

Cana-de-açúcar

Caracterização dos impactos ambientais do cultivo de cana de açúcar em ecossistemas frágeis

Giovanni Zanetti Gonçalves (12515938)

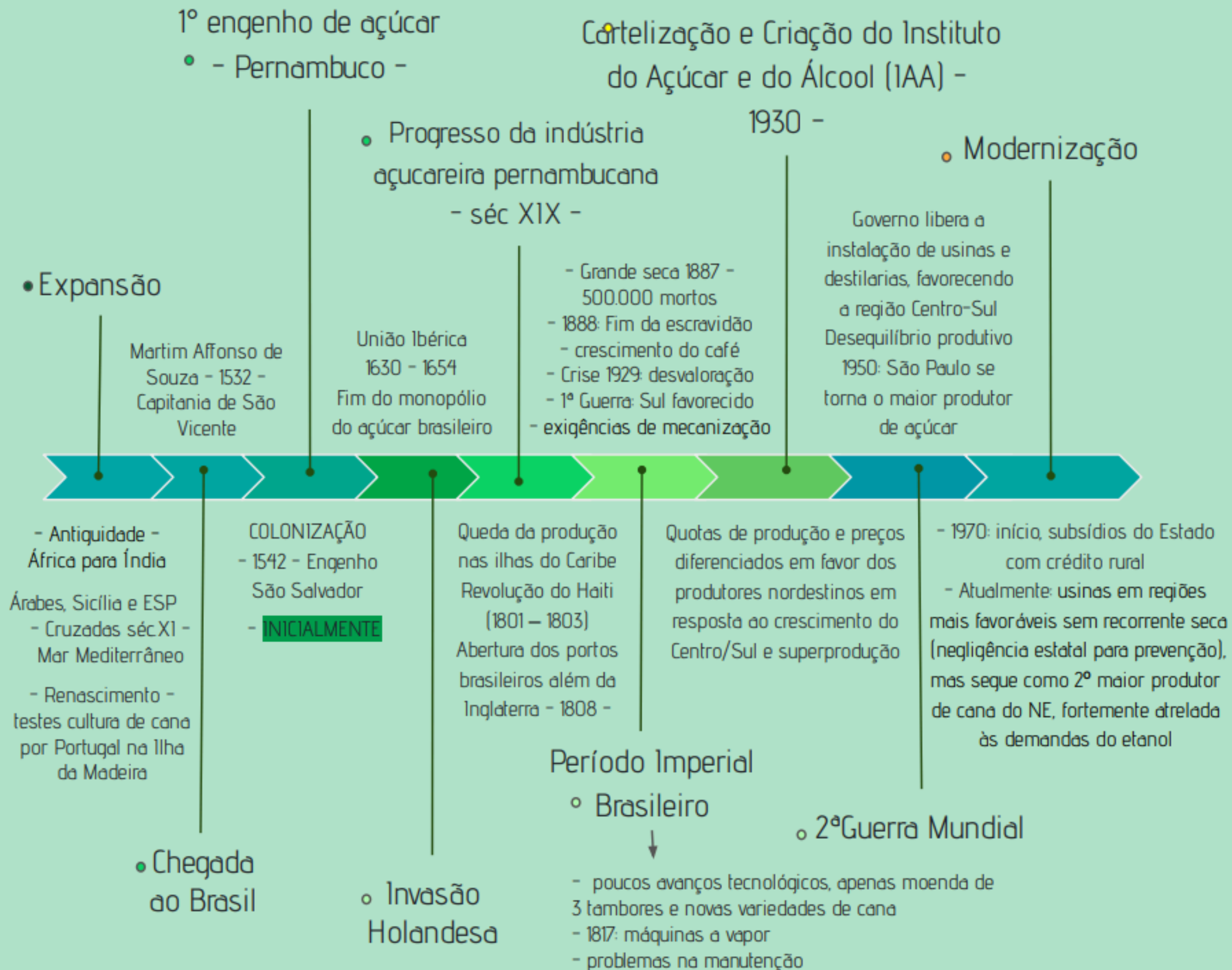
Isaac Lucarelli Elias (11302435)

Professor: Celio Bermann



Histórico do Cultivo

trajetória histórica



INICIALMENTE

- engenho (banquê) de produção intensiva
- unidade complexa, autossuficiente e escravista
- integração da produção agrícola e manufatureira para abastecimento interno e exportação
- métodos primitivos de cultivo:
 - movidos à força hidráulica / tração animal
 - retirada da vegetação → queima da biomassa → terra para cultivo
 - sem uso de adubos e fertilizantes e falta de práticas de conservação do solo → rápido esgotamento do solo

Cultura canavieira:

- individualista
- trabalho agrícola e industrial
- escravista
- desenvolvimento econômico desproporcional
- origem política e social patriarcal

Impactos:

- esgotou o nutriente dos solos
- poluição das águas dos rios
- devastou a mata pernambucana

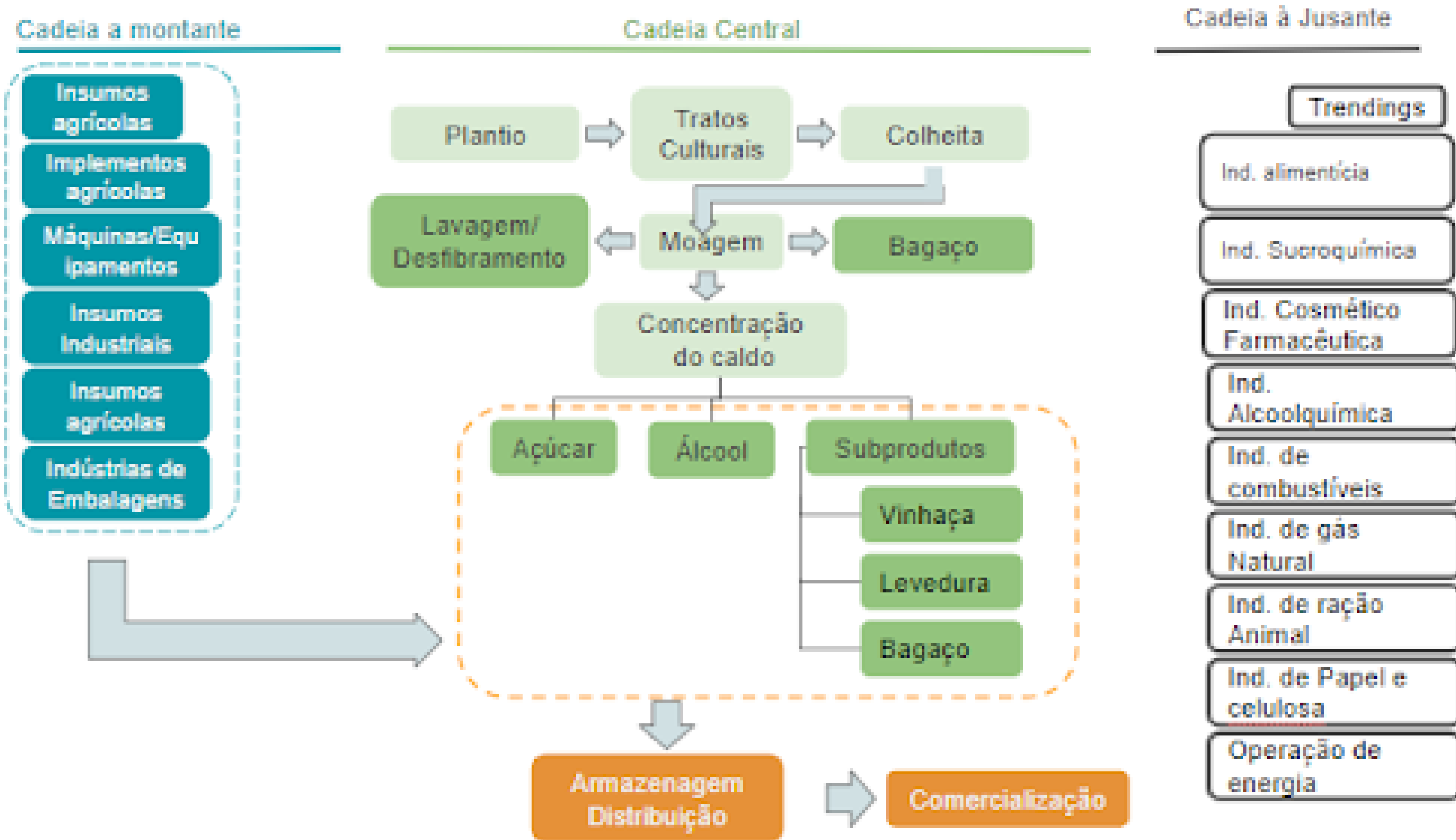
- (SZMRECSANYI, 1979)
- (SILVIA DANTAS, 2002)
- (UDOP, 2003)
- (BARROS, 1983)
- (LIMA, 1995)
- (RODRIGUES, 2020)



Produção

Processo produtivo geral

Etapas da Cadeia Produtiva



Fonte: Oliveira, 2017 (adaptado)

CADEIA PRODUTIVA

Etapas da Cadeia Produtiva

Pré-produção:

(planejamento estratégico da produção)

- Cronogramas;
- Orçamentos.

Produção:

- Preparo do solo;
- Trato da soqueira (escarificação, adubação e cultivo);
- Pulverização;
- Adubação de cobertura;
- Colheita manual ou mecânica, com ou sem queima

Pós-produção:

- Processamento da cana-de-açúcar, açúcar e álcool;
- Logística e transporte; insumos e equipamentos;
- Gestão industrial;
- Avanço tecnológico;
- Pesquisa, desenvolvimento e inovação.

Etapas da produção de açúcar:

- lavagem da cana;
- preparo para moagem ou difusão;
- extração do caldo: moagem ou difusão;
- purificação do caldo: peneiragem e clarificação;
- evaporação do caldo;
- cozimento;
- cristalização da sacarose;
- centrifugação: separação entre cristais e
- massa cozida;
- secagem e estocagem do açúcar.

Etapas da produção de álcool:

- lavagem da cana;
- preparo para moagem ou difusão;
- extração do caldo: moagem ou difusão;
- tratamento do caldo para produção de álcool;
- fermentação do caldo (Figura 3);
- destilação do vinho;
- retificação;
- desidratação: álcool anidro ou hidratado.

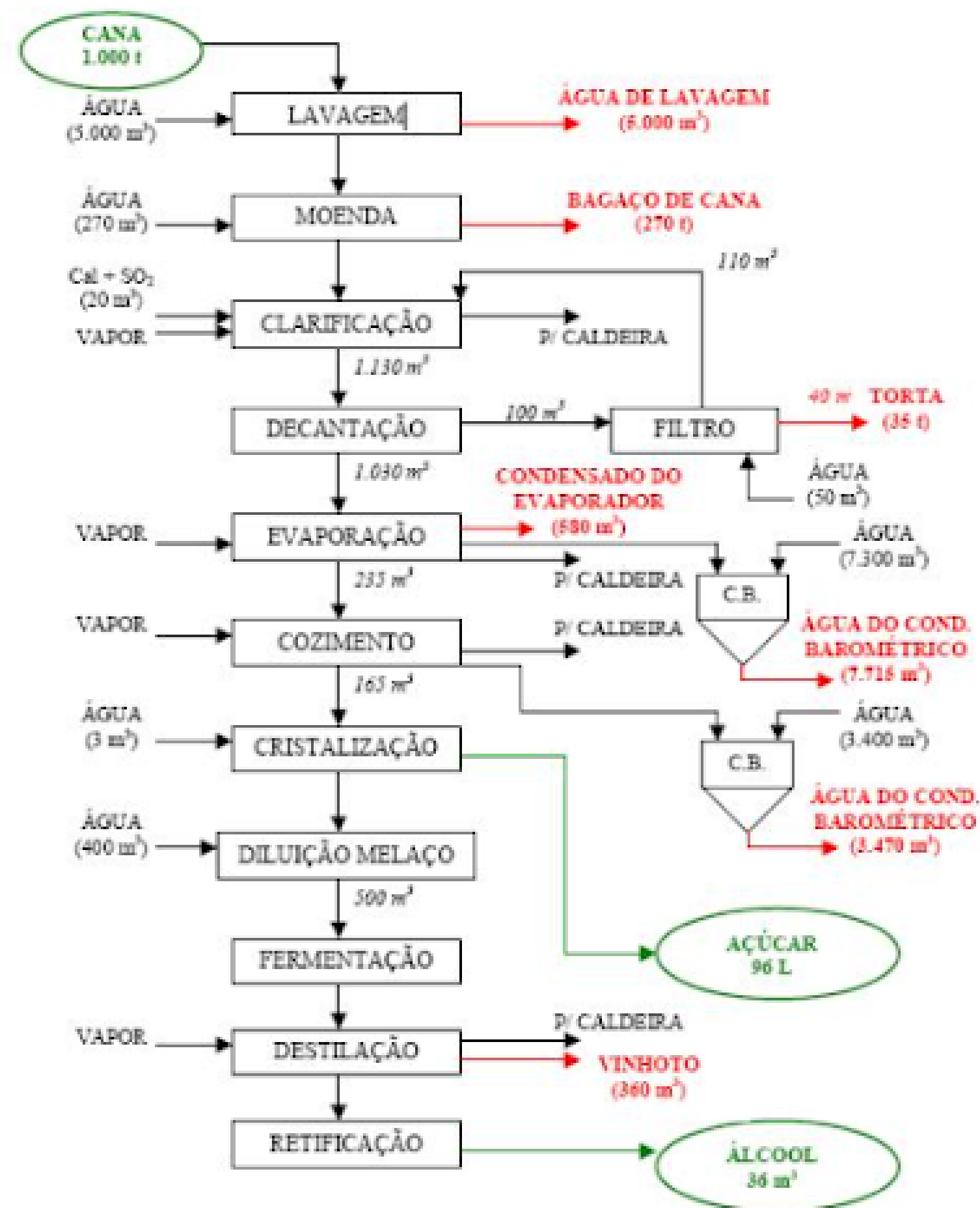


Figura 1. Principais etapas da cadeia produtiva da cana-de-açúcar.

Fonte: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2002).

Subprodutos e resíduos da produção da cana-de-açúcar:

Bagaço:

- Principais aplicações:
- Combustível para caldeira;
- Produção de celulose; e
- Alimentação de gado confinado.

Levedura seca:

- secagem de uma parte do leite de levedura sangrado no processo de condução da fermentação.

Óleo fúsel:

- constituído de álcoois (0,05 a 0,2 L/100 L de álcool).

Melaço (mel final):

- principal subproduto da indústria do açúcar (40kg/T a 60 kg/T)

Álcool bruto:

- mistura impura de água e álcool. (5L/100 L de álcool)
- produção de álcoois extra-fino e neutro, sendo também empregado como combustível.

Vinhaça:

- resíduo da destilação do vinho.

Torta de filtro:

- resíduo da filtração mecânica do lodo na fabricação do açúcar e também na do álcool direto, quando o caldo é submetido ao tratamento de clarificação.
- A torta de filtro é produzida na proporção de 20 a 40 quilos por tonelada de cana, apresentando, em média, 75% de umidade e é utilizada como fertilizante, rica fonte de fósforo.

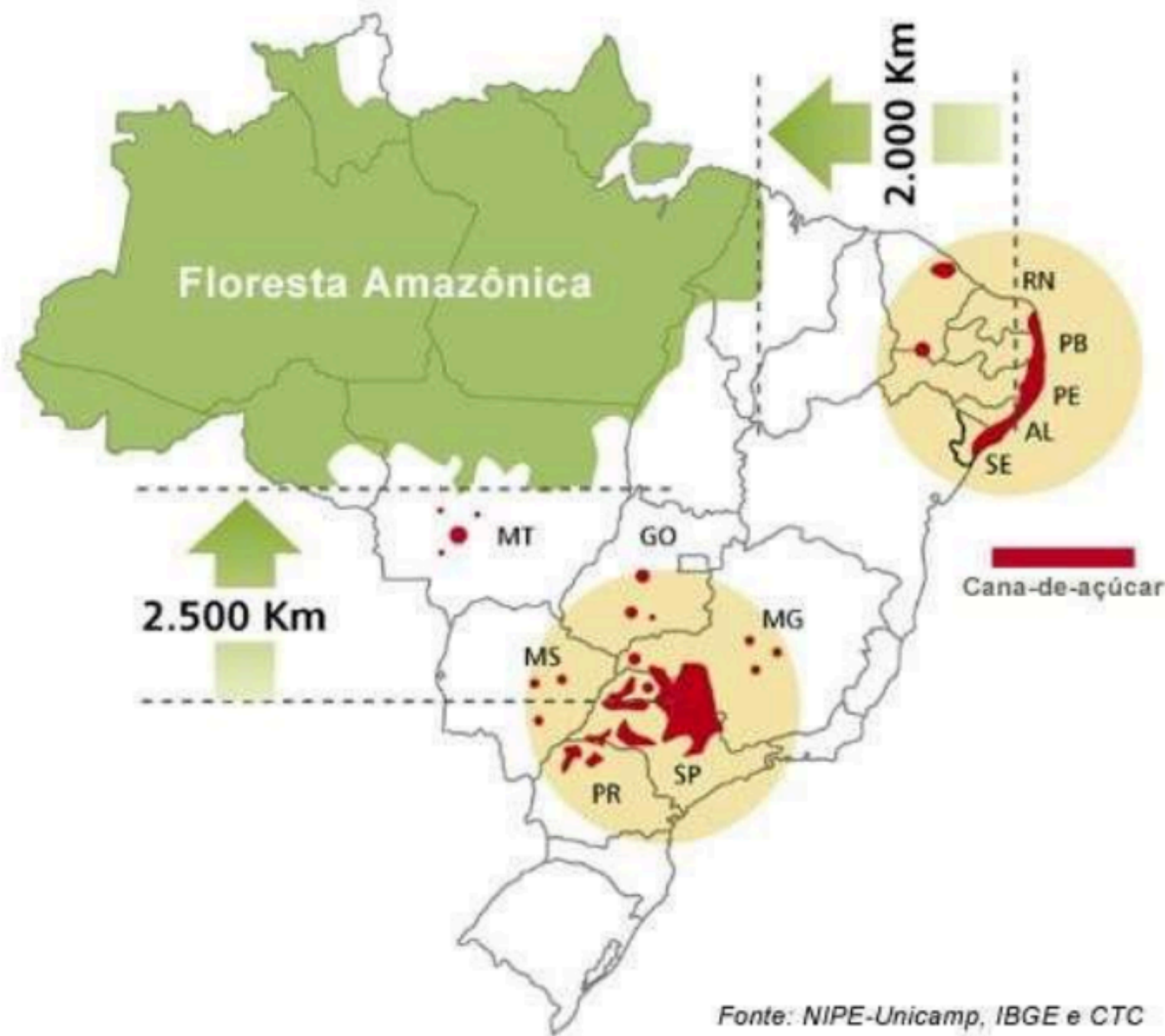
Fonte: EMBRAPA, 2022.



Cultivo

pelo território brasileiro

Cultivo de Cana-de-açúcar pelo território brasileiro

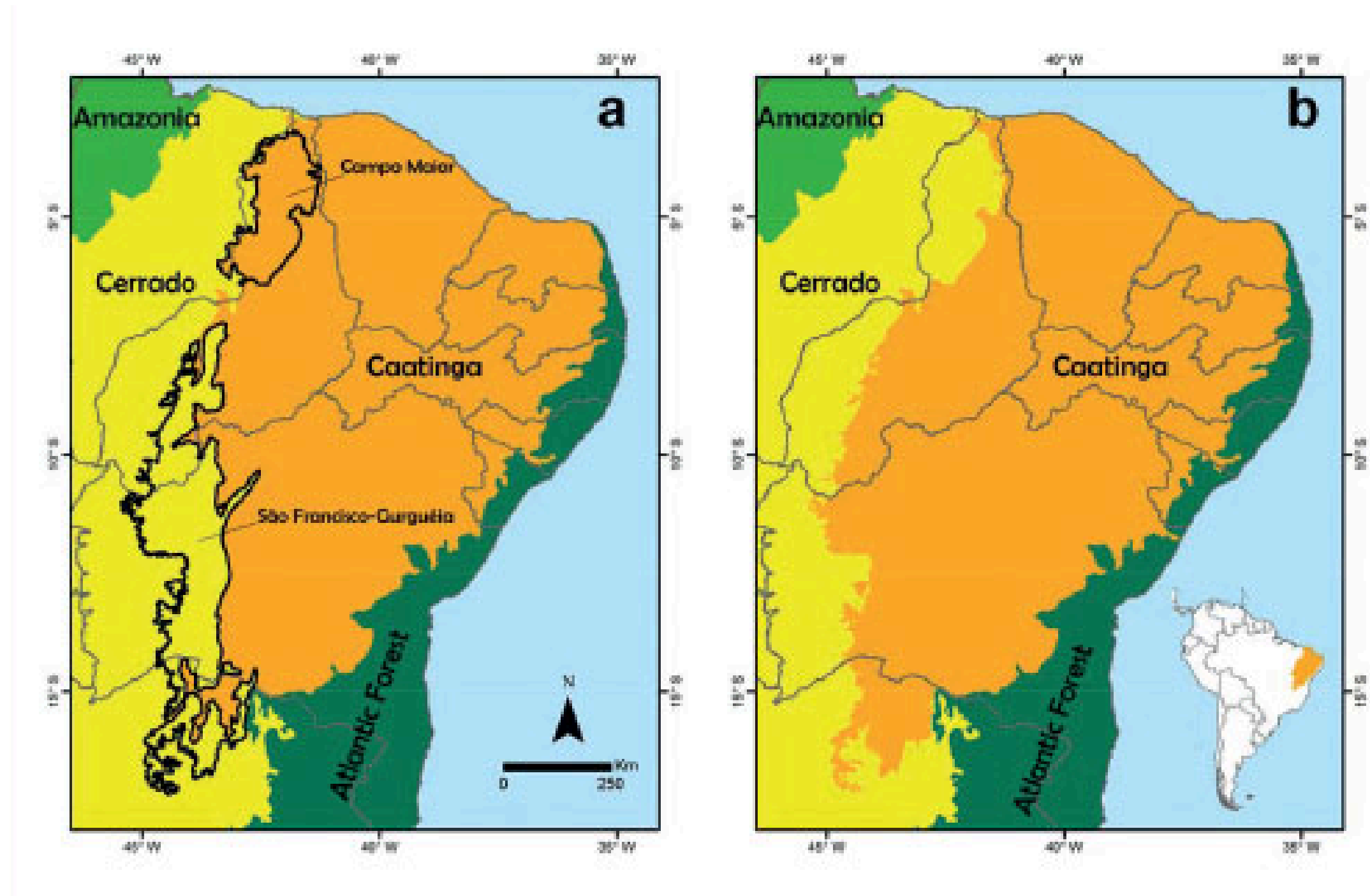


Informações Gerais

- Em PE os empreendimentos estão situados na zona da mata e no litoral (CONAB, 2017);
- No ano de 2022 PE teve uma aumento na área de cultivo de 10,9 mil hectares;
- Aumento de 754 kg/ha de 2021 para 2022.

BIOMAS

Biomas do Nordeste:



Fonte: ABARELLI, Marcelo et al. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade



Ecosystemas frágeis



Ecosystemas frágeis

- São ecossistemas com baixa resiliência, ou seja, têm dificuldade em se recuperar após perturbações.
- Vulneráveis a mudanças ambientais, mesmo pequenas, como desmatamento, poluição ou introdução de espécies exóticas.
- Possuem características naturais que os tornam mais suscetíveis a danos



Fatores que aumentam fragilidade

- Clima extremo e solos pobres.
- Recursos naturais limitados.
- Alta densidade populacional, tanto humana quanto de espécies.
- Perda de biodiversidade, que compromete a estabilidade e o funcionamento do ecossistema.

Ecossistemas frágeis no Brasil



Fonte: IBGE (2014)

BIOMAS

- Mata Atlântica
- Cerrado
- Pantanal
- Amazônia (algumas partes)

OUTROS ECOSSISTEMAS

- Topos de morros, encostas e escarpas de serras
- Cursos d'água (nascentes, margens, lagos, etc)
- Manguezais
- Restingas



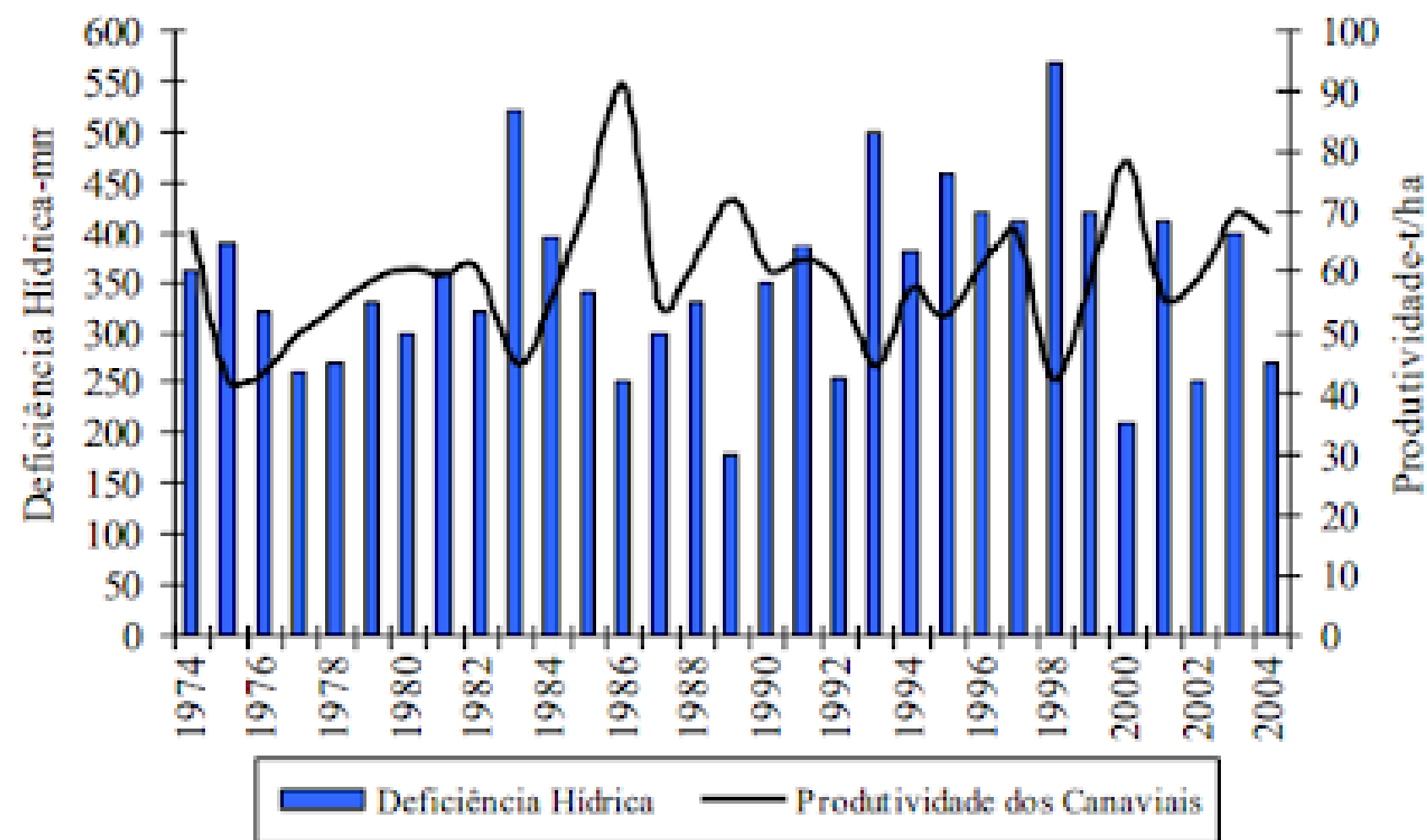
Impactos Ambientais

do cultivo de cana

ÁGUA

Vulnerabilidades: problema das secas e intrusão salina (ANDRADE, M. C. , 2001) e (SILVA FILHO, A. D., 2017)

Produtividade dos canaviais e deficiência hídrica no Nordeste, de 1974 a 2004



Fonte: PEREIRA, B. A. Brasília – D.F., abril/2009

ÁGUA

Impactos da produção de cana-de-açúcar sob a água:

- ➔ Vinhaça- resíduo da cana- como adubo para a plantação e sua consequente contaminação dos lençóis freáticos; (ROLIM, M. M. et al 2013)
- ➔ Poluição das águas por agrotóxicos e fertilizantes; (SILVA, G. C.)
- ➔ Fertilizantes-metais pesados, compactação do solo, eutrofização de rios e lagos; (PEREIRA, B. A., 2009)
- ➔ Represamento dos rios, proliferação de doenças e assoreamento dos mesmos (PEREIRA, B. A., 2009).



SOLO E USO DA TERRA

- Utiliza menos inseticidas quando comparado a lavouras de milho, café e soja e quase nada de fungicidas;
- Baixo uso de agrotóxico quando comparado a lavoura de algodão e laranja (Macedo, 2005)



- Desmatamento tem grande impacto no solo;
- 95% dos pesticidas chegam em diferentes locais de aplicação, assim contaminam o solo (FLAHERTY et al. 2013)
- Uso intenso de máquinas pesadas pode gerar compactação do solo;
- A maior parte do uso do solo é de caatinga degradada com de uso de 57,29%.

Tabela 3 - Principais agrotóxicos utilizados pelos proprietários produtores de cana-de-açúcar no município de Itapororoca-PB

1- Metrimex
2- Divron
3- Atrazina
4- Advance
5- Gramocil
6- Randap
7- Tebuthiuron

Fonte: Tabela de campo, mês julho de 2010

Gráfico 6 - Pontos negativos no uso dos agrotóxicos utilizados pelos proprietários produtores de cana-de-açúcar do município de Itapororoca-PB

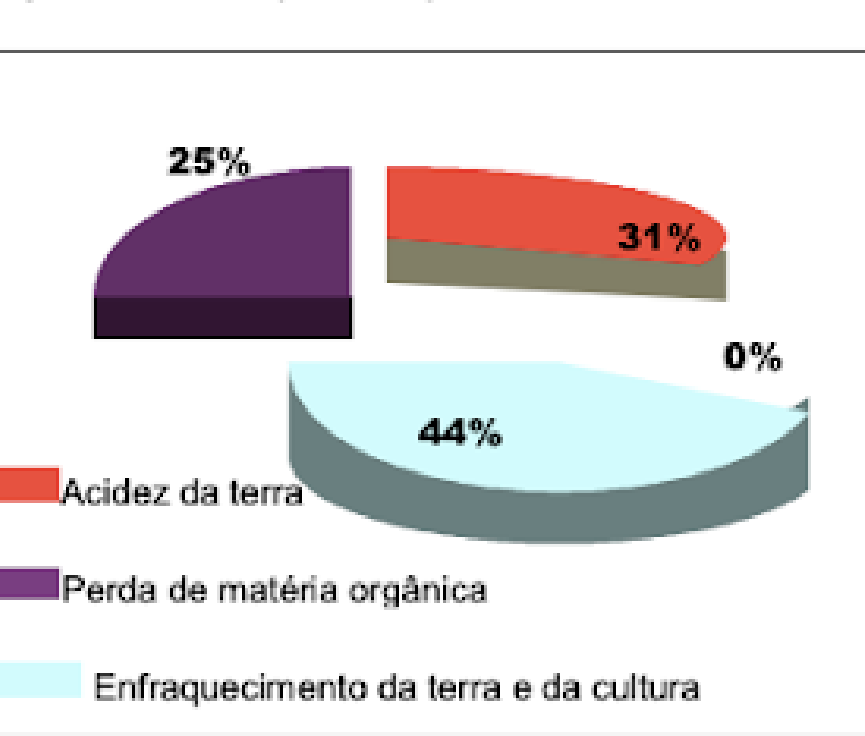


Tabela 4 - Principais problemas enfrentados com o solo e a cultura da cana-de-açúcar no município de Itapororoca -PB

Cultura	%
As condições climáticas	37%
Pragas	33%
O preço	30%
Solo	
Enfraquecimento	41%
Erosão	28%
Saturação	31%

MANEJO COM USO DE FOGO



História das queimadas e suas consequências



Queimadas como forma de baratear as colheitas



De queimadas para colheita mecanizada



Legislação sobre o uso de fogo na agricultura

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

impactos no meio ambiente e
na saúde humana

Poluentes - gerados a partir da queima de açúcar:

Dióxido de carbono, monóxido de carbono, materiais particulados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e compostos orgânicos voláteis.

Afetam o ecossistema:

Chuvas ácidas, mudanças climáticas, efeito estufa e diminuição de ozônio troposférico.

Maiores concentrações de material particulado e CO

próximos a fonte e a medida que a distância à fonte aumenta, os poluentes se dispersam e apresentam menores concentrações.

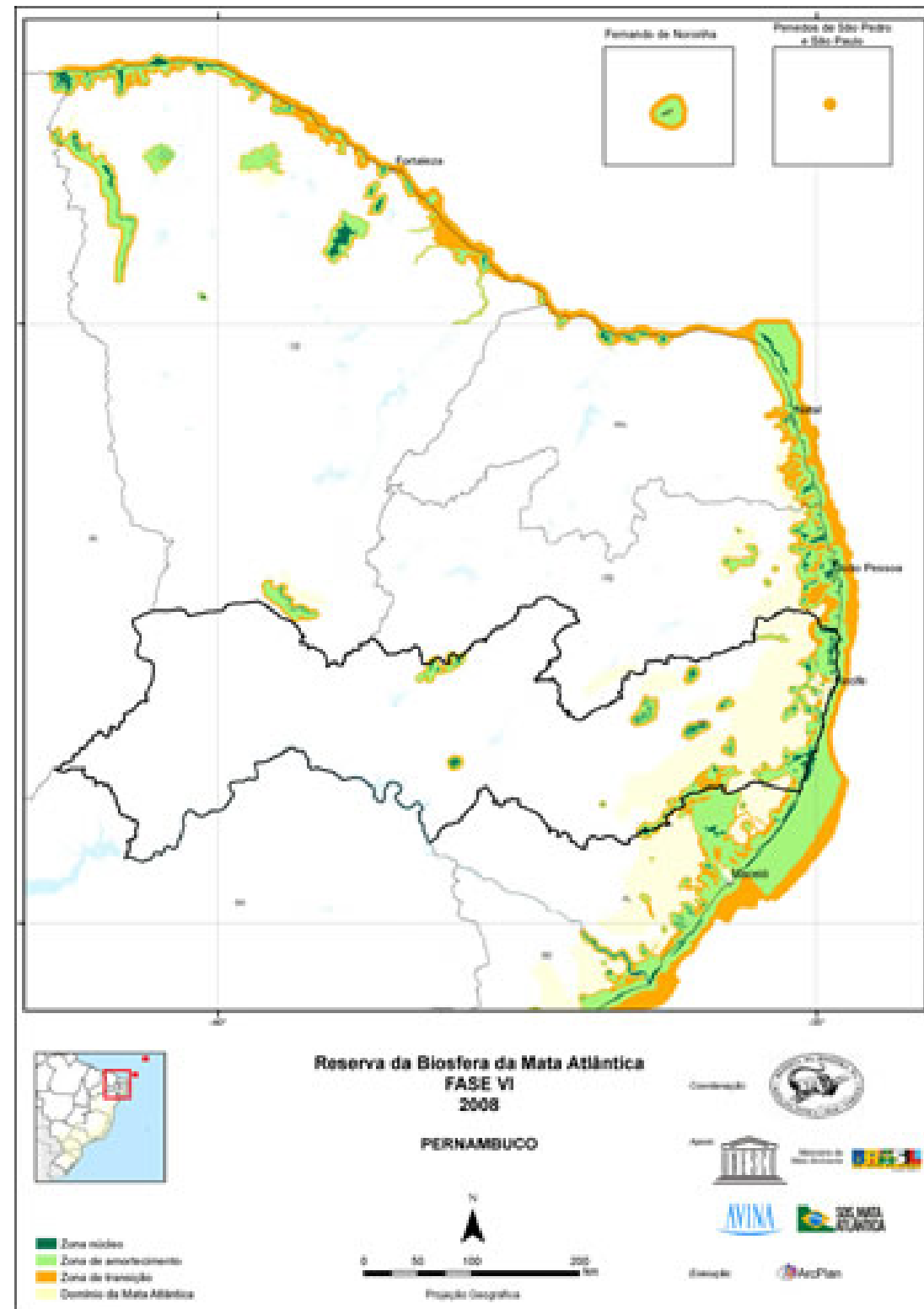
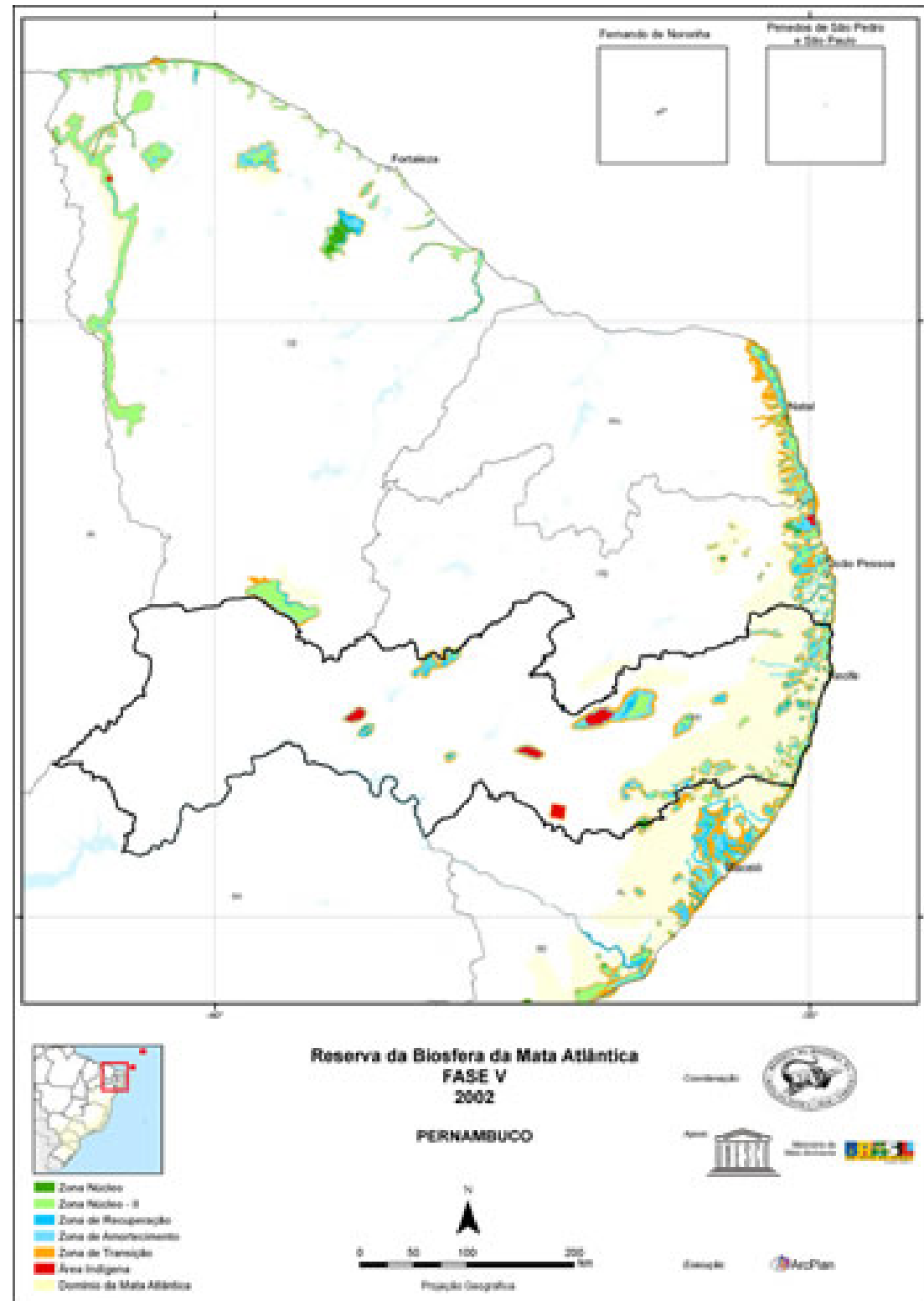
Doenças humanas

doenças respiratórias - bronquite, asma

Contato direto com fuligem

material particulado - nocivo a saúde

Mata Atlântica:



Perdeu 60% de sua cobertura original desde 1974
(Portal de Zoologia de Pernambuco, 2022)

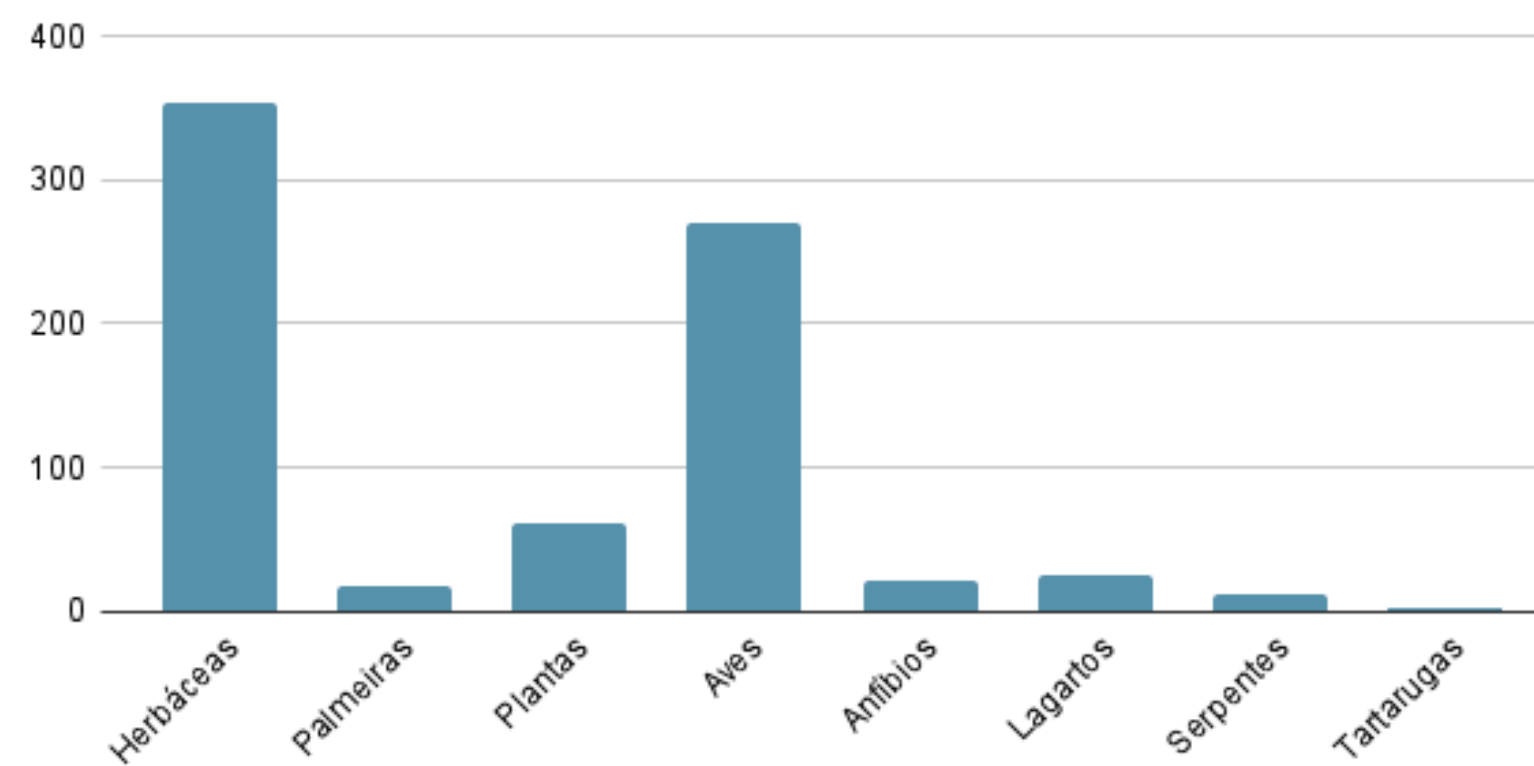
Fonte: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

Caatinga:

51,06%, foi convertida em áreas para usos agrícolas e pastagens. (GONZAGA, V, 2020)

Pernambuco é o estado com o maior número de levantamentos florísticos, principalmente da Caatinga. (OLIVEIRA, P. 2017)

Biodiversidade da Caatinga de Pernambuco



Fonte: Autoral, 2025.



CONCLUSÃO

- O cultivo da cana-de-açúcar em ecossistemas frágeis intensifica impactos ambientais, como degradação do solo, contaminação da água e perda de biodiversidade.
- Áreas como manguezais, nascentes e biomas sensíveis (Caatinga e Mata Atlântica) estão especialmente vulneráveis.
- Os efeitos se estendem à saúde humana, com poluição atmosférica e exposição a substâncias tóxicas.
- É essencial conciliar produção com sustentabilidade, por meio de políticas públicas, manejo adequado e tecnologias menos poluentes.

Referências Bibliográficas

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimentos - **ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR**. v. 4 - Safra 2017/18, n. 1 - Primeiro levantamento, abril de 2017. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar?start=20>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimentos. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**, Brasília, v. 9 – Safra 2022-23, n.2 - Segundo levantamento, p. 1-58, Agosto de 2022. ISSN 2318-792. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Agência de informação tecnológica de cultivos: Cana-de-açúcar. atualizado em: 21/01/2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pos-producao/processamento-da-cana-de-acucar>>. Acesso em: 26 jun. 2025. EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Apud. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SP). A produção mais limpa (P+L) no setor sucroalcooleiro: informações gerais. São Paulo, 2002. 14 p.

ANDRADE, M. C. **Espaço e tempo na agroindústria canavieira de Pernambuco**. ESTUDOS AVANÇADOS 15 (43), 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142001000300020>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Análise cesta básica - Salário mínimo nominal e necessário - abril/2021**. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/analisecestabasica/salarioMinimo.html#2020>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

GONZAGA, V. **Em Pernambuco, 51% da vegetação de caatinga já foi desmatada**. Brasil de Fato. 2020. Disponível em: <<https://www.brasildefato.com.br/2020/04/28/em-pernambuco-51-da-vegetacao-de-caatinga-ja-foi-desmatada>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

EMBRAPA. **Épocas de Plantio e Demanda de Irrigação da Cana-de-Açúcar na Região dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste**. Embrapa Tabuleiros Costeiros Aracaju, SE, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1064904/epocas-de-plantio-e-demanda-de-irrigacao-da-cana-de-acucar-na-regiao-dos-tabuleiros-costeiros-do-nordeste>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

FERREIRA, P. B. et al. **O Manejo Da Lavoura Canavieira Na Zona Da Mata Norte De Pernambuco**. Universidade Federal Rural De Pernambuco Recife - Pe - Brasil. SOBER, Rio Branco, julho de 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.96282>>. Acesso em: 26 jun. 2025.2.

Referências Bibliográficas

MANTOVANI, G. G.; SHIKIDA, P. F. A.; GOMES, M. R. **Diferenças salariais e o impacto da segmentação regional: um estudo para os trabalhadores na cultura de cana-de-açúcar no período de 2012 e 2019**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 60, 13 ago. 2021.

MTE- Ministério do Trabalho. **Anuário RAIS e CAGED**. Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_anuario_rais/anuario.htm>. Acesso em: 26 jun. 2025.

OLIVEIRA, P. **DESMATAMENTO NAS CAATINGAS PERNAMBUCANAS: uma análise da supressão de vegetação autorizada pelo Estado**. 2016. Acesso em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/18770/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Paula%20Daniele%20Final.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2025..

PEDROSA, T. L.; ALMEIDA, S. C. C. **A Relação Dos Rios Com Os Engenhos De Cana-Deaçúcar No Pernambuco Colonial**. Xiii Jornada De Ensino, Pesquisa E Extensão. UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0120-1.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

PEREIRA, B. A.. **Agroindústria canavieira: uma análise sobre o uso da água na produção sucroalcooleira**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/4531>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

Portal de Zoologia de Pernambuco. **Mata Atlântica**. 2021. Disponível em: <<http://www.portal.zoo.bio.br/cat39>>. Acesso em: 26 jun. 2025..

RBMA. **Revisão da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**. 2010. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/rbma/rbma_fase_vi_06_estados_pe.asp>. Acesso em: 22 jun. 2025

ROLIM, M. M.; LYRA, M. R. C. C.; DUARTE, A. S.; MEDEIROS, P. R. F.; SILVA, E. F. F.; PEDROSA, E. M. R. **Influência de uma lagoa de distribuição de vinhaça na qualidade da água**. Ambi-Agua, Taubaté, v. 8, n. 1, p. 155-171, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1014>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SILVA, F. A. D. **Consumo hídrico da cana-de-açúcar sob estresse salino e lâminas de lixiviação no litoral de Pernambuco**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: <<https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1204>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SILVA, G. C. **A Representação Sócio-Econômica Da Cana De Açúcar Para A Região Da Zona Da Mata De Pernambuco**. Geoambiente On-line, Goiânia, n. 14, p. 01–22 pág., 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i14.26005>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

Referências Bibliográficas

TABARELLI, M, LEAL, I, Scarano, F, Silva, J. **Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade**. 2018. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000400009>. Acesso em: 26 jun. 2025.

XAVIER, C. A. C; COUTO, M. L. P; TRINDADE, J. R. B. **As Relações de trabalho no setor sucroalcooleiro de trabalho nordestino no século XXI**: Modernização e permanência da superexploração do trabalho. **Revista Ciências do Trabalho, n. 9, 21 dez. 2017**.

ANDRADE, M. C. de. (2001). **ESPAÇO E TEMPO NA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE PERNAMBUCO**. *Estudos Avançados*, 15(43), 267-280. Recuperado de <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/9836>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

MELO, M. L. de. (2011). **PROLETARIZAÇÃO E EMIGRAÇÃO NAS REGIÕES CANAVIEIRA E AGRESTINA DE PERNAMBUCO**. *Ciência & Trópico*, 4(1). Recuperado de <<https://periodicos.fundaj.gov.br/CIC/article/view/159>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

SANTOS, M. E.V. dos. (2015). **CIRCULAÇÃO DE TRABALHADORES DOS ENGENHOS NA ABOLIÇÃO E NO PÓS-ABOLIÇÃO: HISTÓRIAS, TRAJETÓRIAS E AUTONOMIA**. Revista Aurora, v. 8. n. 2. Recuperado de <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/aurora/issue/view/321>> Acesso em: 26 jun. 2025.

GURGEL, A. Et al. **Espelho sem reflexos: conflitos e vulnerabilidades socioambientais em uma região produtora de cana-de-açúcar**: <[SciELO - Brasil - Espelho sem reflexos: conflitos e vulnerabilidades socioambientais em uma região produtora de cana-de-açúcar](#)> Acesso em: 26 jun. 2025.

NAZARE, Eloah.V - **A ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO DO “BÓIA-FRIA”: A SAGA DO TRABALHADOR RURAL DA LAVOURA DA CANA DE AÇÚCAR NO ESTADO DE PERNAMBUCO - DO ESCRAVO AO BÓIA-FRIA, UMA HISTÓRIA DE “SANGUE, SUOR E LÁGRIMA”** Acesso em: 26 jun. 2025. Scielo Brasil

RODRIGUES, G. S. S. C.; ROSS, J. L. S. **A TRAJETÓRIA DA CANA-DE AÇÚCAR NO BRASIL: PERSPECTIVAS GEOGRÁFICA, HISTÓRICA E AMBIENTAL**. EDUFU, Uberlândia- MInas Gerais, 2020. 272 p.: il.

Intoxicação aguda por agrotóxicos anticolinesterásicos na cidade do Recife, Pernambuco, 2007-2010* Disponível em: <[Intoxicação aguda por agrotóxicos anticolinesterásicos na cidade do Recife, Pernambuco, 2007-2010*](#)> Acesso em: 26 jun. 2025..

Referências Bibliográficas

LIBONI Lara et al, **IMPACTOS SOCIAIS E AMBIENTAIS DA CANA DE AÇÚCAR**. Future SRJ, 2012. Disponível em: <http://revistafuture.org/FSRJ/article/view/101>

SOUZA, Zigomar et al. GEOSTATÍSTICA E ATRIBUTOS DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR, 2008
Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000243> . Acesso em: 26 jun. 2025.

RANGEL, MARIA ; COSTA, JOSÉ ; et. AL. **ESTUDO DA DISPERSÃO DE POLUENTES PROVENIENTES DA QUEIMA DE CANA-DE-AÇÚCAR NO INTERIOR DO ESTADO DE PERNAMBUCO**,
BRASIL. 2014

ECONOMIA PERNAMBUCANA CRESCE 2,5% NO TERCEIRO TRIMESTRE DE 2018. Condepe Fidem. Agência Estadual de Planejamento de Pesquisas de Pernambuco. Governo do Estado de Pernambuco. Disponível em <http://www.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe-fidem/exibir_noticia?groupId=19941&articleId=48981317&templateId=18792964>
Acesso em: 26 jun. 2025.

PIB DE PE EM 2021 FOI DE 4,2% SEGUNDO CONDEPE/FIDEM. Condepe Fidem. Agência Estadual de Planejamento de Pesquisas de Pernambuco. Governo do Estado de Pernambuco. Disponível em < http://www.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe-fidem/exibir_noticia?groupId=19941&articleId=70452809&templateId=18792964>
Acesso em: 26 jun. 2025.

HAMASAKI, C. S; ARAÚJO. T. C. W. C. MERCADO DE TRABALHO E EMPREGO NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO. Revista Economia, Negócios e Finanças, Nº1 pág 81-93. 2002.
Disponível em <<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/4849/4849.PDF>> Acesso em: 26 jun. 2025.

LYRA, T. M. ; BEZERRA, A. C. V. ; ALBUQUERQUE, M. S. V. de. **OS DESAFIOS DOS POLOS DE DESENVOLVIMENTO NA PERSPECTIVA DOS ATORES SOCIAIS LOCAIS DE GOIANA, PERNAMBUCO**. Physis Revista de Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, 25 [4]: 1117-1139. 2015.
Disponível em <<https://www.scielo.br/j/physis/a/QVXySnjmvbMkGDzC6jvsGtP/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 26 jun. 2025.

ARAÚJO, F. V. A **INDÚSTRIA DA CANA DE AÇÚCAR NO BRASIL: IMPACTOS SOBRE A DESIGUALDADE E A POBREZA DAS FAMÍLIAS TRABALHADORAS**. Recife: O Autor, 105 folhas. 2012
Disponível em <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10396/1/Veronica_Fagundes_TESE_2012.pdf>
Acesso em: 26 jun. 2025.

Referências Bibliográficas

GOMES, Marco Antonio Ferreira; PEREIRA, Lauro Charlet; TÔSTO, Sérgio Gomes; ROMEIRO, Ademar Ribeiro.

Áreas frágeis no Brasil: subsídio às discussões sobre o Código Florestal Brasileiro. Jaguariúna – SP: Embrapa Meio Ambiente; Embrapa Monitoramento por Satélite; Universidade Estadual de Campinas, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/919464/1/TostoCISDA.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2025.

A close-up photograph of several sugarcane stalks. The stalks are a mix of green and reddish-brown, with visible nodes and white binding material. A dark green oval is superimposed on the left side of the image, containing white text.

**Muito obrigado
pela atenção!**