a sujeira) e precipitante (formam-se sólidos na solução dos chamados precipitados). É um tipo de purificação de baixo custo. A cal, em condições ambiente, é um sólido branco e alcalino (ou seja, não é ácido). É obtida pela decomposição térmica de calcário e geralmente é utilizada na construção civil.

No tratamento químico, o caldo recebe cal, a fim de flocular os coloides. Para um bom entendimento do processo de calagem, é preciso conhecer exatamente as reações que ocorrem. O CaO reage com H<sub>2</sub>O para formar cal hidratada, por meio de uma reação exotérmica, conforme segue:



Quando uma certa quantidade de leite de cal é adicionada ao caldo misto aquecido, a formação de precipitados pode ser observada - no começo, em pequena quantidade, mas com partículas muito volumosas.

O leite de cal é uma solução com muito cálcio, em suspensão, e pouco, em solução. O volume de água necessário para obtenção de uma suspensão grosseira de cal é da ordem de três a quatro vezes o volume desse reagente. Nas usinas, pode ser preparado por diversos processos.

Considerando-se que os íons de cálcio presentes na solução estão aptos a reagir imediatamente com o caldo, isto significa que a cal em suspensão deverá, primeiro, dissolver-se, para, depois, reagir. Durante a calagem, o fosfato de cálcio precipita-se, garantindo uma carga

### Coloides

Apresentam aspecto uniforme a olho nu, mas com instrumentos ópticos de maior resolução, apresentam-se com mais de uma fase. Ao serem floculados, acumulam-se e o seu volume aumenta.

### Reações exotérmicas

São aquelas que liberam energia, na forma de calor, durante uma reação química.

positiva que neutraliza a carga negativa das proteínas e outras partículas adsorvidas na superfície do “cristal” formado.

Continuando a adição de cal, maior formação de flocos pode ser observada, favorecendo, inclusive, a sedimentação. Após certo tempo de sedimentação, o precipitado vai ao fundo e o caldo torna-se claro. As impurezas suspensas concentram-se no fundo.

Essas alterações do caldo misto, resultantes da adição de cal e do aquecimento, são de natureza físico-química.

---

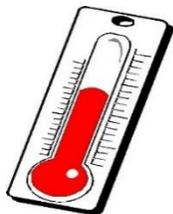
*A calagem objetiva aumentar o pH do caldo pela adição de cal e garantir a presença de íons  $Ca^{2+}$ , que irão precipitar juntamente com o fosfato existente no caldo.*

---

Durante o tratamento térmico, o caldo misto é aquecido da temperatura de 90°C até 105°C. Seu sistema de aquecimento é composto por vários trocadores de calor, funcionando em série. Essa temperatura está adequada à decantação e pasteurização, isto é, praticamente, o caldo está isento de bactérias contaminantes não esporuladas. É posto em repouso, para que haja remoção das impurezas por floculação e posterior sedimentação.

#### Decantação

É um processo físico natural, que permite separar um material sólido ou líquido de outros materiais com densidades diferentes.



Um dos pontos a ser considerado é o controle da temperatura do caldo a clarificar, pois, se ele estiver aquecido acima do limite poderá aparecer cor durante o processo. Por outro lado, se a temperatura do caldo for baixa, prejudicará as fases de floculação e sedimentação dos coloides.

Portanto, além da temperatura, existem outros fatores para a obtenção de um caldo clarificado de qualidade: a qualidade e quantidade dos agentes clarificadores (cal), o controle do pH e o tempo de decantação.

### Filtração

É um outro tipo de processo de separação de materiais, pelo qual o sólido fica retido em um filtro, enquanto o líquido passa. Existem vários tipos de filtros com espessuras diferentes.

## 2. FILTRAGEM

No processo de decantação realizado na fase anterior, o caldo se separa em duas partes:

- a) caldo claro, que é sobrenadante;
- b) lodo, que se espessa no fundo do decantador.

O caldo claro segue para a destilaria, enquanto **o lodo deve ser filtrado**, para que separe o caldo do material precipitado, contendo sais insolúveis e bagacilho (bagaço fino).

## 3. CONCENTRAÇÃO

Essa fase visa à evaporação da maior parte de água contida no caldo.

As usinas usam exclusivamente evaporadores e cozedor a vácuo, os quais permitem concentrar caldo e xarope a temperaturas abaixo de 100°C. Pequenas usinas, entretanto, costumam fazer a evaporação em vasos abertos, aquecidos com vapor, e o cozimento com aparelhos a vácuo.

## 4. EVAPORAÇÃO

Não cabe, no âmbito deste livro, a descrição detalhada do processo de evaporação e dos aparelhos a vácuo. Daremos apenas ligeira ideia do assunto.

Existem vários tipos de evaporadores. Os evaporadores a vácuo (figura 61) são grandes vasos fechados, em número de dois a cinco, dispostos em linha e ligados de maneira especial. O caldo que está no primeiro vaso é aquecido, por meio de vapor injetado, mas não entra em contato com ele. Os vapores desprendidos do caldo em ebulição, no primeiro vaso, são levados para o segundo e fazem ferver o caldo. Os vapores desprendidos do caldo em ebulição, no segundo vaso, são levados ao terceiro, e, assim, sucessivamente, nas mesmas condições, até o último, no qual os vapores desprendidos, quando em ebulição, seguem para um condensador especial, onde rapidamente se condensam.

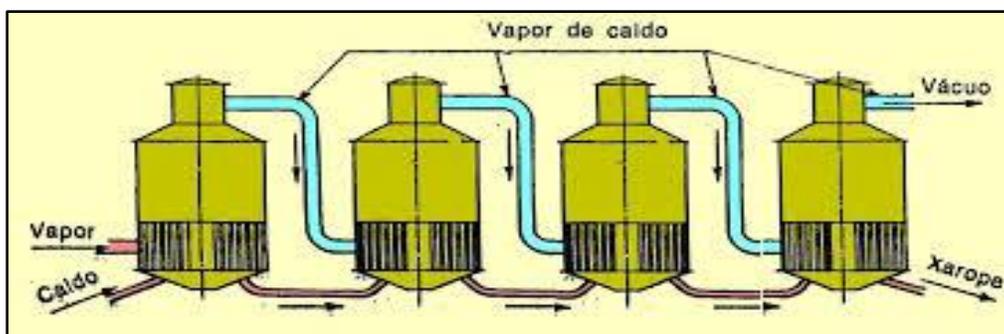


Figura 64 – Evaporadores a vácuo.

Fonte: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod\\_resource/content/1/a7\\_%20A%C3%A7%C3%BAcar\\_concentracao%202016.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod_resource/content/1/a7_%20A%C3%A7%C3%BAcar_concentracao%202016.pdf)

Sabe-se que 1Kg de vapor pode evaporar, praticamente, 1 Kg de água. Esse processo denomina-se **múltiplo efeito** e pode evaporar tanto mais água quanto maior for o número de vasos; veja tabela 2:

**Tabela 2. Quantidade de vapor necessária para evaporar a água do caldo no processo de múltiplo efeito**

Simples	1 Kg de vapor evapora	1 Kg de água
Duplo	1 Kg de vapor evapora	1,8 Kg de água
Triplo	1 Kg de vapor evapora	2,5 Kg de água
Quádruplo	1 Kg de vapor evapora	3 Kg de água
Quíntuplo	1 Kg de vapor evapora	3,4 Kg de água

Fonte: MARAFANTE, L. J. *Tecnologia da fabricação do açúcar e do álcool*. São Paulo: Ícone, 1993. 148 p. Adaptado da página 75.

Evaporadores de duplo efeito só existem em pequenas usinas. Os de quádruplo são os mais comuns; os quádruplos são raros e os de seis efeitos, ou mais, não compensam. A economia de quádruplo efeito em relação ao de um simples é de 2/3, ou seja, 66%.

## 5. COZIMENTO

Os cozedores são muito semelhantes aos vasos de múltiplo efeito, deles diferenciando, essencialmente, por trabalharem com simples efeito, independentemente uns dos outros.

O processo de cozimento existe em grande número e com muitas variantes, por causa da diversidade de condições locais, de tipos de açúcar desejados e de outros fatores.

Em resumo, podemos apresentar na figura 62 essas duas fases do processo de cozimento:

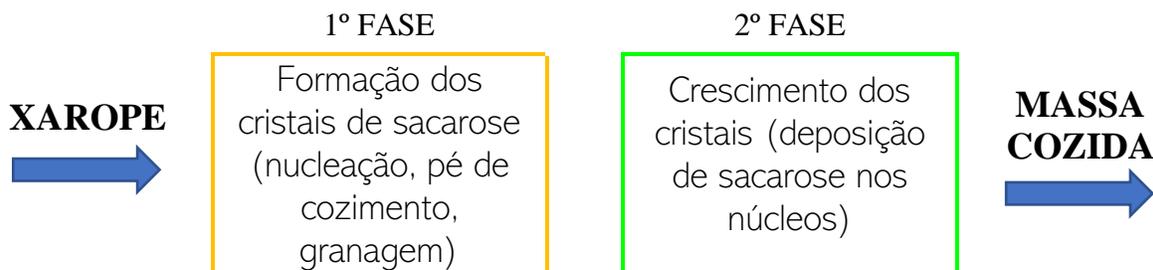


Figura 65 – Fases do processo de cozimento do caldo de cana-de-açúcar durante o processo de fabricação industrial do açúcar.  
 Fonte: Adaptado de [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod\\_resource/content/1/a7\\_%20A%C3%A7%C3%BAcar\\_concentracao%202016.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod_resource/content/1/a7_%20A%C3%A7%C3%BAcar_concentracao%202016.pdf).

O xarope proveniente dos evaporadores é colocado no cozedor, que é concentrado, até a supersaturação e aparecimento dos cristais de sacarose. Continuando a alimentação da massa supersaturada com xarope, os cristais vão crescendo e o volume total aumenta. Ao final, tem-se uma massa muito densa, chamada “massa cozida”, que contém os cristais de sacarose.

Chama-se de “coeficiente de saturação de sacarose” a relação, na mesma temperatura, entre a quantidade dessa substância solubilizada em dado peso de água, em solução impura, e no mesmo peso de água pura. O coeficiente de saturação da sacarose é, pois, maior do que 1, no suco de beterraba, e menor do que 1, no caldo de cana.

## 6. CRISTALIZAÇÃO

A massa é descarregada nos “cristalizadores”, vasos geralmente abertos e providos de dispositivos para movimentá-la - onde se resfria e completa a cristalização.

Antigamente separavam-se os cristais de açúcar do mel, colocando-se a massa cozida em formas ou barris de madeira, com paredes bem inclinadas e fundo perfurado. No fim de alguns dias, o mel tinha-se escoado pelas perfurações do fundo, ficando os cristais retidos. Como se pode facilmente perceber, tal processo é caro e moroso, entretanto, é praticado ainda em alguns engenhos.

Modernamente, as usinas utilizam, para separar o açúcar do mel, unicamente, turbinas, aparelhos que fazem essa dissociação em apenas alguns minutos.

A massa cozida, após ter completado sua cristalização, é turbinada e dá origem ao açúcar e a um mel, que possui sacarose recuperável por nova cristalização (recristalização), em outro cozimento. Para se chegar a um completo esgotamento, isto é, ao ponto de inexistência de sacarose recuperável, podem ser necessários de três a quatro cozimentos sucessivos, que são chamados de 1, 2, 3, e 4. As massas cozidas correspondentes a esses cozimentos também recebem a mesma nomeação.

### Recristalização

Também chamado de extração por cristalização. É um processo físico natural, baseado na diferença de solubilidade de substâncias presentes em materiais, utilizando-se da variação dessa propriedade com a temperatura.

## 7. OPERAÇÕES FINAIS

Quando a usina refina o açúcar, após a **secagem**, ele é **armazenado**, a **granel**, em silos, contêineres ou *big bag* de 900 a 1200 kg, sobre estrados de madeira e com ventilação mínima, principalmente em lugares onde a umidade relativa é alta. Normalmente, porém, é **ensacado** ao mesmo tempo em que é **pesado**. No Brasil, o peso padrão dos sacos de açúcar é de 60 Kg, variando, no exterior, conforme a região açucareira, de 50 a 125 Kg.

Por fim, o açúcar está disponível para a **compra e venda**. No Brasil, o aspecto do açúcar é, praticamente o único elemento levado em consideração pelo comércio. No exterior, há vários sistemas de classificação: *dutch standard* (padrão holandês) – baseia-se exclusivamente na cor; pela polarização – é um critério mais racional; pelos colorímetros – células fotoelétricas medem as forças das correntes elétricas, geradas por luzes de diferentes intensidades; *net 'análise* – antigo sistema que se baseia em que cada parte dos redutores retém na refinação, uma parte de sacarose, e que uma parte de cinzas retém cinco de sacarose. Assim, tendo-se um preço base para a *net 'análise* padrão, estabelece-se uma escala de preços para os diversos graus ou acima dela.

## CURIOSIDADES

Um silo é um recinto com a finalidade de armazenamento e estocagem de produtos. Pode estar situado nas fazendas, nos portos, em empresas, geralmente em locais de fácil acesso junto a cidades, rodovias, ferrovias ou hidrovias. A foto da figura 63, mostra um silo de armazenagem localizado no porto de Santos-SP; observe que ele tem fundo plano, comum, para acondicionar o açúcar já ensacado ou em bag's. Nesse caso, as pilhas devem ser altas e grandes, apresentando a menor superfície de exposição possível.



*Figura 66 - Silo no Porto de Santos com armazenamento de açúcar ensacado.*

*Fonte: <http://www.temposemovimentos.com.br/noticia/evento-em-pleno-porto-de-santos-2887>*

Entretanto, para os silos graneleiros - aqueles que têm depositados no seu interior açúcares sem estarem ensacados - por exemplo -, é mais prático que ele tenha o fundo no formato de funil (figura 64), para facilitar o escoamento do produto, caso contrário, é preciso o uso de ferramentas e até tratores para a retirada do produto (figura 65). Assim, geram custos mais altos para a produção, sem contar com as maiores possibilidades de contaminação do açúcar.



*Figura 68 - Silo com fundo em formato de funil*  
*Fonte: <https://br.depositphotos.com>*



*Figura 67 – Silo de fundo plano com armazenagem de açúcar a granel.*

*Fonte: <https://youtu.be/-e7RiL8FeD8>*

## CAPÍTULO 6 – ÁLCOOL, UM AÇÚCAR TRANSFORMADO

O álcool é muito conhecido, pois faz parte do dia a dia das pessoas, de duas maneiras, diretamente: como **combustível**, para meios de transporte e, desde a pré-história, como o ingrediente mais famoso de **bebidas alcoólicas**, como a cerveja, o vinho e a cachaça. Contudo, ele é também matéria-prima industrial, que, de forma indireta, está presente em muitos outros materiais do nosso cotidiano, sendo largamente utilizado para fazer perfumes, materiais de limpeza, tintas, solventes e muitos outros produtos.

Os álcoois são substâncias orgânicas, cujas moléculas possuem uma ou mais hidroxilas (-OH) ligadas a átomos de carbono saturados (que realizam somente ligações simples) de uma cadeia carbônica. Então, tem-se o grupo funcional: **álcool**.

As moléculas dos açúcares: glicose e frutose, apresentadas nos capítulos anteriores e que, por sua vez, compõem a sacarose, são ótimos exemplos nos quais podemos observar a presença da função álcool (tabela 4):

**Tabela 4. Identificação da função álcool nas moléculas de glicose e frutose**

<p><b>R-OH</b> <b>Função Álcool</b></p>	<p><b>Glicose</b>                      <b>Frutose</b></p>
---	---

*Fonte: as autoras.*

Um álcool pode ser classificado de duas formas:

- De acordo com o número de hidroxilas:

**Tabela 5. Nomenclatura de álcoois conforme o número de hidroxilas**

1 hidroxila (-OH)	2 hidroxilas (-OH)	Mais de 3 hidroxilas (-OH)
álcool ou monoálcool	“Glicol” ou “diol”	Poliol ou poliálcool
Ex.: Metanol, etanol	etilenoglicol	Glicerina, sorbitol, xilitol

*Fonte: as autoras.*

- ou de acordo com a posição das hidroxilas: álcool primário (tem a hidroxila ligada a carbono primário), secundário (tem a hidroxila ligada a carbono secundário) e terciário (tem a hidroxila ligada a carbono terciário).

### Etanol, álcool ou álcool etílico?



Figura 69 – Álcool combustível.

Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/bio-combustiveis.htm>



Figura 70 – Álcool etílico.

Fonte:

<https://comidasebebidas.uol.com.br/listas/cachaca-veja-doze-mitos-e-verdades-sobre-a-bebida.htm>



Figura 71 – Álcool gel.

Fonte: <https://buskakinews.com.br/anvisa-proibe-venda-de-duas-marcas-alcool-gel-antisseptico/>



Figura 72 – Álcool de uso doméstico.

Fonte: <http://www.dentalparametro.com/produto/biosseguranca/alcool-etilico-928-1-litro/>

Assim como há confusão entre os termos “açúcar” e “carboidratos”, acontece também com o “álcool” e o “etanol”, por usarmos o termo álcool, de forma genérica, para todos os produtos que contenham o composto.

Usualmente para se referir ao álcool comum combustível (figura 66), usa-se o termo etanol, ou, simplesmente, álcool comum, sendo chamado assim porque é o tipo de álcool mais usado. Para as bebidas alcoólicas (figura 67) usa-se o termo álcool etílico. Aos materiais de uso antisséptico, usa-se o termo álcool gel ou álcool setenta (figura 68). E, aos demais, como os produtos de limpeza, tintas e qualquer outro produto que contenha o composto, usa-se apenas o termo álcool (figura 69).

Se chamamos vários compostos orgânicos com o nome genérico “álcool”, então, também podemos ingerir qualquer tipo? Definitivamente a resposta é: Não! Ingerir qualquer tipo de álcool pode ser perigoso para a nossa saúde. Entenda o porquê...

Entre os compostos orgânicos, o etanol, por exemplo, faz parte da família dos álcoois. Seu nome deve-se à junção do prefixo "etano", comum a todos os compostos orgânicos com dois átomos de carbono em sua cadeia, com o sufixo "ol", relativo a todos os álcoois que possuem apenas uma hidroxila em sua formação.

Dessa forma, não é inteiramente correto chamar o etanol apenas de "álcool", justamente para não causar essa confusão com as nomenclaturas, nem ingerir qualquer composto orgânico com a função álcool. Em seu estado puro, o álcool é altamente tóxico, já, em misturas de baixo teor, ele pode ser ingerido pelo ser humano, de forma moderada.

## CURIOSIDADES

Existe uma grande preocupação com o consumo excessivo de bebidas alcoólicas. Descobertas na ciência relatam os perigos da ingestão de grandes quantidades de álcool, que pode ocasionar danos irreversíveis ao cérebro, ao fígado e ao coração. A charge se refere ao apelido dado às pessoas com hábito de se embriagarem, os bebedores, também conhecidos como “pés-de-cana”. Essas pessoas que ingerem bebidas alcoólicas em excesso correm sérios riscos de desenvolverem doenças graves. Cuidado com a sua saúde!



Figura 73 - Charge de um "pé-de-cana".  
Fonte: desconhecida.

## **Etanol - o álcool combustível**

Dentre todos os álcoois, o etanol é o mais comum de ser obtido, por isso, é o mais conhecido e utilizado dentre todos os álcoois. Entenda: usaremos esse termo **etanol**, para inferir o sentido de álcool combustível.

Sua composição é de 52.24 % de Carbono, 13.13 % de Hidrogênio e 34.73 % de Oxigênio.

Dentre os compostos químicos, o etanol é considerado um **composto orgânico**, que são aqueles formados por cadeias de carbono. Isso faz com que ele seja encontrado mais facilmente em estado líquido ou gasoso, ao contrário dos compostos inorgânicos, como os minerais, que, em seu estado natural, costumam ser sólidos.

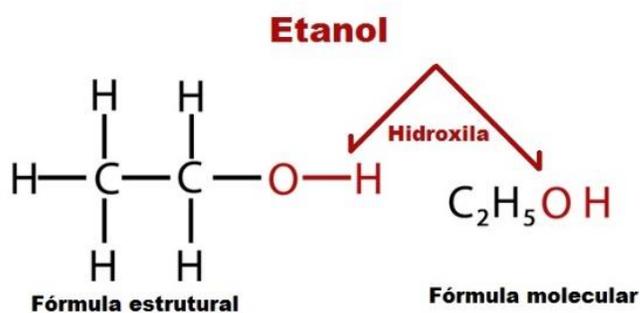


Figura 74 – Fórmulas estrutural e molecular do etanol.

Fonte: <https://www.saberatualizado.com.br/2016/11/bebidas-alcoolicas-causam-cancer.html>

Por possuir poucos elementos químicos em sua formação (figura 71) e cadeia com apenas dois átomos de carbono, o **etanol** é um composto orgânico muito leve, e o mais leve dos combustíveis comuns, se comparado com a gasolina, que possui cadeias entre quatro e doze carbonos, e com o diesel, que possui mais de doze carbonos. Isso faz com que ele seja mais fácil de ser obtido e que, teoricamente, polua menos, fato que depende também da tecnologia empregada no motor dos veículos.

Quando vamos abastecer nosso carro com etanol, abastecemos o tanque com álcool hidratado (etanol + água), pois, dentro daquela mistura, há uma porcentagem, mesmo que mínima, de água. Politicamente, existe a questão da

## ANIDRO OU HIDRATADO?

O etanol hidratado é o etanol comum, vendido nos postos, enquanto o etanol anidro é aquele misturado à gasolina. A diferença entre os dois diz respeito à quantidade de água presente em cada um deles. O etanol hidratado combustível possui em sua composição entre 95,1% e 96% de etanol e o restante de água, enquanto o etanol anidro (também chamado de etanol puro ou etanol absoluto) possui pelo menos 99,6% de graduação alcoólica. Dessa forma, o álcool anidro é praticamente etanol puro. A palavra anidro tem origem grega e significa "sem água" (a = não e hidro = água). Além de combustível, o etanol hidratado também está presente em cosméticos, produtos de limpeza, antissépticos, vinho, cerveja e outros líquidos, em graduações alcoólicas que variam de produto a produto.

limitação de porcentagem de água dentro do etanol. No Brasil, o álcool hidratado pode ter 20% de água, diferentemente de outros países, que estabelecem o nível máximo como 5 ou 10%. O álcool deve ser hidratado, mas não muito, para que não prejudique o motorista e o faça reabastecer constantemente e acabar sendo enganado com um tanque que está 20% cheio de água.

A partir da temperatura de 13 °C, o etanol começa a emitir vapores que, em contato com outras fontes de calor, possibilita que ele entre em combustão. Essa marca (figura 72) é chamada de **ponto de fulgor**, o que não significa que ele necessariamente pegue fogo nesse ponto, apenas indica que há chances de isso acontecer, caso um agente externo reaja sobre ele. Já seu **ponto de autoignição**, temperatura mínima para que a combustão ocorra sempre, mesmo sem o contato direto com uma fonte de calor, é de 363 °C. É por isso que, em baixas temperaturas, o álcool combustível não funciona dentro do motor, pois os automóveis se movimentam com a energia proveniente da queima dos combustíveis. Abaixo dos 13° C, o etanol perde sua capacidade de combustão e se torna inutilizável como combustível.



Figura 75 – Representação dos pontos de fulgor, combustão e ignição em relação a temperatura.

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/2582775/>

## Mas de onde vem o etanol?

O etanol não é um produto encontrado de forma pura na natureza. Para produzi-lo, é necessário, primeiramente, extrair o álcool de outras substâncias (figura 73). A forma mais simples e comum de obtê-lo é por meio das moléculas de açúcar.

A produção de etanol por base de açúcares, como é o caso da cana-de-açúcar, é mais simples do que quando comparada com a produção por meio de materiais amiláceos, como o trigo e o milho, e celulósica, como o bagaço da cana. Observe, no esquema ao lado, nos casos de matérias amiláceas, ou celulósicas, há a necessidade da transformação da matéria-prima em açúcares simples por ações enzimáticas, enquanto, na cana, os açúcares já estão disponíveis na biomassa (BNDES; CGEE, 2008).

Portanto, a cana-de-açúcar se faz um ótimo tema para entendermos vários conceitos químicos, principalmente a função carboidrato e a função álcool. O açúcar do tipo sacarose, abundante na cana-de-açúcar, além de ter a função álcool presente na sua estrutura, pode também se transformar em um álcool, do tipo etanol. O processo de transformação do açúcar em álcool é denominado **fermentação alcoólica**.

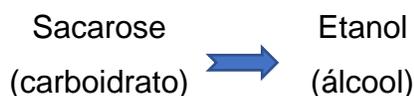


Figura 76 – Esquema das vias de extração de três diferentes biomassas (açúcar, amido e celulose) para obtenção de etanol.  
Fonte: as autoras

## O PROCESSO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO ETANOL

Relembramos que, desde o preparo do solo, até as etapas de preparo da cana, na usina, o processo não difere em nada. Entretanto, para a produção do açúcar, o caldo é refinado; já, para a **produção de etanol**, o caldo deve seguir para outras etapas e ser **fermentado**.

Após a cana estar moída e o caldo filtrado, completamente puro, é necessário aquecê-lo, a fim de degradar suas proteínas, gerando menores espumas nas dornas, que são os recipientes nos quais os mostos (caldo) são submetidos ao processo fermentativo.

### 1. FERMENTAÇÃO DO MOSTO

Esse processo pode acontecer de duas maneiras:

- pela mistura de caldo e melaço (mel), que é proveniente da produção do açúcar. Tal mistura é frequentemente utilizada no Brasil, visto que a maioria das usinas no país produzem açúcar e etanol na mesma unidade;
- ou, ainda, pode acontecer pela ação de leveduras, que são adicionadas ao caldo, quando se mistura um fermento biológico com leveduras (fungos, sendo mais comum a levedura de *Saccharomyces cerevisia*).

Sendo a sacarose um açúcar mais complexo, isto é, composto por uma molécula de glicose e uma de frutose, antes de ser transformada em álcool, deverá ser desdobrada em seus componentes mais simples, pois a levedura não é capaz de utilizá-la em sua forma integral. Essa degradação da sacarose é denominada hidrólise, e é levada a efeito pela enzima invertase, a qual é produzida pela própria levedura.

Dessa transformação resultam glicose e frutose, as quais são imediatamente fosforiladas (uma molécula de fósforo se une ao açúcar). Essas moléculas fosforiladas podem tomar várias vias, inclusive a via glicolítica, dando formação ao ácido pirúvico (piruvato) e à energia na forma de ATP (trifosfato de adenosina). Na ausência de oxigênio, o piruvato é transformado em etanol. Dessa forma, a presença ou ausência de oxigênio controla a produção de álcool pela levedura.

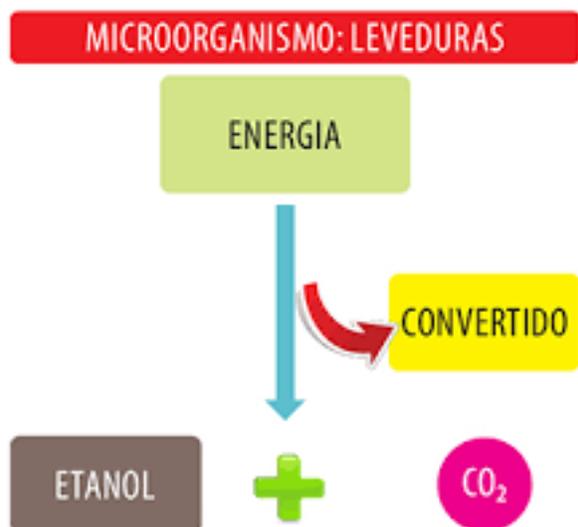


Figura 77 – Resultados do processo de fermentação do mosto de cana-de-açúcar.

Fonte: <http://www.universiaenem.com.br/sistema/faces/pagina/publica/conteudo/texto-html.xhtml?redirect=28736158225172751176261255178>

Além do etanol e  $\text{CO}_2$ , são formados, também, durante a fermentação, alguns produtos secundários, resultados de desvios do metabolismo principal, como, por exemplo, o óleo fúsel, o glicerol, alguns ácidos e a própria levedura, que pode gerar mais levedura no processo, ou, ainda ser obtida a partir da secagem do resíduo da fermentação e destinada a outros fins. O gás (dióxido de carbono) pode ser recuperado (no caso de dornas fechadas) ou simplesmente escapar para a atmosfera (no caso de dornas abertas).

Durante o processo de fermentação, há uma elevação da temperatura, por conta da liberação de calor das reações químicas, obrigando, assim, o emprego da refrigeração para manter baixa a temperatura na faixa ótima para atividade da levedura alcoólica, a qual deve ser de 32 a 35 °C.

## CURIOSIDADES

O calor é uma das formas de energia mais comum que se conhece. Essa energia que vem das reações químicas é decorrente do rearranjo das ligações químicas dos reagentes, transformando-se em produtos. Essa energia armazenada é a ENTALPIA (H).

A **termoquímica** é uma parte da Química que faz o estudo das quantidades de calor liberadas ou absorvidas durante as reações químicas, podendo ser de dois tipos:

- ENDOTÉRMICA: absorvem calor

- EXOTÉRMICA: liberam calor

## 2. DESTILAÇÃO DO MOSTO FERMENTADO

O próximo passo é separar da mistura o etanol do mosto fermentado. Nesse caso, então, o líquido misturado é destilado. O processo de destilação industrial é largamente utilizado na sociedade em que vivemos. Varia-se a quantidade de colunas de destilação, algumas com 8 metros de altura, onde o álcool é evaporado e condensado em uma série de 90 bandejas superpostas.

O biocombustível resultante da destilação encontra-se na forma hidratada, uma mistura binária álcool-água. Mais conhecido como etanol, este biocombustível também pode ser chamado de álcool hidratado. É empregado com o objetivo de substituir combustíveis de origem fóssil, trazendo benefícios ao meio ambiente, não só pela preservação desses recursos, como também pela redução de gases que causam o efeito estufa.

### 3. DESIDRATAÇÃO

Com o álcool hidratado preparado, basta retirar o restante de água contido nele, para se fazer o álcool anidro. Essa será a etapa da desidratação, na qual podem ser utilizadas diversas técnicas.

A desidratação é uma reação de eliminação, na qual a molécula que se perde é a da água. Uma das técnicas para a realização dessa etapa é a desidratação por adição de solvente: um solvente é colocado junto ao álcool hidratado, o qual se mistura apenas com a água, e, conseqüentemente, os dois (solvente e água) são evaporados juntos, restando apenas o álcool anidro, com graduação alcoólica, em cerca de 99,5%.

#### Destilação

É um processo físico de separação de misturas homogêneas, geralmente entre líquidos. Esse processo é baseado na diferença da temperatura de ebulição. Quando a mistura é aquecida, o líquido que possui menor ponto de ebulição evapora primeiro, ou seja, muda do estado líquido para o gasoso, passando por uma coluna e chegando até o condensador, onde retorna ao estado líquido e é coletado separadamente.

O uso do álcool anidro está relacionado aos combustíveis, portanto, é mais adequado ser chamado de etanol anidro. Comumente ele é misturado à gasolina (figura 75).

Existem outros sistemas, além da desidratação por adição de solvente, chamados peneiração molecular e pervaporação; ambos utilizam tipos especiais de peneiras que retêm apenas as moléculas da água, mas pouco utilizados industrialmente.

#### 4. ARMAZENAMENTO

Nesta etapa, o etanol anidro e o etanol hidratado são armazenados em enormes tanques, até serem levados por caminhões que os transportam até as distribuidoras.

O álcool utilizado para outros produtos, como as bebidas, cosméticos, solventes, produtos de limpeza, etc, são obtidos da mesma maneira que o álcool combustível, passando, posteriormente, por outros processos que o transformam no produto final.

O álcool gel, por exemplo, possui 70 % de etanol, concentração mais adequada para ação como desinfetante, e é menos inflamável que o álcool etílico, líquido vendido de forma convencional com concentração de 96%. No caso do etanol, é de 96° GL (Gay-Lussac).

### **Você sabia que existe uma medida própria para mensurar o teor alcoólico de um líquido?**

O grau GL, ou grau Gay-Lussac, é a porcentagem em volume de um dos componentes da mistura. Uma amostra de álcool com 96 °GL tem 96% em volume de álcool e 4% em volume de

#### Reações orgânicas de eliminação

São aquelas em que átomos ou grupos de átomos de uma molécula são retirados ou eliminados dela, criando-se um **novo** composto orgânico, além de um composto inorgânico, que é formado pela parte que foi eliminada.



Figura 78 – Álcool anidro misturado a gasolina.  
Fonte: <https://educacao.uncomo.com.br/artigo/qual-a-diferenca-entre-alcool-anidro-e-hidratado-20472.html>

água. Existe também outra medida, o grau INPM (Instituto Nacional de Pesos e Medidas) que é a porcentagem em massa de uma das substâncias presentes numa mistura.

Agora que você já sabe que, quando se trata da massa do álcool, a referência é o °INPM e, quando se trata do volume, a referência é °GL, vamos falar das bebidas alcoólicas.

A produção do álcool combustível e da cachaça é praticamente igual. Na hora de fazer a pinga, entretanto, o caldo de cana purificado fermenta por vários dias e não horas. Além disso, como a cachaça tem um teor alcoólico de, no máximo, 50 °GL, ou seja, 50% de álcool e 50% da mistura com outros componentes, ela não precisa ser destilada tantas vezes.

### QUAL A DIFERENÇA ENTRE CACHAÇA E AGUARDENTE?

A **cachaça** é uma aguardente de cana-de-açúcar com graduação alcoólica de 38% a 48%, a 20 graus Celsius, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo. Caso não se enquadre nessa definição, a bebida não pode ser comercializada como cachaça e receberá a denominação de **aguardente de cana**. Por exemplo, um destilado de cana, com graduação alcoólica de 50% só pode ser chamado de aguardente de cana-de-açúcar. Ou seja, toda cachaça é uma aguardente, mas nem toda aguardente é cachaça.

Não podemos também chamar de cachaça outros destilados não providos da cana. Um destilado de caju é uma aguardente de caju e, não, uma cachaça de caju. E, ao adicionarmos ervas e/ou especiarias na cachaça, não é possível comercializá-la, como cachaça, mas, sim, como uma aguardente composta.

Vale lembrar também que a cachaça pode ser chamada popularmente por diversos apelidos carinhosos, como água-que-passarinho-não-bebe, bafo-de-tigre, danadinha, marvada, talagada, e muitos outros sinônimos.

*Fonte: Mapa da Cachaça, categorias: Artigos, Você Sabia. 5 de setembro de 2011.*

A cachaça (figura 76) e a cultura caipira são galhos da mesma árvore plantada no coração do Brasil. Não se pode negar a relação histórica e cultural entre o brasileiro e a cachaça.

É uma bebida genuinamente brasileira, matéria-prima para a caipirinha, um dos drinques mais consumidos e preferidos em todo o mundo.

A cachaça apresenta teor de etanol entre 38% e 54% em volume (°GL), na temperatura de 20 °C, obtida pela destilação do caldo de cana-de-açúcar fermentado.

Com a cana é possível produzir outros tipos de bebidas alcoólicas, além da cachaça:

- O **rum** é uma bebida produzida a partir da cana-de-açúcar. Ele é fermentado de melaço ou qualquer sumo de cana-de-açúcar, destilado a 95% em volume de álcool, e, em seguida, engarrafado em 40%. Alguns rums são engarrafados frescos, mas a maioria é envelhecida em barris de carvalho por, pelo menos, um ano, e algumas marcas premium por até 30 anos. Como qualquer destilado, o rum para de envelhecer, quando é engarrafado.
- O **guaro** é originário da Costa Rica, e destilado, a partir de suco de cana-de-açúcar, em vez de melaço. É uma bebida clara, destilada até um grau de pureza, elevado antes do engarrafamento.
- O Uísque mekong é um destilado de marca incomum, produzido na Tailândia, desde 1941. Ele é pouco conhecido nas Américas, exceto por aqueles que viajaram ou serviram no sudeste asiático. Apesar do nome, a bebida tem mais em comum com o rum ou guaro do que com o uísque verdadeiro. Ela é fermentada a partir de uma mistura de 95% de sumo de cana-de-açúcar e 5% de arroz, com a adição de uma mistura de ervas locais.



Figura 79 - Cachaça.

Fonte: <http://www.sabedoriaglobal.com.br/wp-content/uploads/2012/09/copo-4.jpg>

## CAPÍTULO 7 - PLÁSTICO VERDE, UM ÁLCOOL EVOLUÍDO

Há quem diga que a humanidade, que já vivenciou as idades da Pedra Lascada, da Pedra Polida e dos Metais, encontra-se, atualmente, na era dos plásticos.

Leves e resistentes, práticos e versáteis, duráveis e relativamente baratos, eles são uma das expressões máximas da ideia de tecnologia a serviço do homem. Contudo, em virtude da sua não degradabilidade e também da redução progressiva dos estoques naturais de matérias-primas, eles podem representar uma séria ameaça ao meio ambiente.

É sensato utilizar o petróleo, fonte de combustível e de matéria-prima que está em vias de esgotamento, para fabricar plásticos, cujo destino final é o lixão municipal? Mas, por outro lado, seria uma decisão inteligente proibir a fabricação desse tipo de material e viver sem o conforto que ele traz? Quanto disso tudo é verdade e quanto é invenção?

Enfim, existe um meio termo conciliador para todas essas e tantas outras questões polêmicas relativas aos plásticos, o plástico verde (figura 77) ou também conhecido como polietileno verde.



Figura 80 - O que é o plástico verde?

Fonte: <http://www.unicos.cc/de-vilao-a-mocinho-a-importancia-do-plastico-a-sociedade/#.XFH1SFxKhPY>

Isso mesmo, pode-se fabricar plástico, a partir da cana-de-açúcar! Uma das principais vantagens do polietileno verde é que, além de ser de origem renovável, ele é 100% reciclável e não contribui para o acréscimo de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. Esse gás é o principal causador do aquecimento global e é produzido pelos combustíveis fósseis. Já no caso do plástico verde, ele pode contribuir para a redução do aquecimento global, tendo em vista que as plantações de cana-de-açúcar realizam fotossíntese, absorvendo o CO<sub>2</sub> da atmosfera.

É importante ressaltar que, mesmo quando incinerado, o polietileno do etanol da cana-de-açúcar é praticamente neutro em relação ao CO<sub>2</sub>. Assim, depois de usados e descartados, esses plásticos podem ser incinerados para geração de energia, economizando no uso de combustíveis fósseis.



## CURIOSIDADES

Com 3 kg de açúcar e 17,1 kg de bagaço, pode-se obter, por exemplo, 1 kg de plástico biodegradável derivado da cana, utilizando-se como solventes outros subprodutos da usina.

Infelizmente, o polietileno verde não é biodegradável. Mas pode ser classificado como um bioplástico, pois, de acordo com a definição da *European Bioplastics Association*, plásticos produzidos a partir de fontes renováveis e/ou plásticos biodegradáveis são classificados como bioplásticos ou biopolímeros.

A palavra plástico deriva do grego *plastikós*, que significa “relativo às dobras do barro”. Em latim, transformou-se em *plasticu*, assumindo o significado de “que pode ser modelado”.

Ele pode assumir a forma de garrafas, vasos, pratos, caixas, sacos, fios etc. Alguns plásticos são maleáveis apenas no momento da fabricação do objeto e precisam ser moldados nesse momento e recebem o nome de *termorrígidos* ou *termofixos*. Por outro lado, a grande maioria dos plásticos é facilmente remodelável, quando elevamos a temperatura. Nessas condições, ocorre o amolecimento, ou, até mesmo, a sua completa transformação em fluido. Materiais desse tipo são chamados *termoplásticos*, ou seja, podem ser modelados, quando aquecidos.

Quimicamente falando, o plástico mais conhecido e utilizado no Brasil é o polietileno. Esse plástico é obtido pela polimerização do etileno (matéria-prima proveniente do petróleo ou do etanol de cana-de-açúcar), processo que pode ser assim representado:



Nessa polimerização, tomam parte muitas moléculas do reagente, que se unem, sucessivamente, formando uma macromolécula. No esquema apresentado, “n” é um número muito grande, que vai, em geral, de 500 a 100.000 moléculas de monômeros.

O polietileno verde é um plástico produzido, a partir do etanol de cana-de-açúcar, uma matéria-prima renovável, portanto, pode ser considerado um álcool evoluído, ao passo que os polietilenos tradicionais utilizam matérias-primas de fonte fóssil, como petróleo ou gás natural.

Por essa razão, o polietileno verde captura e fixa gás carbônico da atmosfera, durante a sua produção, colaborando para a redução da emissão dos gases causadores do efeito estufa (figura 78).



Figura 81 – Infográfico representando a colaboração da cana-de-açúcar para a redução de gases do efeito estufa.  
Fonte: <http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/PE-Verde-Produtos-e-Inovacao>

A constituição do polietileno verde é exatamente igual à do polietileno comum; mantém as propriedades, desempenho e versatilidade de aplicações dos polietilenos de origem fóssil - o que facilita seu uso imediato na cadeia produtiva do plástico. Por esse mesmo motivo, também é reciclável dentro da mesma cadeia de reciclagem do polietileno tradicional. A única diferença é a matéria-prima utilizada na sua produção (figura 79).



Figura 82 – Comparativo do polietileno de origem verde e o fóssil.

Fonte: <https://betaeq.com.br/index.php/2015/10/12/plastico-biodegradavel-x-plastico-verde/>

Portanto, para se fabricar um plástico do tipo polietileno, é preciso obter-se, primeiramente, o eteno, este que, por sua vez, pode ser de origem verde (no caso, proveniente da cana-de-açúcar) ou petroquímico, obtido do petróleo, ao final, resultando em um polímero de iguais propriedades físicas e químicas, se comparados.

Diante do exposto, muito provavelmente, você teve uma boa impressão do plástico verde. Pois se o plástico é verde, presume-se que ele tem características benéficas, ou menos nocivas ao meio ambiente. No entanto, será que é isso mesmo que acontece na prática? O plástico verde é produzido com matérias-primas provenientes de fontes renováveis, porém, não necessariamente biodegradáveis; ele foi criado, com o intuito de diminuir os impactos causados pela indústria petroquímica na produção e comercialização do plástico. Mas polui igualmente ao plástico produzido com polietileno comum.

Assim, direcionar o uso dos plásticos, de forma consciente, preocupando-se em optar pelos que são fabricados com matérias-primas renováveis e reciclar os resíduos que são gerados pelo nosso consumo refletirá uma mudança de hábitos, melhorando a qualidade de vida individual e coletiva.

## O PROCESSO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL DO PLÁSTICO VERDE

O processo de produção do plástico verde, resumidamente, segue os seguintes passos:

A cana-de-açúcar é plantada, colhida e levada para as usinas. Lá ela é preparada e moída para a extração do caldo (conforme apresentado no capítulo 4).



Figura 83 – Plantação de cana-de-açúcar.

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/plastico-verde.htm>

- 1- Então, passa pelo processo comum de produção de álcool (etanol -  $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$ ). (Esse processo pode ser visto em detalhes no capítulo 6).
- 2- O álcool produzido passa por um processo de desidratação para que se obtenha o eteno; (Essa reação é explicada também no capítulo 6)



- 3- O eteno é polimerizado em unidades de produção do polietileno.

- 4- O polietileno verde é transformado nos produtos desejados, tais como filmes para fraldas descartáveis, brinquedos, tanques de combustível para veículos e recipientes para iogurtes, leite, xampu e detergentes.

Porém, um problema apontado por alguns é que, para produzir esse plástico verde, seria necessário expandir a agricultura da cana-de-açúcar, o que poderia ocupar terras que seriam utilizadas para outras culturas, além do fato de que a cana-de-açúcar já é bastante utilizada para a produção de álcool e açúcar. Estimativas apontam que um hectare de cana-de-açúcar gera três toneladas de plástico verde.

A primeira empresa produtora desse plástico foi a Braskem, do grupo Odebrecht. Com seus parceiros patenteou a marca e, juntos, conquistaram prêmios de conceituados laboratórios e instituições pela contribuição do polietileno verde I'm green<sup>TM</sup> ao desenvolvimento do mercado de produtos renováveis, à inovação e à preservação do meio ambiente. Atualmente, a Braskem fornece polietileno de fonte renovável I'm green<sup>TM</sup> para diversos parceiros, no Brasil e no mundo, que atuam nos mais variados segmentos da indústria.

Segundo os produtores e estudiosos do caso, o cenário para a produção de matéria-prima do plástico verde é favorável e não afetaria a produção de açúcar ou etanol combustível. Além disso, acredita-se que o desenvolvimento de novas tecnologias auxilie esse processo de produção.

E, por fim, cabe a reflexão quanto à utilização de áreas de cultivo para a produção de matérias-primas, em detrimento de seu uso na produção de alimentos. Trata-se de questão polêmica, que apresenta contra-argumentação relacionada à alta de eficiência produtiva da cana-de-açúcar e à baixa participação das terras cultiváveis para a produção do etanol, em relação às outras culturas, podendo seu cultivo se expandir, ainda, sobre extensa área de pastagens degradadas, sem necessária concorrência com o plantio de alimentos.

## CAPÍTULO 8 – SUBPRODUTOS DA CANA, ALIADOS OU PROBLEMAS?

O título do capítulo foi um dos temas do Fórum de Produtores de AgroEnergia (Farmers Forum AgriEnergy), evento internacional realizado pela Organização dos Plantadores de Cana da Região Centro-Sul do Brasil (ORPLANA) e pela Datagro Consultoria, em agosto de 2017, em São Paulo.

O processamento da cana-de-açúcar para obtenção de álcool gera diversos subprodutos ou resíduos. Apesar de o aproveitamento desses resíduos não atuar diretamente na redução do custo do produto final, certamente representa um importante passo no sentido de incrementar a eficiência global da Indústria Alcooleira e, principalmente, para o impacto ambiental causado pelo processamento de alguns produtos derivados da cana-de-açúcar.

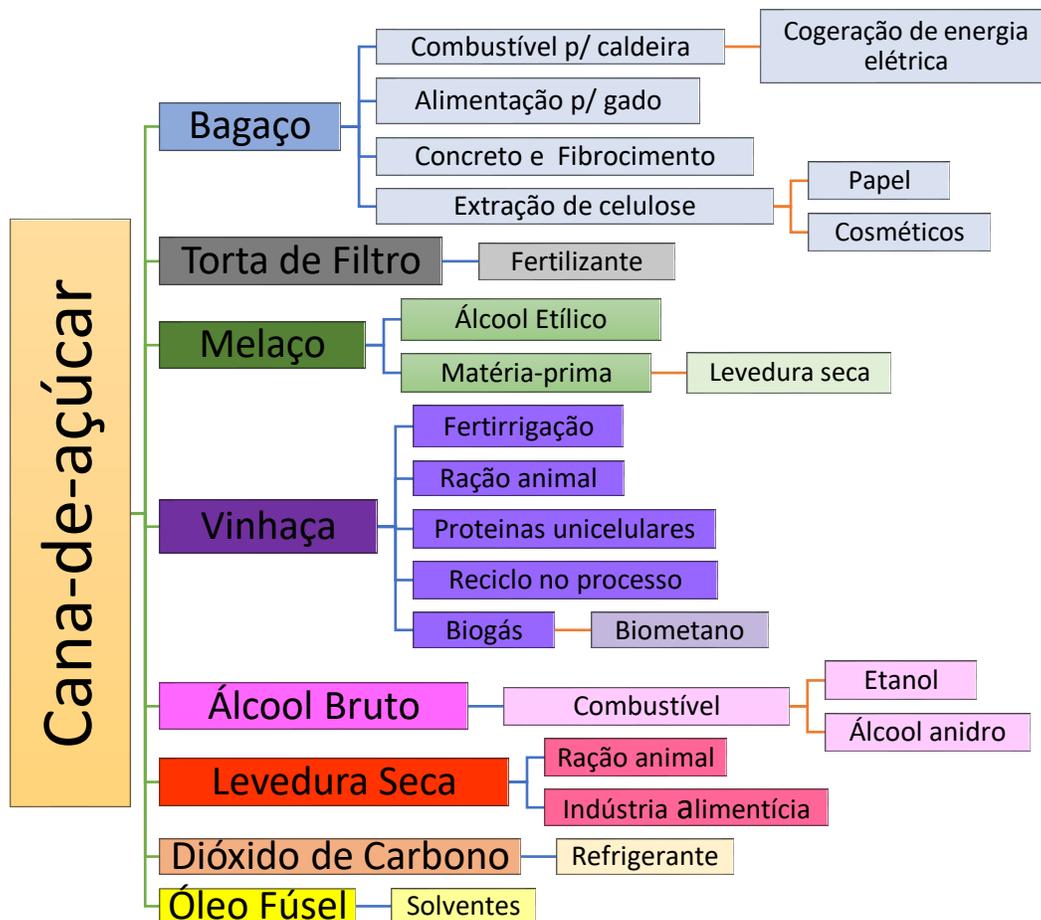


Figura 84 – Esquema com alguns resíduos e subprodutos do processamento da cana-de-açúcar e suas principais aplicações.

Fonte :as autoras.

Grande parte dos resíduos gerados no cultivo da cana e na produção de açúcar e de álcool é reutilizada no processo produtivo. O esquema apresentado na figura 81, elenca oito dos principais tipos de resíduos agroindustriais que podem ser aplicados no próprio processo de produção, ou, ainda, em outros segmentos industriais para fabricação de novos gêneros e subprodutos. Explicaremos, a seguir, cada um deles, mais detalhadamente:

## **BAGAÇO**

É um resíduo fibroso resultante da extração do caldo pelas moendas, constituindo-se em um dos mais importantes subprodutos para a indústria sucroalcooleira.

A queima do bagaço nas caldeiras é a principal fonte de energia térmica necessária para a produção de açúcar e etanol. Uma excelente forma de se aproveitar resíduos no próprio processo.

Por outro lado, a queima do bagaço de cana nas caldeiras, tem seu aspecto desfavorável, por causar impacto ambiental, que ocorre pela emissão de material particulado, monóxido e dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio. O material particulado precipita nas residências, que, atualmente, ficam muito próximas das usinas, provocando dificuldades respiratórias, ao ser inalado. Os óxidos nitrogenados, em presença de compostos orgânicos voláteis e intensa radiação, geram o gás de ozônio, que, em altas concentrações, é tóxico.

O bagaço da cana-de-açúcar é hoje uma grande fonte de energia elétrica alternativa. Em 2010, esse tipo de bioeletricidade, também conhecido como cogeração de energia elétrica, compôs cerca de 5% do abastecimento elétrico do país, sendo a segunda maior fonte de energia renovável, atrás apenas das hidrelétricas. Atualmente, a energia do bagaço da cana já produz a média anual do que produziria Belo Monte (cerca de 4500 MW), com projeções de que, até 2021, o aproveitamento seja 3 vezes maior.

No setor da construção civil, a queima de bagaço de cana poderá transformar o resíduo das cinzas geradas em mais um subproduto: o concreto. As fibras do bagaço da cana também são utilizadas como reforço na produção de fibrocimento.

Além disso, o bagaço de cana-de-açúcar é um dos subprodutos mais utilizados, como fonte de alimento para os ruminantes, pois, além da grande quantidade produzida, sua disponibilidade ocorre exatamente no período de escassez de forragem.

É possível também produzir papel de cana, produto que começou a ganhar espaço nas prateleiras das lojas especializadas, e muitas indústrias brasileiras do setor de papéis já estão se especializando na fabricação de um produto de alta qualidade. Estudos preliminares apontaram que o bagaço de cana possui grande quantidade de fibras de alta qualidade, pureza elevada e biodegradabilidade, o que está tornando o papel 100% reciclável. O ciclo de produção de papel de celulose gira em torno de 6 a 7 anos, pois este é o ciclo da madeira de reflorestamento, geralmente, o eucalipto. Já o do papel de cana apresenta um ciclo que leva, em média, 18 meses, e exige menos produtos químicos nos processos de transformação e branqueamento das fibras (Revista Globo Rural, 2011).

Os derivados da celulose extraída do bagaço da cana são utilizados na indústria farmacêutica e de cosméticos para produção de géis hidrofílicos, que são de fácil espalhabilidade e não são gordurosos. Desde meados do ano de 2013, é possível nutrir e hidratar a pele com sabonete esfoliante, em barra, com base glicerínada, fabricado com bagaço e extrato vegetal de cana-de-açúcar. Os outros cosméticos feitos com o extrato vegetal são o sabonete líquido e a loção hidratante. O bagaço, que é usado exclusivamente no sabonete em barra, tem ação esfoliante.

### **Bagaço de cana leva curitibana às melhores universidades do mundo**

Há dois anos, uma “menina da cidade” criou um produto inovador para o agronegócio: uma bandeja biodegradável, criada a partir do bagaço de cana-de-açúcar. O que ela não esperava é que a invenção valeria tanto reconhecimento Brasil afora.

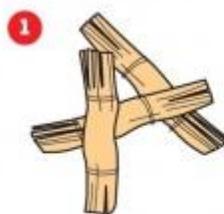
“A quantidade de bandejas de isopor sempre me incomodou. Pesquisando os impactos ambientais, vi que demorava 150 anos para decompor e que impedia a ação de decomposição de outros resíduos orgânicos, sendo muito difícil também de ser reciclado, já que as indústrias não têm interesse”, resume a inventora de Curitiba, Sayuri Miyamoto Magnabosco.

Um dia veio a “luz”. Em uma aula de Geografia, no 2º ano do ensino médio, ela teve que estudar as plantações de cana e a quantidade de resíduos gerados. Ela teve a ideia, então, de ir além da produção do combustível etanol, tradicional uso do bagaço. “Como esse material é natural e 100% biodegradável, pensei que seria uma solução para embalagens”, comenta.

### Bandeja de bagaço de cana premiada

#### BANDEJA BIODEGRADÁVEL

Entenda como é feita a bandeja biodegradável, que pode substituir o isopor.



1 Separar uma porção de bagaço de cana-de-açúcar. Tratar com uma substância básica, para evitar a fermentação da cana



2 Triturar, utilizando um liquidificador. A cana vai tornar-se um pó.



3 Misturar o pó da cana com cola caseira (água e farinha de trigo levados ao forno)



4 Moldar usando outra bandeja como forma e deixa no sol, para secar. Pronto!

Fonte: Redação. Infografia: Gazeta do Povo.

Fonte: <http://www.ceisebr.com/conteudo/bagaco-de-cana-leva-curitiba-as-melhores-universidades-do-mundo-.html>

Com bagaços coletados com vendedores de caldo de cana, em Curitiba, ela começou os testes. Deu certo. “Participei de feiras de ciências internacionais, uma em Nova York e outra, em Foz do Iguaçu. Também ganhei mais de 15 prêmios, e representei o Brasil no Youth Science Meeting, uma conferência científica em Portugal”, conta.

Ela também já foi destaque na Gazeta do Povo, venceu o prêmio “Jovens Inventores” do Caldeirão do Huck e foi uma das cinco selecionadas de um projeto internacional para passar uma semana na Universidade de Harvard (EUA), onde apresentou seu trabalho

para mais de 600 pessoas. “Foi quando tive a certeza que queria estudar fora e trazer a tecnologia de lá para o Brasil”, diz.

Ao final do ensino médio, Sayuri buscou o apoio da Fundação Estudar para se candidatar a universidades norte-americanas. Da primeira vez, não deu certo. Agora em 2017, com notas melhores nos testes de inglês e o processo de mentoria com a fundação, ela chegou ao objetivo e foi selecionada em 12 cursos.

“As notas e currículo contam bastante, mas assim como eu era primeiro lugar da sala, outros candidatos de todo o mundo também eram. Então tive que correr atrás, e tenho a certeza que foi a apresentação do meu projeto de bandeja a partir do bagaço de cana que fez a diferença”, certifica-se.

Resultado: além de estar na lista de espera das gigantes Stanford, Duke e Columbia e na Amherst College, ela foi aprovada com 100% de bolsa na Dartmouth College, onde irá estudar Engenharia Biomédica. “Se possível vou encaixar no currículo Economia para entender a dinâmica do mercado e colocar a invenção em escala industrial”, complementa. A garota também foi aprovada nas universidades: Pensilvania, Barnard College, Notre Dame, Carleton College, Washington and Lee University, Connecticut College e Haverford College.

Quando terminar, a faculdade, ela garante: “Pretendo retornar ao Brasil para aplicar meu conhecimento no Ministério da Ciência e Tecnologia e lutar para tornar nosso país uma referência mundial em desenvolvimento científico”. Um sonho perfeitamente factível.

Fonte: CEISE Centro Nacional de Indústrias do Setor. Disponível em: <http://www.ceisebr.com/conteudo/bagaco-de-cana-leva-curitibana-as-melhores-universidades-do-mundo-.html>

## **TORTA DE FILTRO**

A torta de filtro, conhecida também como torta de filtros de borra, borra ou lodo, é resultado da filtração da mistura de lodo dos decantadores, com bagacilho, no processo de produção de açúcar. As destilarias autônomas que introduziram o sistema de clarificação de caldo estão também gerando este subproduto. Seu aspecto é de um material amorfo, macio e leve, com coloração variando do marrom escuro ao preto. Apresenta uma quantidade significativa de matéria orgânica (fibras, sacarose e coloides coagulados), é rica em cálcio e ferro e apresenta uma boa quantidade de fósforo e nitrogênio, mas é carente de potássio e magnésio. Várias utilizações têm sido sugeridas para a torta de filtro: aglutinante, auxiliar de filtração, matéria-prima para a produção de proteína, fertilizante, etc. Apesar dessas utilizações se mostrarem interessantes, do ponto de vista teórico, na prática, a torta vem sendo utilizada apenas como fertilizante.

## VINHAÇA

A **vinhaça** ou **vinhoto** é considerado o principal subproduto líquido produzido pelas destilarias, ou seja, é um resíduo da destilação do álcool. Durante muito tempo foi contaminante dos cursos d'água, ocasionando mortandade dos peixes, devido à alta carga orgânica. Apresenta temperatura elevada, pH ácido, tem alto teor de potássio, além de certas quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, sulfatos, cloretos, ferro, entre outros. A vinhaça pode ser considerada uma suspensão aquosa de sólidos orgânicos e minerais, contendo os componentes do vinho não arrastados pela destilação, além de quantidades residuais de açúcar, álcool e compostos voláteis mais pesados.

Até 1970, era descartado, por meio de grandes tanques, onde o vinhoto ficava armazenado até o momento do descarte, resultando na exalação de fortes odores durante a safra e a entressafra. Havia a proliferação de moscas devido à matéria orgânica e, quando lançado no solo, causava grandes alagados e, posteriormente, esse solo sofria erosão.

A grande preocupação com a vinhaça é decorrente de dois fatores básicos: a composição química e o grande volume gerado no processo de obtenção de álcool, em média, à proporção de 13 litros de vinhaça para cada litro de álcool produzido.

Desde que o controle ambiental se tornou mais rigoroso e as opções de utilização deste subproduto se ampliaram, o seu aproveitamento vem crescendo. Hoje observa-se, em algumas usinas, a incorporação dos efluentes líquidos ao vinhoto, para a disposição do solo por meio da fertirrigação. Entre as soluções técnicas que se apresentam, destacam-se:

- utilização agrícola *in natura*, como adubo complementado ou não;
- concentração para utilização como componente de ração;
- fermentação aeróbica para produção de proteínas unicelulares;
- fermentação anaeróbica para produção de metano;
- reciclo no processo de obtenção de álcool, a partir do melaço (substituição em até 30% do volume de água empregada no preparo de mostos de fermentação alcoólica).

Também existem normas para o descarte desses efluentes em cursos hídricos, tendo como limite a quantidade de matéria orgânica entre 15 e 60 mg/L de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio).

A vinhaça pode também servir como uma excelente matéria-prima para a fabricação de biogás, como resultado do processo de fermentação anaeróbica. Com processamento, esse biogás gera biometano. Esses renováveis podem ser utilizados como biocombustíveis e/ou eletricidade, sem perder a sua eficiência na adubagem de canaviais (fertirrigação).

### **MELAÇO**

Também chamado de mel final, o melaço é o principal subproduto da indústria do açúcar, sendo produzido na proporção de 40 a 60 quilos por tonelada de cana processada. No Brasil, devido ao elevado teor de açúcares totais e demais componentes, o melaço é utilizado, principalmente, na fabricação de álcool etílico, no processo de fermentação, sendo aproveitado, também, em outros processos biotecnológicos, como matéria-prima para obtenção de levedura seca, por exemplo.

### **ÁLCOOL BRUTO**

O álcool bruto é constituído por uma mistura impura de água e álcool e é produzido na proporção de um a cinco litros por 100 litros de álcool, em função da natureza da matéria-prima, da qualidade do álcool a ser produzido e das condições operacionais do aparelho de destilação. O álcool bruto encontra aplicação na produção de álcoois extrafinos e neutro, sendo também empregado como combustível.

### **LEVEDURA SECA**

A Levedura Seca é obtida da secagem no processo de fermentação. O cheiro não é bom e a aparência ajuda menos ainda: uma suspensão de cor escura e viscosa. Assim, fica a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*), depois de usada nas usinas como fermento utilizado nos tanques com o mosto para, então, desencadear, nas destilarias, o início da operação do processamento do álcool da cana-de-açúcar. E o tamanho desse resíduo não é pequeno. Sua produção estimada, no Brasil é

de, aproximadamente, 450 mil toneladas por ano, na proporção de 2,5 quilos para cada 100 litros de etanol.

Mas o próprio processo multiplica a produção de levedura, a cada ciclo de destilação, e sua retirada dos caldeirões, além de aumentar a produtividade na produção do álcool, pode resultar em subprodutos valiosos apresentados em um estudo<sup>16</sup> realizado pela Fapesp, em parceria com uma usina em São Paulo. Essa usina se prepara para produzir os subprodutos da levedura seca.

Normalmente, parte da levedura é retirada em cada novo ciclo, num processo conhecido como sangria, no jargão industrial. Essa biomassa é lavada para retirada de impurezas e é secada num equipamento chamado *spray dryer* que faz a secagem igual à utilizada na produção do leite em pó.

Sendo natural, é aplicada na composição de alimentos para consumo animal, especialmente rações. Entretanto, será comum o uso dos subprodutos da levedura em vários segmentos da indústria alimentícia<sup>17</sup> que terá, em breve, aditivos extraídos de uma biomassa antes desprezada e de pouco valor.

## DIÓXIDO DE CARBONO

O dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) é um dos resíduos produzidos durante a fabricação do etanol que também pode ser aproveitado por outras indústrias. Ele é derivado do processo de fermentação e pode ser recuperado, quando acontece dentro de dornas fechadas, para ser utilizado na produção de refrigerantes, por exemplo. Quando a fermentação é realizada em dornas abertas, ele, simplesmente, escapa para a atmosfera.

---

<sup>16</sup> O Projeto intitula-se: Desenvolvimento de Tecnologia Visando o Aproveitamento de Derivados de Levedura em Alimentação Humana e Animal (nº 98/04173-5); Modalidade Parceria para a Inovação Tecnológica (PITE); **Coordenador** Valdemiro Carlos Sgarbieri – Itai;

<sup>17</sup> O projeto, resultou na formulação de quatro substâncias derivadas da levedura: autolisado, extrato, parede celular e concentrado proteico. O extrato e o autolisado foram testados na fabricação de salsichas substituindo a proteína de soja, nos biscoitos salgados e macarrão. O extrato também foi testado, com bons resultados, na formulação de temperos para saladas e maioneses.

## **OLEO FÚSEL**

Esse óleo é constituído de álcoois (álcool etílico e superiores), furfural, aldeídos, ácidos graxos etc; é produzido na proporção de 0,05 a 0,2 litros para 100 litros de álcool, apresentando uma composição variável, em função da natureza e da qualidade da matéria-prima, bem como da qualidade do álcool produzido. É matéria-prima para processamento de refinação, de onde se extraem álcoois com diversos graus de pureza e para obtenção de outras substâncias químicas, como, por exemplo, solventes.

Enfim, pode-se observar que os resíduos gerados na indústria alcooleira, quando não tratados, tornam-se um impasse ambiental. Mas, quando se tem um tratamento adequado, tais resíduos podem ser transformados em novos produtos que irão diminuir os problemas ambientais e gerar economia e lucro para a indústria.

## CAPÍTULO 9 – ENERGIA QUE TRANSFORMA

Veja bem, entender os processos de transformações são extremamente vantajosos!

Com um olhar histórico e social é possível perceber que houve muitas mudanças na maneira de se processar a cana-de-açúcar. Por exemplo, as necessidades de energia das usinas de cana, no passado, eram supridas por terceiros. Utilizavam, principalmente, a madeira das florestas nativas como lenha para queimar nas fornalhas. Mais tarde, esta indústria passou a consumir também óleo combustível e comprar energia elétrica das concessionárias.

Economicamente falando, o objetivo sempre foi baratear os custos e otimizar a produção, de forma que a indústria deve se adaptar ao mercado e aos acontecimentos históricos.

A partir de 1999, com a privatização do setor de energia elétrica, criou-se a figura do Produtor Independente de Energia, abrindo um novo mercado para as usinas. Esta nova condição foi o incentivo para que as usinas modificassem o seu sistema de geração de vapor e energia, e, agora, têm como fonte energética o próprio bagaço da cana, passando de uma configuração de baixa eficiência, que tinha por finalidade apenas consumir um subproduto gerado no processo, para uma nova concepção sob a qual se procura utilizar o bagaço excedente para a geração de **energia elétrica**.

Utilizando de uma outra lente de interpretação do processo, a Química, também é possível entender e explicar as transformações envolvidas nessa tecnologia de conversão, capaz de gerar energia elétrica a partir da cana-de-açúcar...

---

A **energia térmica** é o calor liberado, quando há a queima da biomassa, nas caldeiras, processo esse necessário para a produção de açúcar e etanol.

Esse jato de vapor transforma-se em **energia mecânica**, ao girar uma turbina, que, por estar interligada ao eixo de um gerador, faz com que ele entre em movimento, acionando a geração de **energia elétrica**.

---

O bagaço da cana-de-açúcar, subproduto da fabricação de açúcar e etanol, é hoje uma grande fonte de energia elétrica alternativa. Em 2019, segundo a União dos Produtores de Bioenergia (UNOP), esse tipo de bioeletricidade, também conhecido como cogeração de energia elétrica,

compõe cerca de 9% do abastecimento elétrico do país, sendo a segunda maior fonte de energia renovável, atrás apenas das hidrelétricas.

### MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA - POTÊNCIA

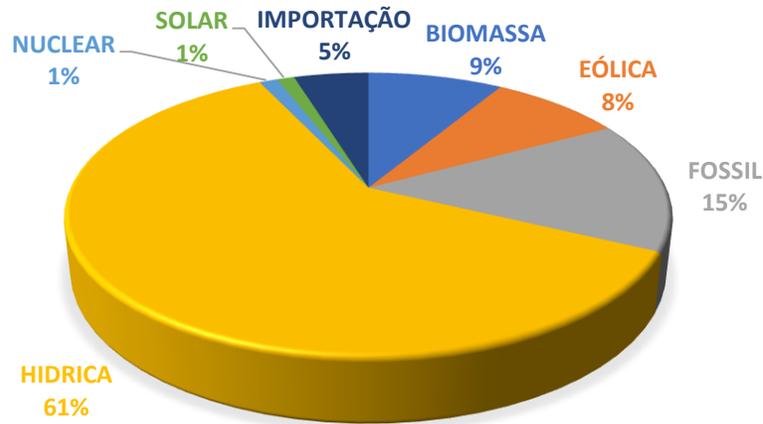


Figura 82 – Matriz energética Brasileira (Potência)  
Fonte: Anel – Big – Banco Informação geração. Atualização em 31/01/2019.

Atualmente, a energia do bagaço da cana já produz a média anual do que produziria Belo Monte (cerca de 4500 MW), com projeções de que até 2021 o aproveitamento seja 3 vezes maior.

Aproximadamente, 60% das usinas brasileiras de biomassa estão instaladas no Estado de São Paulo, na área de atuação da CPFL Energia S/A (Companhia Paulista de Força e Luz), sendo esta companhia a maior compradora da energia gerada nas usinas.

Ao se falar em biomassa, incluem-se, mesmo que em pouca quantidade, os resíduos sólidos urbanos (carvão e biogás), resíduos animais (biogás), resíduos florestais (lenha, carvão, licor negro, gás de alto forno), biocombustíveis (etanol e óleos vegetais) e os agroindustriais (capim, casca de arroz, biogás e o bagaço de cana-de-açúcar). Vale lembrar que, dentre todos esses tipos, o bagaço da cana resulta em mais da metade da geração de energia elétrica por biomassa.

A cadeia de transformações e de usos da cana-de-açúcar apresenta relevantes oportunidades de aumento da sua eficiência energética com agregação de valor, custos decrescentes e forte desenvolvimento econômico. Em contraste, nas cadeias do petróleo e na energia hidrelétrica os aproveitamentos de menor custo já foram realizados. Seus desafios tecnológicos e riscos

ambientais tendem a aumentar, enquanto suas cadeias de produção, transformação e uso já operam com eficiência elevada.

## CURIOSIDADES

Uma bateria é formada por um conjunto de pilhas ligadas, em série; elas possuem a propriedade de converter energia química em energia elétrica. Essa transformação ocorre, quando, em uma reação química, um elemento perde elétrons (aqui, neste experimento, é o pedaço de clip que representa o zinco) e o outro ganha elétrons (aqui, neste experimento é o cobre representado pelo fio elétrico).

Já fizemos diversas pilhas caseiras com os mais variados tipos de fontes energéticas e dessa vez estamos trazendo mais uma novidade, trata-se da bateria de cana-de-açúcar que é capaz de fornecer até 12 volts (figura 83). A duração dessas baterias vai de uma a duas semanas e esse tipo de bateria fornece corrente muito baixa, por isso, dá para alimentar apenas pequenos aparelhos eletrônicos, como calculadoras, relógios, LEDs, etc.

As reações em que os elementos ganham ou perdem elétrons são chamadas de reações de óxido-redução. Essas reações são capazes de gerar corrente elétrica e com ela poderemos acender LEDs, por exemplo. A reação de oxidação acontece quando houver perda de elétrons; neste experimento, o cobre é o elemento oxidante, pois sofre uma redução. A reação de redução acontece, quando houver ganho de elétrons e, no experimento, o zinco, que é representado pelo clip, é o elemento redutor e que sofre a oxidação. Convém lembrar que o clip é um objeto galvanizado com zinco.



Figura 83 – Bateria de cana-de-açúcar.

Fonte: <http://www.aartedeaprenderbrincando.com/2014/11/excelente-bateria-caseira-feita-com.html>

Para saber todos os detalhes da construção dessa excelente bateria de cana-de-açúcar, assista ao vídeo pelo link: <https://www.youtube.com/evandroveras>.

## CAPÍTULO 10 – UMA PLANTA DE FUTURO

O momento, no setor sucroenergético, é do etanol combustível, em detrimento do açúcar, mas ainda fica aquém do potencial que pode atingir.

Projeções indicam que a cana-de-açúcar continuará a crescer no país durante os próximos anos (figura 84), junto com a demanda dos principais produtos derivados, o açúcar e o etanol.

Projeções do agronegócio 2027/2028, feitas, em 2018, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) apontam um crescimento de 2,3% ao ano, em média, na próxima década. O cultivo da planta deverá ser ampliado, de forma especial, em estados do Centro-Oeste, que ganham no quesito custo da terra, mas perdem para a região líder em produção, São Paulo, por sediar a maior estrutura industrial.

### Cenário provável da produção agrícola em 2022



Figura 84 – Comparativo da produção agrícola brasileira entre 2009 e 2022.  
Fonte: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/02/26/biorrefinarias-do-futuro/>

Há energia para alavancar a produção de biocombustíveis, que, segundo organismos mundiais, poderá aumentar, em torno de 14%, na próxima década, impulsionada por políticas públicas, “embora sujeitas a incertezas”. Espera-se que 50% desse aumento seja originado no

Brasil, segundo maior produtor, para atender à demanda doméstica, enquanto o líder, Estados Unidos, tenderá a manter sua produção nos primeiros anos de projeção, até diminuir nos seguintes, por várias razões.

Entretanto, a expansão da produção de etanol e a implantação de novas destilarias exigem que elas sejam projetadas para atingir alta eficiência de conversão dos açúcares redutores totais extraíveis da cana. Também é necessário que as unidades não apresentem deficiências em equipamentos e na incorporação de tecnologia de ponta. Além disso, deve ser dada ênfase à correção ou redução de práticas inadequadas, do ponto de vista ambiental. Assim, essa transição de aumento da produção deve ser acompanhada de uma reformulação das unidades, focadas, também, na redução de emissão de efluentes, sólidos, líquidos e gasosos, e no uso racional e sustentável dos recursos naturais, em particular, terra e água.

## Cenário provável da produção agrícola em 2022

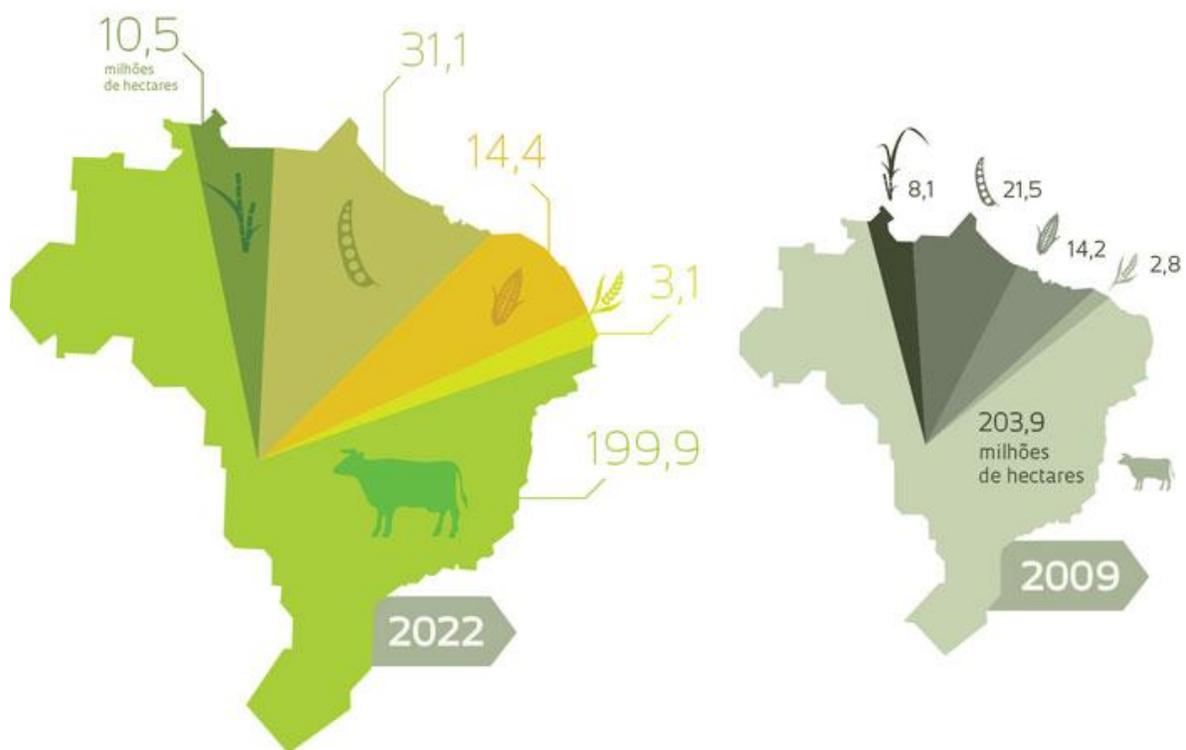


Figura 85 – Projeção do agronegócio brasileiro para 2022.  
Fonte: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/02/26/biorrefinarias-do-futuro/>

Confirmando as projeções apontadas pelo MAPA (figura 85) do crescimento mundial da produção canavieira e no cenário nacional, especialmente na região Centro-Oeste, nosso estado

vem ganhando espaço cada vez maior no comércio sucroalcooleiro, conforme apresenta o slogan da reportagem exibida nos últimos dias do ano de 2018 (figura 86), no site Globo.com, com excelentes resultados para a safra e produção de etanol e açúcar no estado de Mato Grosso.



The image shows a screenshot of a news article on the website Globo.com. The page has a red header with the 'G1' logo and 'MATO GROSSO' text. The main headline is 'MT aumenta produção de cana-de-açúcar e de etanol nesta safra'. Below the headline, there is a sub-headline: 'Produção de cana-de-açúcar no estado cresce enquanto a nacional teve redução de 2,8% se comparada à safra passada. Maior parte é destinada à produção de etanol.' The author is 'Por Lidiane Moraes, G1 MT' and the date is '21/12/2018 12h34 · Atualizado há um dia'. There are social media sharing icons for Facebook, Twitter, WhatsApp, LinkedIn, and Pinterest.

## MT aumenta produção de cana-de-açúcar e de etanol nesta safra

Produção de cana-de-açúcar no estado cresce enquanto a nacional teve redução de 2,8% se comparada à safra passada. Maior parte é destinada à produção de etanol.

Por Lidiane Moraes, G1 MT

21/12/2018 12h34 · Atualizado há um dia



*Figura 86 - Reportagem retratando os resultados da safra matogrossense 2018.*

*Fonte: <https://g1.globo.com/mt/mato-grosso/noticia/2018/12/21/mt-aumenta-producao-de-cana-de-acucar-e-de-etanol-nesta-safra.ghtml>*

Produzindo mais e com mais máquinas, a colheita mato-grossense reflete uma recuperação do índice na região, devido às mudanças ocorridas no sistema de colheita da cultura, por conta das novas exigências socioambientais e à necessidade de redução de custos de produção.

A cachaça brasileira conquista novos mercados e cativa os clientes, marcando presença crescente e cada vez mais efetiva em diversas nações. Essa bebida virou símbolo do Brasil mundo afora. A cachaça brasileira seguiu para 54 países, em 2016. Os maiores importadores da bebida foram Alemanha e Estados Unidos.

## CAPÍTULO 11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Açúcar, etanol, energia, cachaça e inúmeros outros produtos ressaltam a importância dessa atividade produtiva e industrial. O seu ciclo se retroalimenta, de tal forma, entre os diversos elos do setor, que esse negócio não para nunca. O plantio e a colheita prosseguem simultaneamente, e, assim, o processamento e o atendimento às demandas do mercado. Não é sem razão, portanto, que na cadeia produtiva da cana-de-açúcar não tem tempo ruim. Um dos elos desse setor sempre estará em ascensão!

Pelas vantagens listadas, trata-se de uma evolução bem-vinda! Hoje o processo é mais complexo. Estamos falando de indústria alimentícia também! Antigamente não se atuava com esse conceito. A qualidade do açúcar vai depender não apenas da cana, mas da variedade de plantas, do trato da lavoura, das condições climáticas, do corte no momento adequado. Um conjunto de operações coordenadas.

O plástico verde e a cogeração de energia elétrica, por exemplo, é uma boa alternativa, ao longo do processo de desenvolvimento, rumo a uma economia mais limpa. Parte da solução. Apostamos no desenvolvimento tecnológico, como agente importante nas transformações de que nossa sociedade necessita para um estilo de vida sustentável. Antes da técnica, no entanto, parece fundamental o resgate pelos indivíduos de sua capacidade de pensar a vida, em grupo, em conjunto, na cidade.

Podemos concluir que existem pontos positivos e negativos para qualquer ação, ao se pensar na monocultura de cana-de-açúcar, portanto, é imprescindível que as consequências sejam discutidas e avaliadas, antes da tomada de decisões.

A busca por regras mais seguras e estáveis são condições frequentemente lembradas no segmento sucroenergético; oferece inúmeros benefícios econômicos, sociais e ambientais, porém é nossa responsabilidade medir impactos, antes da realização de qualquer atividade, buscando-a com o mínimo de prejuízo possível para a população e para o ambiente.

**Ter lucros à base de bagaço de gente ou caldo de sangue não convém!**

## SUGESTÕES PARA LEITURA

Não existem muitos livros complementares aos estudos da cana-de-açúcar. Para obter mais informações sobre aspectos históricos ou científicos da química, os seguintes textos podem ser consultados:

- **ALCARDE, A. R. Cachaça - Ciência, Tecnologia e Arte.** 2017- 2ª edição. Blucher. 96 p.

O objetivo deste livro é oferecer, de forma integrada, uma visão teórica e prática do processo de produção de cachaça, resultado do conhecimento adquirido nos estudos e pesquisas desenvolvidas na ESALQ/USP. O foco desta obra é a ciência aplicada na tecnologia envolvida no processo de produção, visando à qualidade química e sensorial da cachaça. Assim, *Cachaça* apresenta por completo o processo de criação da bebida, também com uma apresentação histórica, descrevendo e ilustrando sua produção química que condiciona sua qualidade sensorial.

- **CANTO, E. L. Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?** São Paulo: Moderna, 1995. 88 p.

Este livro faz uma discussão sobre a utilização do plástico e os danos que ele pode causar ao meio ambiente. O autor explica sua função na sociedade, e o quanto é possível substituí-lo e seus vários usos, entre outros temas.

- **TEIXEIRA, L. A. Engenho Colonial - O Cotidiano da História.** Editora: Ática. Temas: História do Brasil Colonial, 1983. 40 p.

É um livro paradigmático de História do Brasil que narra o contraste interno de um engenho típico do Brasil colonial. Nele, os proprietários vivem suntuosamente, consumindo produtos europeus, enquanto os escravos, tocados a chicote, trabalham cortando cana-de-açúcar para produzir aquele que seria o principal produto exportado pelo Brasil no século XVII.

- **PUNTEL, L. Açúcar amargo.** 2002 - 16ª edição. São Paulo: Editora Ática. 112p.

Trabalhar e estudar não é fácil. Principalmente quando se trata do difícil trabalho dos boias-frias nas lavouras de cana. Pelo ponto de vista de uma jovem decidida, você vai conhecer um pouco da vida dos trabalhadores sem-terra do interior paulista.

- **MARAFANTE, L. J. Tecnologia da fabricação do açúcar e do álcool.** São Paulo: Ícone, 1993. 148 p.

Esta obra traz elevado teor prático e científico abrangendo as técnicas utilizadas na fabricação do álcool e do açúcar. Voltado aos estudantes e professores do curso técnico, é um importante instrumento de pesquisa dentro do mercado literário.

- **BICALHO, R. S. et al. A cana-de-açúcar como tema para o ensino das ciências humanas e da natureza.** Belo Horizonte, MG: RHJ, 2012. 166 p.

O texto apresenta uma discussão sobre a cana-de-açúcar envolvendo diferentes áreas do conhecimento, o que favorece um melhor entendimento sobre o tema. Apresenta aos leitores a experiência dos autores adquirida no âmbito da Educação de Jovens e Adultos.

**BIBLIOGRAFIA**

BALSALOBRE, M. A. A.; SANTOS, P. M.; FERNANDES, R. A. T. Cana-de-açúcar: quando e como cortar para o consumo animal. **Revista Balde Branco**, São Paulo, n. 421, p. 19-13, 1999.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R.; FRIEDRICH, L. S.; NARDY, F. C. A cana-de-açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico: uma abordagem interdisciplinar. **Química nova na escola**, v. 35, n. 1, p. 3-10, 2013.

BRAUNBECK, O. A.; OLIVEIRA, J. T. A. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. **Engenharia Agrícola**, 2006.

BICALHO, R. S.; FREITAS, E. S. M.; BATISTA, F. A.; OLIVEIRA, P. **A cana-de-açúcar como tema para o ensino das ciências humanas e da natureza**. Belo Horizonte, MG: RHJ, 2012. 166 p.

BNDES E CGEE. (Org.). **Bioetanol de cana-de-açúcar: energia para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: BNDES, 2008. 316 p. DC, 2007.

CANTO, E. L. **Plástico: Bem supérfluo ou mal necessário?** São Paulo: Moderna, 1995.

CARDOSO, M.G. (Org.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. Lavras. Editora UFLA, 2001.

CARVALHO, C. **Anuário brasileiro de cana-de-açúcar de 2018**. Editora Gazeta Santa cruz, 2018. 56 p.

CESNIK, R. Melhoramento da cana-de-açúcar: marco sucro-alcooleiro no Brasil. **Embrapa Meio Ambiente-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2004.

DAL PUPO, D. **Sua nova majestade a soja: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de química em Mato Grosso**. 2015. 183 f. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências Naturais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Cuiabá, 2015.

FERNANDES, A. C. **Cálculos na Agroindústria da cana-de-açúcar**. 2ª.ed. Piracicaba, STAB, Cap.1, 2003.

FERREIRA, E.C.; MONTES, R. A química da produção de bebidas alcoólicas. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 50-51, 1999.

LEAL, M. C.; DE ARAÚJO, D. A.; PINHEIRO, P. C. Alcoolismo e educação química. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 58-66, 2012.

MARAFANTE, L. J. **Tecnologia da fabricação do açúcar e do álcool**. São Paulo: Ícone, 1993. 148 p.

MANOCHIO, C. **Produção de bioetanol de cana-de-açúcar, milho e beterraba: uma comparação dos indicadores tecnológicos, ambientais e econômicos**. 2014. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) Universidade Federal de Alfenas- Campus Poços de Caldas, Poços de Caldas/MG, 2014.

MENDES, M. A. **História e geografia de Mato Grosso**. Cuiabá: Cafarnaum, 2012.

MORAIS, L.; CURSI, D.; SANTOS, J.; CARNEIRO, M.; CÂMARA, T.; SILVA, P.; BARBOSA, G.; HOFFMANN, H.; CHAPOLA, R.; RIBEIRO, A.; GAZAFFI, R. **Melhoramento genético de cana-de-açúcar**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 38 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN1678-1953; 200). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/304579035\\_Melhoramento\\_Geneticico\\_da\\_Cana-de-Acucar](https://www.researchgate.net/publication/304579035_Melhoramento_Geneticico_da_Cana-de-Acucar). Acessado em: 03 jul. 2019.

RAMOS, R. S. **Conservação e viabilidade de pólen em cana-de-açúcar**. 2016. 85 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RIBEIRO, D. **O povo Brasileiro**. Companhia das Letras, São Paulo, 1997, p. 242.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Unesp, 1995. 75p.

SCHWARTZ, S.B. **Segredos internos: engenhos e escravos na sociedade colonial**. Trad. L. T. Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 1988.

SILVA, I. J.; OLIVEIRA, J. H. C.; OLIVEIRA, L. L. **Do café à cana-de-açúcar: o impacto das transformações econômicas nas relações de trabalho na microrregião de Ribeirão Preto (SP), entre 1945 e 1985**. História econômica & história de empresas vol. 20 n° 2 (2017), p 361-374.

TEIXEIRA, L. A. **Engenho Colonial - O Cotidiano da História**. Editora: Ática. Temas: História do Brasil Colonial, 1983. 40 p.

ÚNICA. **Manual de rendimentos - Relatório final da safra 2017/2018**. Região Centro-Sul. Disponível em: <http://www.unica.com.br> Acessado em: 12 de jan. de 2019.

<https://agronomiacomgismonti.blogspot.com/2010/12/o-cultivo-minimo.html>. Acessado em: 03 de dezembro de 2018.

[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_98\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_98_22122006154841.html) Acessado em: 08 de dezembro de 2018.

<https://docslide.com.br/documents/como-uma-usina-de-acucar-e-alcool-funciona.html> Acessado em: 07 de dezembro de 2018.

[http://www.sindalcool-mt.com.br/quem\\_somos.php](http://www.sindalcool-mt.com.br/quem_somos.php) Acessado em: 26 de novembro de 2018.

<http://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-de-cana-de-acucar-2018/> Acessado em: 04 de janeiro de 2019.

[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod\\_resource/content/1/a7\\_%20A%C3%A7%C3%BAcar\\_concentracao%202016.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2114270/mod_resource/content/1/a7_%20A%C3%A7%C3%BAcar_concentracao%202016.pdf) Acessado em: 10 de janeiro de 2019.

<http://alexandriusmb.blogspot.com/2016/03/fases-de-crescimento-da-cana-de-acucar.html> Acessado em: 20 de janeiro de 2019.

<file:///C:/Users/user/Documents/mestrado%20ECN/disserta%C3%A7ao/material%20cana-de-acu%C3%A7ar/Frederico%20Araujo.pdf>

<https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/Apostila2IndustriaAlcooleira-2013.pdf> Acessado em: 22 de janeiro de 2019.

<http://www.ceisebr.com/conteudo/bagaco-de-cana-leva-curitibana-as-melhores-universidades-do-mundo-.html> Acessado em: 22 de janeiro de 2019.

[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_108\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html) Acessado em: 22 de janeiro de 2019.

<http://udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=1152560> Acessado em: 22 de janeiro de 2019.

<http://minutodacana.blogspot.com/2011/05/classificacao-botanica-da-cana-de.html> Acessado em: 20 de janeiro de 2019.

<http://www.mapadacachaca.com.br/artigos/qual-a-diferenca-entre-cachaca-e-aguardente/> Acessado em: 10 de janeiro de 2019.