

Produção de aguardente de cana - 5ª ed.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	19
1.1 Introdução	25
1.2 Taxonomia e origem	26
1.2.1 Nomenclatura	26
1.3 Ecofisiologia	26
1.3.1 Fatores ambientais	28
1.4 Variedades	29
1.4.1 Censo varietal	29
1.4.2 Principais características na escolha de uma variedade	30
1.4.3 Alocação varietal	30
1.5 Manejo e preparo do solo	32
1.5.1 Planejamento da lavoura	32
1.5.2 Preparo do solo	35
1.5.2.1 Terreno a ser plantado pela primeira vez com cana (área de expansão)	35
1.5.2.2 Terreno já cultivado com cana-de-açúcar (renovação de canaviais)	35
1.5.2.2.3 Sulcação	36
1.6 Plantio	37
1.6.1 Produção de mudas	37
1.6.2 Densidade de mudas	37
1.6.3 Distribuição e cobertura das mudas	38
1.6.4 Épocas de plantio	38
1.6.5 Espaçamentos	40
1.7 Nutrição e adubação	41
1.7.1 Amostragem do solo	41
1.7.2 Calagem	41
1.7.3 Gessagem	42
1.7.4 Fosfatagem	43
1.7.5 Adubação orgânica e verde	43
1.7.6 Adubação química de plantio	44
1.7.7 Adubação química de cana-soca	46
1.8 Manejo integrado de plantas daninhas	47
1.8.1 Cana-planta	47
1.8.2 Cana-soca	48
1.9 Manejo integrado de pragas	51
1.9.1 Broca da cana	51
1.9.2 Cigarrinha das raízes	52
1.9.3 Cupins	53
1.9.4 Bicudos da cana-de-açúcar	53
1.10 Manejo integrado de doenças	54
1.10.1 Mosaico	54
1.10.2 Raquitismo da soqueira	54
1.10.3 Estria vermelha	54
1.10.4 Escaldadura das folhas	55

1.10.5 Carvão	55
1.10.6 Podridão vermelha	55
1.10.7 Ferrugem marrom	56
1.10.8 Ferrugem alaranjada	56
1.10.9 Podridão abacaxi	56
1.10.10 Nematoides	57
1.11 Colheita de cana-de-açúcar	58
1.11.1 Mínimo de maturação	58
1.11.2 Recém cortados	60
1.11.3 Colmos despontados	60
1.11.4 Menor quantidade possível de matéria estranha vegetal ou mineral	61
1.11.5 Boa sanidade	61
1.11.6 Operação de colheita	62
1.11.7 Componentes tecnológicos e qualidade da cana-de-açúcar	62
1.11.8 Rendimento esperado de cachaça	63
1.12 Referências bibliográficas	64
CAPÍTULO 2 - EQUIPAMENTOS PARA ELABORAÇÃO DE CACHAÇA	69
2.1 Introdução	71
2.2 Colheita e preparo da cana	72
2.2.1 Corte da cana	72
2.2.2 Ponto ideal e correto de colheita	73
2.2.3 Preparo da cana	75
2.3 Equipamentos para produção de cachaça	76
2.3.1 Extração do caldo de cana-de-açúcar por moagem	76
2.3.2 Moendas	77
2.3.2.1 Regulagem das moendas	79
2.3.2.2 Tipos de ranhuras	80
2.3.2.3 Fibra % cana-de-açúcar	80
2.3.3 Decantador para o caldo	80
2.3.4 Tanque para ajuste do brix	82
2.3.5 Propagador de fermento	82
2.3.6 Dornas de fermentação	83
2.3.7 Clarificador de mosto	86
2.3.8 Processos de aquecimento	87
2.3.9 Caixa para recepção e separação do destilado	88
2.3.10 Aerador de cachaça	88
2.3.11 Armazenamento	89
2.3.12 Tanque para mistura e padronização de cachaça	89
2.3.13 Garrafas	90
2.3.14 Engarrafadora	90
2.3.15 Rotulagem	90
2.3.16 Resumo do dimensionamento de unidade produtora de cachaça	91
2.4 Referências	94
CAPÍTULO 3 - FERMENTAÇÃO	95
3.1 Introdução	97
3.2 Fermentação	98
3.2.1 Bebidas obtidas por fermentação alcoólica	100

3.3 Processos ou sistemas de fermentação	101
3.3.1 Sistema descontínuo (batelada simples)	101
3.3.2 Sistema semicontínuo (batelada alimentada)	102
3.3.3 Sistema contínuo	102
3.3.4 Sistema fermentativo para produção de cachaça	102
3.4 Microbiota envolvida na fermentação	106
3.4.1 Microbiota natural (selvagem)	106
3.5 Preparo do pé de cuba	109
3.5.1 Pé de cuba 'selvagem'	109
3.5.2 Pé de cuba com levedura selecionada	110
3.6 Fatores interferentes na fermentação alcoólica	114
3.7 Referências bibliográficas	117
CAPÍTULO 4 - DESTILAÇÃO	125
4.1 Introdução	127
4.2 Princípios do processo de destilação	128
4.3 Destilação da cachaça	131
4.3.1 Componentes secundários	134
4.3.2 Separação das frações	136
4.3.3 Aspectos práticos da destilação	139
4.3.4 Cálculo do rendimento	140
4.4 Tipos de destiladores	141
4.4.1 O alambique	143
4.4.1.1 Componentes de um alambique	144
4.4.1.2 Alambique simples de um só corpo	151
4.4.1.2.1 Funcionamento	152
4.4.1.3 Alambique simples de dois corpos	153
4.4.1.3.1 Funcionamento	154
4.4.1.4 Alambique simples de três corpos	155
4.4.1.4.1 Funcionamento	155
4.4.1.4.2 Funcionamento	156
4.4.1.5 Bidestilação	157
4.4.1.6 Pontos críticos de controle	160
4.4.1.6.1 O alcoômetro	160
4.4.1.6.2 Filtragem da cachaça	161
4.4.1.6.3 Filtragem do mosto fermentado	162
4.4.1.6.4 Limpeza do destilador	162
4.4.1.6.5 Controle da temperatura de destilação	162
4.4.1.6.6 A qualidade da água	162
4.4.1.6.7 A separação das frações	163
4.4.1.6.8 Pós-destilação	163
4.4.1.6.9 Análise laboratorial	163
4.4.2 Destilação contínua/sistemática/metódica	163
4.4.2.1 Equipamentos	164
4.4.2.2 Tipos de destilador contínuo	166
4.4.2.3 Funcionamento	167
4.5 Referências bibliográficas	169
4.6 Anexo I	172

CAPÍTULO 5 - PERFIL FÍSICO-QUÍMICO DA CACHAÇA	185
5.1 Introdução	187
5.2 Padrões de identidade e qualidade de cachaça	188
5.3 Compostos secundários	191
5.3.1 Compostos secundários desejáveis	193
5.3.1.1 Ácidos	193
5.3.1.2 Aldeídos	194
5.3.1.3 Álcoois superiores	196
5.3.1.4 Ésteres	198
5.3.1.5 Acetais	200
5.3.2 Compostos secundários indesejáveis	200
5.3.2.1 Metanol	200
5.3.2.2 Furfural	202
5.3.2.3 Acroleína	206
5.3.2.4 Diacetil	209
5.3.2.5 Butan-1-ol (álcool butílico) e Butan-2-ol (álcool sec-butílico)	212
5.3.2.6 Carbamato de etila	213
5.3.2.7 Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	227
5.3.2.8 Glicerol	232
5.3.3 Metais na aguardente	235
5.4 Compostos fenólicos	239
5.5 O cobre, o metanol, o etanol, o carbamato de etila, os HPAs e a saúde humana	246
5.5.1 O cobre	246
5.5.2 O metanol	248
5.5.3 O etanol	249
5.5.4 O carbamato de etila	250
5.5.5 Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos	252
5.6 Observações básicas sobre como produzir uma cachaça de qualidade	252
5.6.1 Quanto à acidez	252
5.6.2 Quanto aos aldeídos	253
5.6.3 Quanto aos álcoois superiores	253
5.6.4 Quanto ao metanol	253
5.6.5 Quanto ao cobre	254
5.7 Análises físico-químicas realizadas em laboratórios	254
5.7.1 Exame organoléptico	254
5.7.2 Teor alcoólico	254
5.7.3 Análise do extrato seco	255
5.7.4 Determinação de metanol	255
5.7.5 Álcoois superiores	256
5.7.6 Acidez volátil	256
5.7.7 Aldeídos	257
5.7.8 Ésteres	257
5.7.9 Cobre	258
5.7.10 Furfural	258
5.8 Análises cromatográficas	259
5.9 Referências bibliográficas	263
CAPÍTULO 6 - ANÁLISE SENSORIAL	279

6.1 Introdução	281
6.2 Importância da análise sensorial	282
6.3 Percepção sensorial e atributos sensoriais da cachaça	283
6.3.1 Aparência	283
6.3.2 Aroma	285
6.3.3 Sabor	286
6.4 Características sensoriais	287
6.4.1 Produção da cachaça e a formação de compostos químicos	287
6.4.2 Ferramentas sensoriais	289
6.5 Requisitos para a realização da análise sensorial	291
6.5.1 Ambiente e estrutura	291
6.5.2 Preparo das amostras e forma de apresentação	292
6.5.3 Perfil dos avaliadores	293
6.6 Metodologias sensoriais	294
6.6.1 Métodos discriminativos	296
6.6.2 Métodos descritivos	297
6.6.2.1 Check-All-That-Apply (CATA)	299
6.6.2.2 Rate-All-That-Apply (RATA)	301
6.6.2.3 Dominância temporal das sensações (TDS)	302
6.6.3 Métodos afetivos	306
6.6.3.1 Grupo de foco	306
6.6.3.2 Teste de aceitação	306
6.7 Referências	310
CAPÍTULO 7 - ENVELHECIMENTO, ARMAZENAMENTO E MATURAÇÃO DA CACHAÇA	319
7.1 Introdução	321
7.2 O que é a madeira?	322
7.3 Grupos vegetais que produzem madeira	326
7.3.1 VI Divisão - Gimnospermae	326
7.3.2 XVII Divisão - Angiospermae	326
7.4 Características desejáveis da madeira para o envelhecimento da cachaça	327
7.4.1 Densidade	327
7.4.2 Cor	327
7.4.3 Cheiro	328
7.4.4 Gosto	328
7.4.5 Permeabilidade	329
7.4.6 Resistência mecânica	329
7.4.7 Durabilidade natural	330
7.5 Legislação de cachaça envelhecida	330
7.6 Tratamentos na madeira para o armazenamento e envelhecimento da cachaça	331
7.7 Reações, incorporação de compostos da madeira e pesquisas em cachaças envelhecidas	334
7.8 Madeiras utilizadas para envelhecimento e armazenamento de cachaça	342
7.8.1 Madeiras de origem nativa	342
7.8.2 Madeiras estrangeiras	347
7.8.3 Madeiras exóticas de florestamento	347
7.9 Vegetais do cerrado utilizados para curtimento de aguardentes	348
7.10 Outros produtos florestais utilizados na produção de aguardentes	349
7.11 Blendagem de cachaças: conceitos, processos e relevância tecnológica	350
7.12 Armazenamento e ou maturação de cachaças usando fragmentos de madeiras	352

7.13 Referências bibliográficas	355
---------------------------------------	-----

CAPÍTULO 8 - ASPECTOS LEGAIS PARA A PRODUÇÃO DE AGUARDENTE DE CANA E CACHAÇA NO ÂMBITO DE COMPETÊNCIA DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E

PECUÁRIA	363
8.1 Histórico	365
8.2 Órgão competente	367
8.3 Autoridade competente	367
8.4 Atribuições de competência do auditor fiscal federal agropecuário outorgadas pelo Decreto nº 12.709/2025	367
8.5 Registro de estabelecimento elaborador de bebida	369
8.5.1 Documentação necessária para o registro de estabelecimento	369
8.5.2 Vistoria do estabelecimento e liberação	370
8.5.3 Alterações no registro do estabelecimento	370
8.5.4 Renovação de registro de estabelecimento	371
8.5.5 Cancelamento/cassação do registro de estabelecimento	371
8.6 Registro de produto (cachaça e aguardente de cana)	371
8.6.1 Alterações no registro do produto	372
8.6.2 Renovação do registro de produto	372
8.6.3 Cancelamento/cassação de registro de produto	372
8.7 Rotulagem de aguardente de cana e de cachaça	373
8.7.1 Informações obrigatórias na rotulagem	373
8.7.1.1 Denominação de venda	373
8.7.1.2 Número do registro no Mapa	375
8.7.1.3 Outros dizeres obrigatórios	375
8.7.2 Informações opcionais na rotulagem	376
8.7.3 Dizeres proibidos na rotulagem	376
8.8 Infraestrutura básica para estabelecimentos elaboradores de aguardente de cana e cachaça	376
8.8.1 Normas de ordem geral	378
8.8.2 Construção do prédio e instalações	378
8.8.2.1 Ventilação	378
8.8.2.2 Iluminação e instalações elétricas	380
8.8.2.3 Abastecimento de água	380
8.8.2.4 Evacuação de efluentes e águas residuais	380
8.8.2.5 Alojamentos, vestidores, sanitários e banheiros	381
8.8.2.6 Instalações para lavagem das mãos nas dependências de elaboração	381
8.8.2.7 Instalações de limpeza e desinfecção	381
8.8.2.8 Produtos de limpeza e desinfecção	382
8.8.2.9 Responsável técnico e controle de qualidade	382
8.8.2.10 Equipamentos e utensílios	382
8.8.2.11 Recipientes para matérias não comestíveis e resíduos	382
8.9 Normas específicas para instalação e equipamentos relacionados à atividade de elaboração de aguardente de cana e cachaça	383
8.9.1 Seção de recepção de cana-de-açúcar e moagem	383
8.9.2 Seção de fermentação	383
8.9.3 Seção de destilação	384
8.9.4 Seção de armazenamento de produto a granel	385

8.9.5 Seção de lavagem de vasilhames	385
8.9.6 Seção de envase	386
8.9.7 Rotulagem/depósito de produto engarrafado/expedição	387
8.9.8 Depósito de insumos, rótulo, vasilhames, tampas	387
8.9.9 Vestidores, sanitários e banheiros	388
8.9.10 Escritório administrativo	388
8.9.11 Depósito de material de limpeza	388
8.9.12 Depósitos de água	388
8.9.13 Depósito de resíduos (vinhoto, cauda, cabeça e outros)	388
8.9.14 Local para produtos devolutos	388
8.9.15 Laboratório	388
8.10 Equipamentos mínimos	388
8.11 Boas práticas de fabricação	389
8.11.1 Requisitos de higiene	389
8.11.1.1 Instalações, equipamentos e utensílios	389
8.11.1.2 Produtos de higiene e desinfecção	390
8.11.1.3 Proibição de animais domésticos	390
8.11.1.4 Sistema de combate às pragas	390
8.11.1.5 Armazenamento de substâncias perigosas	391
8.11.1.6 Subprodutos	391
8.11.1.7 Manipulação, armazenamento e eliminação de resíduos	391
8.11.1.8 Roupas e objetos pessoais	391
8.11.2 Higiene pessoal e requisitos sanitários	392
8.11.2.1 Ensino de higiene	392
8.11.2.2 Condições de saúde	392
8.11.2.3 Lavagem das mãos	392
8.11.2.4 Higiene pessoal	392
8.11.2.5 Conduta pessoal	393
8.11.2.6 Luvas	393
8.11.2.7 Visitantes	393
8.11.3 Requisitos de higiene na elaboração da bebida	393
8.11.3.1 Requisitos aplicáveis à matéria-prima	393
8.11.3.2 Prevenção da contaminação cruzada	393
8.11.3.3 Emprego da água	394
8.11.3.4 Elaboração da bebida	394
8.11.3.5 Armazenamento do produto a granel	394
8.11.3.6 Engarrafamento	394
8.11.3.7 Controle de qualidade e supervisão	395
8.11.3.8 Armazenamento e transporte do produto acondicionado/engarrafado	395
8.12 Requisitos de identidade e qualidade da aguardente de cana e cachaça	395
8.12.1 Definição e classificação	395
8.12.2 Requisitos de qualidade	397
8.12.3 Ingredientes e padrões de identidade e qualidade da aguardente de cana e da cachaça	397
8.12.4 Processos lícitos	399
8.12.5 Práticas e processos ilícitos	399
8.12.6 Garantia da inocuidade, da identidade, da qualidade e da segurança da bebida	400
8.12.6.1 Rastreabilidade	400
8.12.6.2 Recolhimento	401

8.12.6.3 Programas de autocontrole	401
8.13 Programa de incentivo à conformidade em defesa agropecuária	403
8.14 Inspeção e fiscalização exercidas pelo órgão fiscalizador	403
8.14.1 Análise oficial da bebida	404
8.14.1.1 Análise de fiscalização	404
8.14.1.2 Análise pericial ou perícia de contraprova	406
8.14.1.3 Análise de desempate ou perícia de desempate	406
8.14.2 Medidas cautelares	407
8.13.3 Infrações	408
8.14 Processo administrativo de fiscalização agropecuária	414
8.14.1 Introdução	414
8.14.2 Instauração do processo administrativo de fiscalização agropecuária	415
8.14.2.1 Auto de infração	416
8.14.2.2 Defesa	416
8.14.2.3 Instrução e julgamento	416
8.14.2.4 Penalidades	417
8.14.2.5 Aplicação das penalidades	419
8.14.2.6 Termo de ajustamento de conduta	419
8.14.2.7 Conclusão do processo administrativo de fiscalização agropecuária	420
8.14.2.8 Contagem dos prazos	420
8.14.2.9 Prescrição	420
8.15 Anexo I	421
8.16 Referências	423
CAPÍTULO 9 - APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA FABRICAÇÃO DA AGUARDENTE	425
9.1 Introdução	427
9.2 Aproveitamento da ponta da cana	427
9.3 Aproveitamento do bagaço de cana	429
9.3.1 Bagaço de cana como matéria-prima para geração de energia	429
9.3.2 Bagaço de cana como matéria prima para obtenção de carvão ativado	431
9.3.3 Bagaço de cana como matéria prima para obtenção de biocarvão	434
9.3.4 Bagaço de cana como matéria prima para obtenção de etanol de segunda geração	437
9.3.5 Bagaço de cana como matéria prima para alimentação animal	438
9.4 Aproveitamento das frações cabeça e cauda	444
9.5 Aproveitamento do vinhoto (vinhaça)	445
9.5.1 Formas de aplicação da vinhaça	448
9.5.2 Efeito da vinhaça no solo quando usada como fertilizante	449
9.6 Aproveitamento da levedura	450
9.7 Considerações finais	453
9.8 Referências bibliográficas	455
CAPÍTULO 10 - COMERCIALIZAÇÃO E EXPORTAÇÃO DA CACHAÇA	461
10.1 Introdução	463
10.2 A comercialização de produtos agroindustriais	464
10.2.1 Estrutura de mercado	464
10.2.2 Concorrência de mercado	466
10.2.3 Instituições da comercialização	468
10.2.4 Incentivos e impostos para a cachaça	471
10.3 Investimento estrangeiro e comércio global	472

10.3.1 O investimento direto estrangeiro (IDE)	472
10.3.2 O comércio global	473
10.3.3 Estratégias de internacionalização	475
10.4 O mercado atual da cachaça e algumas reflexões	479
10.5 Referências	485
CAPÍTULO 11 - SUGESTÕES DE FORMAS DE USO DA CACHAÇA	489
12.1 Receitas à base de cachaça	491
12.2 Drinks	491
12.2.1 Flips	499
12.2.2 Cobblers	499
12.2.3 Zooms	500
12.3 Pratos salgados	500
12.4 Pratos doces	509
12.5 Aperitivos	518
12.6 Referência	520