



CARTA-ACORDO ENTRE O PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD), A ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE - APNE E O MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO BRA/14/G32 PIMS 3066 SERGIPE

Estudo de atualização da demanda e oferta de biomassas no semiárido brasileiro e cenários futuros

PRODUTO 3

Relatório final da estimativa das demandas de biomassa dos principais setores



P3

Recife
Dezembro
2016

Sumário

Lista de Figuras	4
Lista de Tabelas	5
Siglas	7
Resumo executivo	9
1. Introdução	10
2. Demanda não-energética	13
2.1 <i>Descrição/caracterização</i>	13
2.2 <i>Metodologia adotada</i>	13
2.3 <i>Estimativa da demanda não-energética</i>	15
3. Demanda energética	19
3.1. Demanda domiciliar.....	19
3.1.1. Introdução.....	19
3.1.2. Metodologia.....	21
3.1.3. Resultados.....	29
3.1.4. Considerações finais.....	40
3.2. Demanda industrial e comercial.....	43
3.2.1. <i>Introdução</i>	43
3.2.2. <i>Ramo de Celulose e Papel</i>	47
3.2.3. <i>Ramo Siderurgia</i>	52
3.2.4. <i>Ramo Sucro-alcooleiro</i>	54
3.2.5. <i>Ramo Cerâmica vermelha</i>	56
3.2.6. <i>Ramo Padaria</i>	58
3.2.7. <i>Ramo Gesso</i>	64
3.2.8. <i>Ramo Beneficiamento de Mandioca</i>	66
3.2.9. <i>Ramo têxtil</i>	74
3.2.10. <i>Ramo Óleos vegetais</i>	75
3.2.11. <i>Outros Ramos</i>	77
3.2.12. <i>Setor Comercial</i>	78
4. Conclusões	79
Referências	88
Anexo 1. Municípios caracterizados por sobrepastoreio na região do estudo.	90
Anexo 2. Questionário de campo para levantamento do consumo domiciliar de energéticos.	95
Anexo 3. Consumo de biomassa per capita no setor domiciliar encontrado nos estudos do Projeto PNUD/FAO	96

Anexo 4. Estimativa do consumo de biomassa no setor domiciliar por setor e por região para cada estado do estudo.	97
Anexo 5. Mapas de distribuição da demanda de biomassa energética para cada ramo industrial contemplado no estudo (tMS/a).....	100

Lista de Figuras

Figura 1. Evolução da carga animal média por estado do NE (UA/ha).....	17
Figura 2. Intensidade de pastoreio por município no NE (ano referência 2014)	18
Figura 3. Proporção de domicílios e população Urbanos e Rurais.	21
Figura 4. Regionalização preparada a partir de proposta apresentada pelo IBGE.....	22
Figura 5. Classificação dos municípios do setor URBANO.	24
Figura 6. Classificação dos municípios do setor RURAL.	24
Figura 7. Distribuição geográfica da amostragem domiciliar.	27
Figura 8. Participação no total de energia consumida por tipo de combustível na amostra realizada por subsetor e por região (L = Litoral; A = Agreste; S = Sertão).....	29
Figura 9. Saturação acumulada nos domicílios por Subsetor.....	30
Figura 10. Boxplot para cada subsetor e estrato.....	32
Figura 11. Boxplot para cada região e para cada campanha de amostragem (PB_PE e BA).....	33
Figura 12. Análise de Pareto do consumo industrial em PE, PB, CE, RN e SE (dados de 1990-2010).	46
Figura 13. Municípios com amostragem no ramo Padaria.	60
Figura 14. Localização do polo gesseiro em Pernambuco.....	64
Figura 15. Polos produtivos de mandioca no NE (Fonte: Censo Agropecuário, IBGE).	68
Figura 16. Comparativo da produção de mandioca por estado, 1994-2014.....	69
Figura 17. Histórico da área cultivada e da produção de mandioca no NE.....	69
Figura 18. Municípios visitados no levantamento de campo do ramo “Beneficiamento de mandioca”.....	71
Figura 19: Origem da biomassa por estados	72
Figura 20: Evolução da produção de óleo de soja no Nordeste.....	75
Figura 21: Evolução da produção, elaboração e consumo de biomassa no setor de algodão.....	76
Figura 22. Diagrama de Pareto da demanda total de biomassa na região NE.....	81
Figura 23. Diagrama de Pareto da demanda geradora emissões de GEE na região NE.....	81
Figura 24. Demanda total de biomassa energética na região de estudo (tMS/a).	82
Figura 25. Demanda de biomassa energética do setor Domiciliar na região de estudo (tMS/a).	84
Figura 26. Demanda de biomassa energética do setor Comercial na região de estudo (tMS/a).	85
Figura 27. Demanda de biomassa não-energética (cercas) na região de estudo (tMS/a).	86
Figura 28. Demanda de biomassa energética do setor Industrial na região de estudo (tMS/a).	87

Lista de Tabelas

Tabela 1. Produtividade e carga animal para os diferentes tipos de uso do solo.....	14
Tabela 2. Existências e reposição de estacas e mourões nas cercas dos estabelecimentos rurais no Nordeste (ano base 2006).....	15
Tabela 3. Consumo de madeira para reposição de cercas no NE (estacas e mourões).....	15
Tabela 4. Consumo de madeira para reposição de cercas para cada estado do NE (estacas e mourões).	16
Tabela 5. Número de municípios por estado para cada classe de intensidade de pastoreio.....	18
Tabela 6. Resumo dos impactos ambientais em termos de emissão de GEE e de MUT associados à lenha e ao carvão vegetal.....	20
Tabela 7. Distribuição da população, dos domicílios e número médio de pessoas por domicílio nas áreas urbana e rural.....	21
Tabela 8. Distribuição dos domicílios e Populações Urbanos e Rurais por Sub-Região.....	22
Tabela 9. Estratos para o subsetor PEQUENO URBANO(PU) para municípios com até 200.000 habitantes..	23
Tabela 10. Estratos para o subsetor RURAL(RU) para municípios com população Rural.....	23
Tabela 11. População por subsetor, por região e por estrato.....	25
Tabela 12. Número de domicílios por subsetor, por região e por estrato.....	25
Tabela 13. Número de amostras por região e subsetor.....	26
Tabela 14. Número de amostras por nível de renda e por estrato.....	26
Tabela 15. Fatores de conversão utilizados.....	28
Tabela 16. Unidades não tradicionais e respectivos pesos de combustíveis utilizados nos domicílios do Nordeste Brasileiro.....	28
Tabela 17. Consumo médio de energéticos por domicílio e participação de cada tipo de combustível (%)..	29
Tabela 18. Saturação com combustíveis na amostra de domicílios, por subsetor.....	30
Tabela 19. Consumo total por domicílio (tep/ano) por região e subsetor, média e intervalos de confiança.	34
Tabela 20. Intensidade de amostragem realizada e necessária para 90% de probabilidade e 10% de erro..	34
Tabela 21. Consumo domiciliar de energéticos no subsetor Grande Urbano (tep/a).....	35
Tabela 22. Consumo domiciliar de energéticos no Subsetor Pequeno Urbano (tep/a) por sub-região.....	35
Tabela 23. Consumo domiciliar de energéticos n.o Subsetor Rural (tep/a).....	36
Tabela 24. Consumo de energéticos nos domicílios do Nordeste (ano base 2010, em tep/ano).....	36
Tabela 25. Consumo total de energéticos oriundos de biomassa nos domicílios do NE.....	37
Tabela 26. Formas de obtenção da biomassa consumida nos domicílios amostrados.....	38
Tabela 27. Origem da lenha utilizada para fazer o carvão consumido nos domicílios amostrados (em kg MS de lenha equivalente/ano).....	38
Tabela 28. Origem da biomassa consumida nos domicílios amostrados (kg MS lenha/ano) e estimativa para todo o nordeste (tMS/ano).....	39
Tabela 29. Estimativa dos impactos ambientais associados ao consumo de lenha e carvão vegetal no NE..	41
Tabela 30. Consumo de biomassa (tMS/ano) nos domicílios dos estados do Nordeste.....	42
Tabela 31. Consumo de biomassa florestal (LE+CV em st/a) no setor industrial e comercial em cinco estados do Nordeste a partir dos dados do Projeto PNUD/FAO (base 1990) e Governo de Sergipe (2010).....	43
Tabela 32. Estimativa do consumo industrial/comercial de combustíveis florestais do Nordeste a partir da atualização de Riegelhaupt (2004) (106 st/a).....	44
Tabela 33. Análise de Pareto dos ramos industriais nos estados de CE, RN, PB, PE (1990) e SE (2010).....	45
Tabela 34. Consumo de biomassa total e energética do subsetor Celulosa e Papel (eucalipto).....	50
Tabela 35. Contribuição do sub-setor celulose e papel de eucalipto na geração de eletricidade.....	50

Tabela 36. Produção e consumo de madeira para energia no sub-ramo papel de bambu e de celulose reciclada.....	51
Tabela 37. Consumo e produção de energéticos do ramo sucro-alcooleiro do NE, ano 2014.	55
Tabela 38. Cadastros de cerâmica vermelha e estimativa de consumo de biomassa na região de estudo. ...	56
Tabela 39. Cadastro final de panificadoras na região do estudo.	58
Tabela 40. Amostragem e fonte energética das panificadoras na região de estudo.....	59
Tabela 41. População e consumo anual de pão por estado na região do estudo.....	61
Tabela 42. Estimativa do consumo de biomassa nas padarias da região do estudo.	63
Tabela 43. Estabelecimentos que processam mandioca, por tipo e por UF.	67
Tabela 44. Municípios do Nordeste com alta produção de mandioca.....	67
Tabela 45. Número de municípios e Produção de mandioca (t/a) por UF em 1994 e 2014.	68
Tabela 46. Produção de mandioca em 2014 e média de 20 anos (1994 – 2014).....	70
Tabela 47. Levantamento de campo realizado no ramo Beneficiamento de mandioca.....	70
Tabela 48. Origem da biomassa utilizada nos fornos das casas de farinha no NE.....	71
Tabela 49. Produção e processamento de mandioca e consumo de lenha no ramo, por estado do Nordeste.	73
Tabela 50. Levantamentos existentes do universo e consumo de biomassa no setor têxtil.	74
Tabela 51. Consumo comercial total e per capita em diversos estados no Nordeste.	78
Tabela 52. Demanda de biomassa total e emissora de GEE por setor e subsetor na região NE (10 ⁶ tMS/a).	79
Tabela 53. Distribuição da demanda total de biomassa por setor e por estado (em 10 ⁶ tMS/a).....	80

Siglas

ADEMA	Administração Estadual do Meio Ambiente de Sergipe
APNE	Associação Plantas do Nordeste
ANEEL	Agência Nacional e Energia Elétrica
ASD	Áreas Susceptíveis à Desertificação
BEN	Balanço Energético Nacional
cap	capita
CV	Carvão vegetal
DOF	Documento de Origem Florestal
DT	Degradação da Terra
EELA	Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha da América Latina
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organização para a Agricultura e a Alimentação das Nações Unidas)
GEE	Gases de Efeito Estufa
GE	Gás encanado
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i> (Sistema internacional de relatorias de sustentabilidade)
hab	habitante
IBÁ	Indústria Brasileira de Árvores
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA	Incremento Médio Anual
iNDC	Intended Nationally Determined Contributions - Contribuições Pretendidas e Determinadas Nacionalmente
INPE	Instituto Nacional de Pesquisa Espacial
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
LE	Lenha
MDC	Metro cúbico de carvão vegetal
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MUT	Mudança do Uso da Terra
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PCS	Poder Calorífico Superior
PMFS	Plano de Manejo Florestal Sustentável
prop	propriedade
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SIN	Sistema Interconectado Nacional de energia elétrica
SLM	Sustainable Land Management - Manejo Sustentável da Terra
UA	Unidade Animal

Unidades de medida e equivalências

Descrição	Símbolo	Equivalência
Tonelada equivalente de petróleo	tep	10.800 * 10 ³ Kcal
Tonelada de matéria seca	tMS	1000 kg de matéria seca ou 4.600 x 10 ³ Kcal
Metro estéreo	st	1m x 1m x 1m de material empilhado
Kilocaloria	Kcal	4.385 Joule
Mega	M	10 ⁶ ou milhão de unidades
Hectare	ha	10.000 m ² = 0,01 km ²
Metro Cúbico de Carvão	MDC	Aproximadamente 0,28 t de carvão vegetal
Kilowatt hora	kWh	3.600.000 J = 3,6 MJ

Resumo executivo

Este relatório apresenta uma estimativa atualizada das demandas de biomassa dos principais setores consumidores do Nordeste Brasileiro para o ano base de 2014. Foi realizado pela APNE no quadro do Projeto BRA/14/G32/PIMSA 3066, com o intuito de apoiar o desenho de cenários alternativos e subsidiar políticas de uso sustentável das terras.

Foram consideradas as demandas não energéticas e energéticas, estas últimas em três setores consumidores: Domiciliar, Industrial e Comercial.

Como fontes secundárias, foram utilizados levantamentos prévios, bases de dados do IBGE, cadastros de Federações de Indústrias e Cadastro Técnico Federal. As fontes primárias de informação foram levantamentos de campo específicos onde se obtiveram dados originais sobre consumo de biomassa e outros energéticos nos domicílios e alguns ramos industriais com nenhuma ou pouca disponibilidade de dados, tais como padarias e casas de farinha.

O estudo comprova que de 1990 a 2014 houve mudanças importantes nos padrões e na intensidade de uso de biomassa, com redução notável do consumo total no setor domiciliar. Nos setores industrial e comercial a situação é diversa, com aumentos em alguns ramos e reduções em outros. Os câmbios resultaram de mudanças em número de usuários, nas fontes de energia utilizadas e na intensidade de uso da biomassa.

No setor domiciliar, a amostragem realizada em 1523 domicílios de grandes e pequenas cidades e no meio rural permitiu estimar que 49,6% da energia primária consumida vem de GLP e GN; 11,1% do carvão vegetal; e 39,2% da lenha. O uso de lenha e carvão vegetal soma 4,9 milhões de tMS/ano (21,8 10⁶ st/a de lenha equivalente). Porém, só 46% desta lenha é cortada de árvores vivas; o restante 54% é catada como lenha morta e não gera desmatamento nem emissões de GEE.

No setor Industrial existem sete ramos industriais de grande uso de biomassa lenhosa: cerâmica vermelha, celulose e papel, siderurgia, gesso, beneficiamento de mandioca, óleos vegetais e padaria. Em 2014, o consumo industrial estimado foi de 6,3 10⁶ tMS (ou 29 10⁶ st de lenha equivalente), porém 44% deste vem de fontes não sustentáveis e pode ter impactos ambientais negativos como desmatamento e emissões de GEE.

O consumo do setor comercial (preparação de refeições) é limitado ao carvão vegetal, com uso anual de 0,63 10⁶ tMS de lenha equivalente. Há uso não energético de biomassa no setor agropecuário (madeira para cercas), estimado em 0,63 10⁶ tMS/ano.

Em resumo, o consumo total de biomassa no NE¹ é estimado em 12,43 10⁶ tMS/ano. Aproximadamente a metade de esta demanda é obtida por meios não sustentáveis, como desmatamento e exploração não autorizada de matas nativas.

O consumo domiciliar caiu nos últimos anos, porém o consumo industrial em 2014 é maior que os estimados nos anos 90 e no 2004. Assim, a biomassa continua sendo uma fonte energética importante na região.

¹ O estado do Maranhão não está incluído.

Aproximadamente 50% deste consumo provem de fontes sustentáveis, o que reforça a necessidade de desenvolver políticas que possam garantir seu fornecimento contínuo com impactos ambientais positivos.

1. Introdução

No quadro do Projeto BRA/14/G32 PIMS 3066 Sergipe, a APNE ficou responsável pelo estudo de atualização de demanda e oferta de biomassas no semiárido brasileiro e do desenho de cenários futuros para o uso destas biomassas e suas implicações nas mudanças do uso do solo e nas mudanças climáticas.

A estimativa da oferta de biomassas na região foi apresentada no Produto 5 - *Relatório final das estimativas de ofertas atuais e potenciais de biomassa na região*. O presente documento apresenta o quadro final da demanda por biomassas, sendo o Produto 3 da Carta de Acordo da APNE, ou “Relatório final da estimativa das demandas de biomassa dos principais setores”.

Para os efeitos deste estudo, a demanda de biomassa foi dividida em dois tipos: a) energética, e b) não-energética. E, por sua vez, a demanda energética foi subdividida em três setores consumidores:

1. Domiciliar
2. Industrial
3. Comercial

A estimativa de demanda seguiu a seguinte metodologia básica:

- I. Levantamento de informação ou estimativas anteriores (principalmente os estudos do Projeto PNUD/FAO)
- II. Construção de bancos de dados, seja a partir dos dados do IBGE (demanda domiciliar e não-energética), seja a partir dos cadastros de consumidores existentes (Federações de indústrias, sindicatos/associações, Cadastro Técnico Federal)
- III. Levantamentos de campo
- IV. Análises das informações

A metodologia específica para cada tipo e setor de demanda é detalhada nos capítulos pertinentes.

Há de se destacar que, além de existirem poucos levantamentos prévios da demanda por biomassa na região, os levantamentos mais consistentes (como os do Projeto PNUD/FAO) datam dos anos oitenta/noventa. Desde então até a atualidade ocorreram várias mudanças no quadro do uso de biomassa na região Nordeste, tais como:

- mudança do número de usuários total, potencial e real (tanto no setor domiciliar como industrial e comercial);
- mudança das fontes de energia utilizada pelos usuários, sejam biomassas ou outras;
- mudança na intensidade de uso da biomassa nos diferentes setores, a partir de inovações tecnológicas.

Logo, uma nova caracterização do uso de biomassa e outras fontes de energia em cada um dos setores foi necessária, tanto para quantificar e qualificar a demanda atual como também para possibilitar a comparação com o padrão de consumo anterior e o desenho de possíveis cenários futuros.

Para melhor compreensão das estimativas de demanda, apresentamos os termos e conceitos adotados no trabalho.

- a. **Biomassa energética e não energética:** nem toda a biomassa produzida ou colhida de uma certa fonte é utilizada para obter energia (p. ex. a madeira pode ser usada para estacas e ripas ou para lenha e carvão; as folhas de carnaúba podem ser usadas para tetos e artesanato ou para combustível). Biomassa energética é aquela utilizada para produzir energia.
- b. **Fontes primárias e secundárias de biomassa:** as fontes primárias são comunidades vegetais (árvores, arbustos e ervas) que fotossintetizam e geram biomassa a partir do CO₂ atmosférico. Fontes secundárias são as derivadas de fontes primárias, após um processo de transformação física ou química que gerou, por exemplo, carvão de madeira, cascas de coco, pó de serra.
- c. **Resíduos e coprodutos da biomassa:** resíduos são as partes de uma matéria prima descartadas após um processo de beneficiamento ou transformação. Se ainda têm valor econômico e são reutilizáveis para outro processo, são denominados coprodutos.
- d. **Unidades de medida da biomassa:** tradicionalmente a biomassa lenhosa é medida em metros estéreos. Esta unidade de volume aparente não mede com exatidão a quantidade de massa nem seu conteúdo energético, e pode ser muito diferente dependendo do tipo de material e da forma de empilhamento. Neste estudo utilizamos o peso seco da biomassa, que pode ser determinado com exatidão e permite comparar com outras biomassas não lenhosas.
- e. **Disponibilidade de biomassa total** (Potencial técnico ou estoque): a quantidade de biomassa existente, energética ou não e acessível ou não.
- f. **Fator de acesso (FA):** a razão (ou fração) das áreas acessíveis para manejo, coleta ou colheita em relação a área total de uma fonte de biomassa. Algumas áreas não são acessíveis por diferentes motivos: estarem incluídas em Áreas de Preservação Permanente (APP), de Reserva Legal, de Unidades de Conservação, condições técnicas, restrições colocadas pelos proprietários, entre outras.
- g. **Fator de uso energético (FUE):** a razão (ou fração) da biomassa que é destinada a uso energético.
- h. **Fator de colheita (FC):** a razão entre a biomassa efetivamente colhida e aquela que existe na fonte (descontadas as ressalvas e as perdas ocorridas durante a colheita).
- i. **Oferta de biomassa disponível:** parte da disponibilidade total que é acessível para ser colocada no mercado ou que é de livre acesso para os usuários.
- j. **Oferta de biomassa legalizada:** parte da oferta de biomassa disponível oriunda de fontes legalizadas ou que independem de autorização ou licenciamento pelos órgãos ambientais.

- k. **Oferta de biomassa energética:** parte da oferta disponível de biomassa que entra no mercado energético, ou é apropriada pelos usuários para fins energéticos.
- l. **Demanda de biomassa:** a quantidade de biomassa necessária ou procurada pelos usuários. Pode ser atual ou potencial.
- m. **Consumo de biomassa:** quantidade de biomassa utilizada em um processo para obter um produto ou serviço. Normalmente relacionada com unidade de tempo (dia, semana, mês, ano).
- n. **Consumo específico:** quantidade de biomassa utilizada para obter uma unidade de produto final ou de um processo. No caso de biomassa energética se expressa em tMS/unidade de produto.
- o. **Desmatamento:** retirada da vegetação florestal nativa de uma área para uso alternativo do solo. Implica uma mudança definitiva do uso da terra, mesmo que não voltará a ser ocupada por vegetação arbórea ou arbustiva nativa dentro do horizonte temporal considerado (até 2030). O desmatamento poder ser legal (com autorização) ou ilegal (sem autorização)
- p. **Corte não autorizado:** exploração da vegetação florestal nativa para obter produtos madeireiros ou não madeireiros realizada sem Plano de Manejo legalizado. Esta exploração não acarreta mudança definitiva do uso da terra no horizonte temporal considerado (até 2030). As áreas exploradas entram em processo de regeneração natural e continuam sendo áreas de floresta.

As principais unidades de medida e equivalências adotadas são apresentadas no quadro abaixo.

TIPO de BIOMASSA	Unidades tradicionais	Volume empilhado	Peso verde da unidade tradicional	Peso Seco da unidade tradicional	Poder Calorífico Superior
Lenha	metro estéreo	1m *1m *1m = 1 m ³ aparente	Caatinga: 315 kg Cajueiro: 450 kg Algaroba: 405 kg Eucalipto: 550 kg	Caatinga: 214 kg Cajueiro: 247 kg Algaroba: 287 kg Eucalipto: 303 kg	4,6 Kcal/g
Casca de coco	Carga de caminhão (truck)	30 m ³	4600 kg	3500 kg	4,5 Kcal/g
Serragem	Carga de caminhão (truck)	30 m ³	5400 kg	4320 kg	4,6 Kcal/g
Palha de cana	Paca ou fardo prismático	2,6 m ³	450 kg	400 kg	4,5 Kcal/g

Reforçamos que a área deste estudo contemplou os estados PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE e BA.

2. Demanda não-energética

2.1 Descrição/caracterização

Historicamente, os estudos sobre a demanda por biomassa na região Nordeste, além de serem poucos, contemplaram exclusivamente a demanda por lenha e carvão, ou seja, a biomassa florestal energética. As demandas para outros usos como construções rurais (cercas, currais, moradias), artesanato e fabricação de móveis e utensílios com madeiras locais (marcenaria, carroças, carro de boi, ferramentas,) não foram estudadas. Neste trabalho se fez um esforço para avaliar a maior parte destas demandas.

Situação das demandas não energéticas

A tendência observada no último decênio sugere que a construção de moradias no Nordeste já quase não utiliza madeiras roliças nativas. A totalidade dos elementos estruturais nas novas construções é de alvenaria, e os telhados são suportados com madeira serrada em esquadrias, que vêm de fora da região. Contudo, subsiste uma forte demanda de biomassa florestal não energética para construção e reposição de cercas nas propriedades rurais.

Outra demanda importante é ocasionada no consumo de biomassa florestal pelo pastoreio extensivo. Ainda que esse consumo não seja visualmente perceptível, o pastoreio consome parte da produção primária das árvores da caatinga que posteriormente não fica disponível como biomassa lenhosa para outras formas de uso. As estimativas de oferta de biomassa da caatinga (baseadas nas taxas de crescimento) já incorporam em grande medida os efeitos da extração da biomassa por pastoreio extensivo e, portanto, são adequadas para quantificar os potenciais de produção de biomassa para energia. Contudo, a consideração desse consumo é importante no momento de definir sistemas sustentáveis de produção e alternativas de combate às mudanças climáticas.

No presente estudo foram caracterizadas duas demandas não-energéticas, consideradas como as de maior importância atual:

- biomassa para cercas
- pastoreio extensivo

2.2. Metodologia adotada

Demanda de biomassa para cerca no NE

A estimativa desta demanda foi feita utilizando-se do seguinte raciocínio:

- o número e classes de área dos estabelecimentos foram obtidos no Censo Agropecuário de 2006
- os estabelecimentos têm forma quadrada;
- o comprimento de um lado (em m) pode ser calculado para cada uma das classes de área dos estabelecimentos;
- de cada estabelecimento é considerado apenas um dos lados (sendo os restantes computados como vizinhos);
- na média, existe uma peça (estaca ou mourão) a cada dois metros de cerca perimetral;
- 90% das peças são estacas, e 10% das peças são mourões;
- a duração ou vida útil das peças vai de 15 a 20 anos, com reposição a cada 17,5 anos e taxa de reposição anual igual a 5,7%;

- o produto do número de estabelecimentos por cada classe de área multiplicado pelo valor do comprimento médio é igual ao perímetro de todos os estabelecimentos nessa classe;
- se deve adicionar 25% ao valor do perímetro para considerar cercas interiores;
- se inclui um curral de 50 x 40 m (180 m lineares) em cada estabelecimento > 50ha;
- nos currais existe uma peça / metro, sendo 25% mourões e 75% estacas;
- o número total de peças a repor anualmente = [(comprimento de cercas perimetrais/2) + (comprimento de cercas internas/2) + (número de estabelecimentos > 50 ha * 180)] *5,7%;
- as dimensões da estaca média são 0,12 m diâmetro x 2,20 m comprimento (com volume sólido = 0,025 m³/estaca e peso seco = 0,020 tMS/estaca);
- as dimensões do mourão médio são 0,20 m diâmetro x 2,20 m comprimento (com volume sólido = 0,069 m³/mourão e peso seco = 0,055 tMS/mourão).

Pastoreio extensivo

A pressão do pastoreio extensivo não é traduzido em quantidade de demanda por biomassa. Uma aproximação da pressão do pastoreio extensivo foi calculada a partir dos seguintes dados do IBGE para cada município:

- Área de floresta nativa (ha)
- Área plantada de forrageiras para corte (ha)
- Área de pastagens naturais (ha)
- Área de pastagens plantadas degradadas (ha)
- Área de pastagens plantadas em boas condições (ha)
- Área de sistemas agroflorestais (ha)
- Número de cabeças de bovinos, ovinos e caprinos por município transformado em Unidade Animal (UA) utilizando-se os seguintes fatores de conversão:

$$1 \text{ UA} = 1 \text{ bovino} = 4 \text{ caprinos} = 4 \text{ ovinos}$$

A capacidade de carga animal para cada tipo de uso do solo (floresta nativa, pastagens, etc.) foi levantada a partir de referências bibliográficas e consultas a especialistas. Considerou-se o consumo diário de 9 kgMS por Unidade Animal (considerando 2% de peso vivo (PV) para um PV médio de 450 kg).

A Tabela 1 apresenta as produtividades e respectivos cargas animais para cada tipo de uso do solo.

Tabela 1. Produtividade e carga animal para os diferentes tipos de uso do solo.

Tipo de forragem	Produtividade (tMS/ha.a)	Carga animal (UA/ha)
Floresta Nativa (caatinga)	0,4	0,12
Lavouras-área plantada com forrageiras para corte	10	3,03
Pastagem plantada em boas condições	5	1,5
Pastagem Natural	6	1,8
Pastagem plantada degradada	1,5	0,45
Sistemas agroflorestais	2	0,61

A partir dos dados das áreas de cada tipo de uso do solo e a capacidade de carga animal da Tabela 1, foi estimada a “capacidade de carga animal do município”. Em seguida foi calculada a razão entre esta capacidade de carga animal do município e o número de UA real do município (IBGE).

Para avaliar o grau de (sobre)pastoreio de cada município foram utilizadas as seguintes classes:

- <= 1 : sem sobrepastoreio
- 1 – 2 : provável sobrepastoreio
- > 2 : evidente sobrepastoreio

Como esses fatores são basicamente referências para a região do sertão e agreste, a análise ficou restrita à essas duas regiões, excluindo a região do bioma Mata Atlântica.

É importante enfatizar que esse cálculo representa uma estimativa aproximada da (sobre)carga animal e do (sobre)pastoreio uma vez que podem ocorrer grandes oscilações nas produtividades e respectivas cargas animais. Esses fatores são altamente influenciados pelas condições climáticas, edáficas, tratos culturais, etc.

2.3. Estimativa da demanda não-energética

Demanda de biomassa para cerca no NE

A estimativa de consumo de estacas e mourões nas cercas perimetrais é apresentada na Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 2. Existências e reposição de estacas e mourões nas cercas dos estabelecimentos rurais no Nordeste (ano base 2006).

Tipo de cerca	Total de peças existentes	Reposição (Peças/ano)	Estacas /ano	Mourões / ano
Cercas perimetrais	338,8 10 ⁶	19,4 10 ⁶	17,4 10 ⁶	1,9 10 ⁶
Cercas Internas (25% adicional)	84,7 10 ⁶	4,8 10 ⁶	4,4 10 ⁶	0,5 10 ⁶
Currais	36,4 10 ⁶	2,1 10 ⁶	1,6 10 ⁶	0,5 10 ⁶

Tabela 3. Consumo de madeira para reposição de cercas no NE (estacas e mourões)

Unidade de medida	10 ⁶ st/ano			10 ⁶ tMS/ano		
	Estacas	Mourões	TOTAL	Estacas	Mourões	TOTAL
Cercas Perimetrais	1,65	0,51	2,16	0,35	0,11	0,45
Cercas Internas (25% adicional)	0,41	0,13	0,54	0,09	0,03	0,11
Currais	0,15	0,14	0,28	0,03	0,03	0,06

TOTAL	2,21	0,77	2,99	0,46	0,16	0,63
--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Por sua vez, a Tabela 3 apresenta esse consumo por estado contemplado.

Tabela 4. Consumo de madeira para reposição de cercas para cada estado do NE (estacas e mourões).

UF	Consumo (tMS/a)
AL	25.323
BA	262.961
CE	89.571
PB	45.961
PE	71.030
PI	80.457
RN	29.888
SE	22.027
Total	627.219

O fornecimento de estacas e mourões para construção e manutenção de cercas ocorre de três formas:

1. por corte seletivo das peças de espécies preferidas existentes nas mesmas propriedades ou em propriedades vizinhas. Parte deste fornecimento é comercializada mas acontece localmente.
2. por corte seletivo ou raso da espécie Sabiá, geralmente em áreas de PMFS na região da Chapada do Ibiapaba do Ceará e Piauí. O destino dessas estacas/mourões é principalmente a região Agreste e Litoral dos estados do NE.
3. por corte seletivo ou raso de algarobais espontâneos ou plantados para uso nas cercas da propriedade ou para comércio local. Essa espécie se destaca pela preferência dos proprietários porém tem fornecimento limitado.

Pressão do pastoreio extensivo

Foi realizada a análise da evolução da carga animal média por município nos diferentes estados ao longo dos últimos 20 anos e a representação geográfica desse índice utilizando as 3 classes de carga animal.

A Figura 1 apresenta a evolução da carga animal média para cada estado do estudo ao longo dos últimos 20 anos (1994 – 2014), estimada a partir da área total do município e o número total de UA do município. Observa-se uma tendência geral de aumento da carga animal ao longo dos anos com uma queda marcante em 2012 em alguns estados devido provavelmente à seca excepcional. No estado do PI e em menor grau o Ceará observa-se uma baixa carga animal. Por outro lado, nos estados de Sergipe e Alagoas essa carga é bem mais elevada, provavelmente devido à predominância de regiões com clima mais úmido (com mais pastagem e maior produção de forragem).

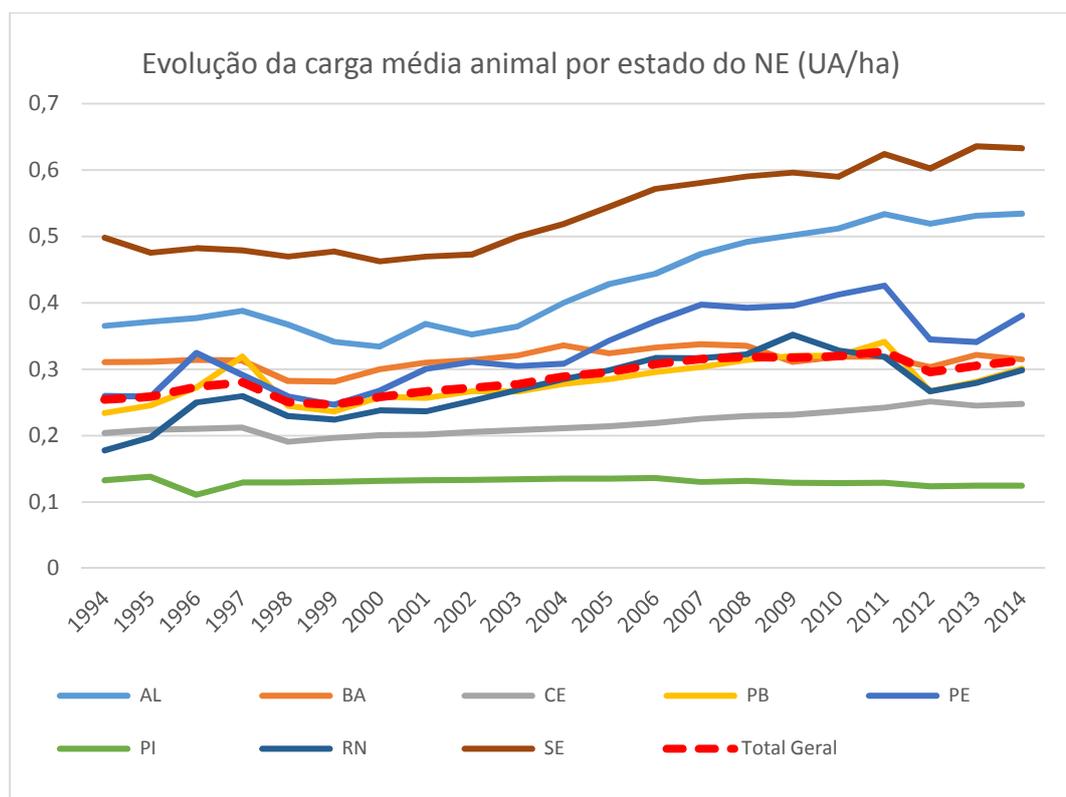


Figura 1. Evolução da carga animal média por estado do NE (UA/ha).

Enquanto a Figura 1 apresenta os resultados médios por estado, a Figura 2 apresenta os resultados por município e por classe de intensidade de pastoreio, junto com os núcleos de desertificação. Por sua vez, a Tabela 5 apresenta o número de municípios em cada classe para todos os estados contemplados. Observa-se que em mais de 84% da área não se registra sobrepastoreio (Classe de intensidade <1); em 11 a 12% da área ocorre até o dobro da carga animal teoricamente permitida (Classe de intensidade de 1,01 a 2,0); e em apenas 1 a 4% ocorre um claro sobrepastoreio (Classe de intensidade > 2,01). As altas intensidades de pastoreio são observados em municípios nos estados do Ceará, Piauí e Bahia. O **Anexo 1** apresenta a lista dos municípios com excesso de pastoreio calculado que merecem uma atenção especial na busca de um maior equilíbrio entre carga animal e disponibilidade de forragem.

Ainda que o presente estudo esteja baseado em dados de 2006 e que a carga animal foi calculada em bases municipais, observando a Figura 2, não há uma sobreposição entre a maior carga animal e os núcleos de desertificação, sugerindo que o pastoreio extensivo pode não ser um fator principal desse processo.

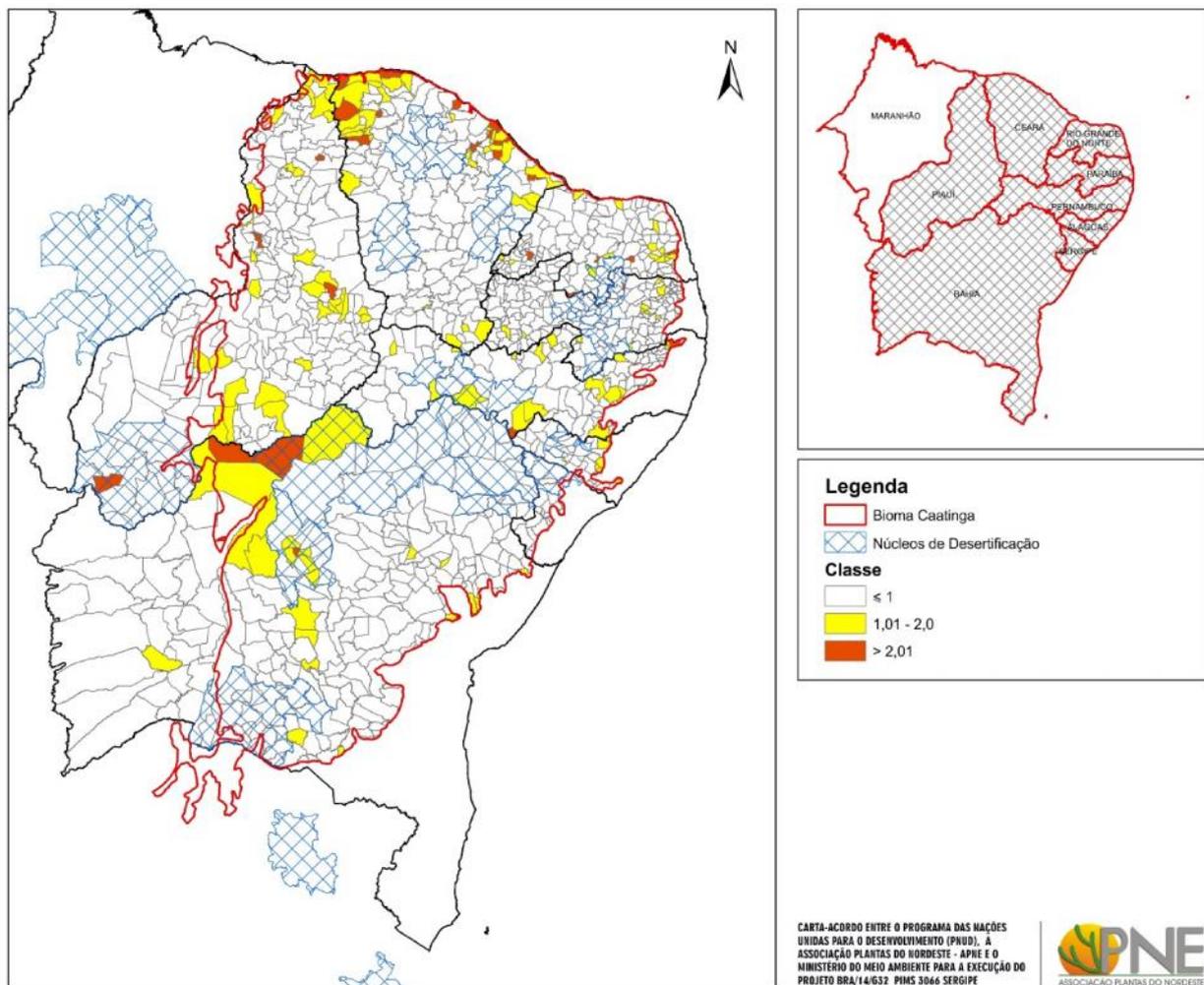


Figura 2. Intensidade de pastoreio por município no NE (ano referência 2014)

Tabela 5. Número de municípios por estado para cada classe de intensidade de pastoreio.

Bioma	UF	< = 1,0	1,01 – 2,0	> 2,0	Total
Caatinga	AL	40	8		48
	BA	213	22	4	239
	CE	137	29	18	184
	PB	188	15	2	205
	PE	94	21	4	119
	PI	165	30	6	201
	RN	131	16	9	156
	SE	29	1		30
	Total		998	142	43
		84%	12%	4%	
Cerrado	BA	42	3		45
	PI	57	9	1	67
	Total	100	12	1	113
			88%	11%	1%

3. Demanda energética

3.1. Demanda domiciliar

3.1.1. Introdução

O setor domiciliar é formado pelos domicílios das áreas urbanas e rurais. O consumo domiciliar é o gasto de energéticos feito nos domicílios para preparar refeições dos moradores e esquentar água. Aqueles domicílios que cozinham alimentos para venda ou para criar animais não foram considerados na amostragem.

A avaliação dos efeitos ambientais do consumo de energéticos florestais no setor domiciliar é importante, porque a redução de emissões de GEE, a captura de C na vegetação nativa e a redução do desmatamento estão entre os objetivos principais do Projeto BRA/14/G32 PIMS 3066 SERGIPE. Considerando que o setor domiciliar é um importante consumidor regional de energia na forma de carvão vegetal e lenha, é necessário saber quanta biomassa florestal é consumida pelo setor e como ela é obtida.

Os domicílios consomem energia de distintas fontes e para atender necessidades diversas:

- *Eletricidade* para iluminação, força motriz, aquecimento de água;
- *Gás Liquefeito de Petróleo* (GLP ou propano-butano) para cozinhar;
- *Gás natural (metano)* para cozinhar e esquentar água;
- *Carvão Vegetal* para cozinhar;
- *Lenha* para cozinhar.

Cada fonte energética tem impactos ambientais diferentes, que são dependentes do modo de obtenção e da eficiência de seu uso final. Como muitas destas fontes são intercambiáveis, a participação de cada fonte no consumo dos domicílios e a forma de obtenção de cada energético tem forte influência nos impactos ambientais resultantes, visto que, quando uma fonte de energia substitui a outra, se atende à mesma necessidade, porém os impactos ambientais são diferentes.

Para os fins deste estudo, consideramos três impactos ambientais derivados do consumo de energéticos no setor domiciliar:

- **As emissões de GEE** (CO₂, CH₄, NO_x), expressadas em tCO₂/ano. Podem ser positivas ou nulas.
- **A variação dos estoques de carbono na vegetação**, expressadas em tC. Esta pode ser positiva (quando há sequestro de carbono na vegetação) ou negativa (quando existe emissão de carbono para a atmosfera).
- **A variação da cobertura florestal da região**, expressada em 10⁶ ha. Pode ser positiva ou negativa.

Os impactos ambientais de uso da biomassa lenhosa para energia são muito diferentes dependendo:

- *da condição da biomassa* (viva ou morta)
- *da forma de obtenção* (por corte ou por catação)
- *do uso atual do solo onde é obtida* (áreas de florestas manejadas, desmatamento ou áreas já antropizadas como roçados, pastos, beiras de estrada, quintais, etc.)

A Tabela 6 resume os impactos ambientais de cada forma de obtenção de lenha, seja para uso direto ou para produção de carvão vegetal.

Tabela 6. Resumo dos impactos ambientais em termos de emissão de GEE e de MUT associados à lenha e ao carvão vegetal.

Obtenção	Condição	Origem	Emissão líquida	Mudança de uso da terra
COMPRA	Madeira Viva	Manejo Florestal Sustentável	NULA	NULA
	Madeira viva	MUT	MÁXIMA	MÁXIMA
	Madeira viva	Exploração florestal não autorizada	MÁXIMA	MÁXIMA
CATAÇÃO	Madeira morta	Vegetação Nativa	NULA (*)	NULA
	Madeira morta	Áreas já antropizadas	NULA	NULA
CORTE PRÓPRIO	Madeira viva	Áreas já antropizadas	MÉDIA	NULA
		Vegetação Nativa	MÁXIMA	MÁXIMA

(*) em relação à linha de base

Pode-se assumir, então, de modo geral, que existem atualmente quatro modelos de uso da biomassa florestal nativa para fins energéticos no setor domiciliar do Nordeste Brasileiro:

- A. uso de madeira morta, de qualquer origem e forma de obtenção: tem efeitos ambientais nulos em termos de emissões de GEE, dos usos do solo e dos estoques de Carbono;
- B. uso de lenha de Manejo Florestal Sustentável(MFS): não gera emissões nem mudanças de uso da terra e conserva os estoques de Carbono estáveis no longo prazo;
- C. uso de madeira viva, obtida de áreas antropizadas: gera emissões diretas de GEE com efeitos marginais nos estoques de C na vegetação e não acarreta em mudanças de uso da terra;
- D. uso de lenha viva, obtida por compra ou por corte próprio de matas não manejadas: é o único com efeitos importantes em termos de emissão e mudanças de uso da terra.

As políticas dirigidas a reduzir as emissões e evitar o desmatamento como uma forma de combate à desertificação devem aumentar a participação da lenha obtida dos modelos A e B, bem como evitar o uso de lenha no modo D. O modo C não é prioritário na definição de políticas, pois pode ter efeitos ambientais variados que provavelmente não são muito importantes e de modo geral são positivos ou neutros.

3.1.2. Metodologia

Definição do Universo

O universo amostrado foi o dos domicílios do Nordeste tendo como fonte de informações o Censo Demográfico do IBGE, 2010. A Tabela 7 mostra para cada Estado a distribuição da população e dos domicílios e o número médio de moradores por domicílios nas áreas Urbanas e Rurais.

Tabela 7. Distribuição da população, dos domicílios e número médio de pessoas por domicílio nas áreas urbana e rural.

Estados	População Urbana	População Rural	Domicílios Urbanos	Domicílios Rurais	Pessoas / Domicílio Urbano	Pessoas / Domicílio Rural
AL	2.297.860	822.634	640.765	206.487	3,7	4,0
BA	10.102.476	3.914.430	3.041.478	1.064.019	3,4	3,6
CE	6.346.557	2.105.824	1.812.765	557.046	3,5	3,7
PB	2.838.678	927.850	831.290	251.506	3,4	3,7
PE	7.052.210	1.744.238	2.094.295	457.022	3,5	3,8
PI	2.050.959	1.067.401	569.346	280.394	3,5	3,8
RN	2.464.991	703.036	713.359	187.980	3,5	3,7
SE	1.520.366	547.651	442.702	150.546	3,5	3,6
Total Geral	34.674.097	11.833.064	10.146.000	3.155.000	3,5	3,7
	75%	25%	76%	24%	3,5	3,7

Fonte: Censo Demográfico 2010 - IBGE

Verifica-se a concentração da população e dos domicílios nas áreas urbanas (75% e 76%). Também vale destacar que o número de moradores por domicílios tem valores médios muito próximos para a área urbana e rural, com 3,5 e 3,7 moradores, respectivamente. A Figura 3 a seguir apresenta a proporção de domicílios e da população nas áreas urbanas e rurais.

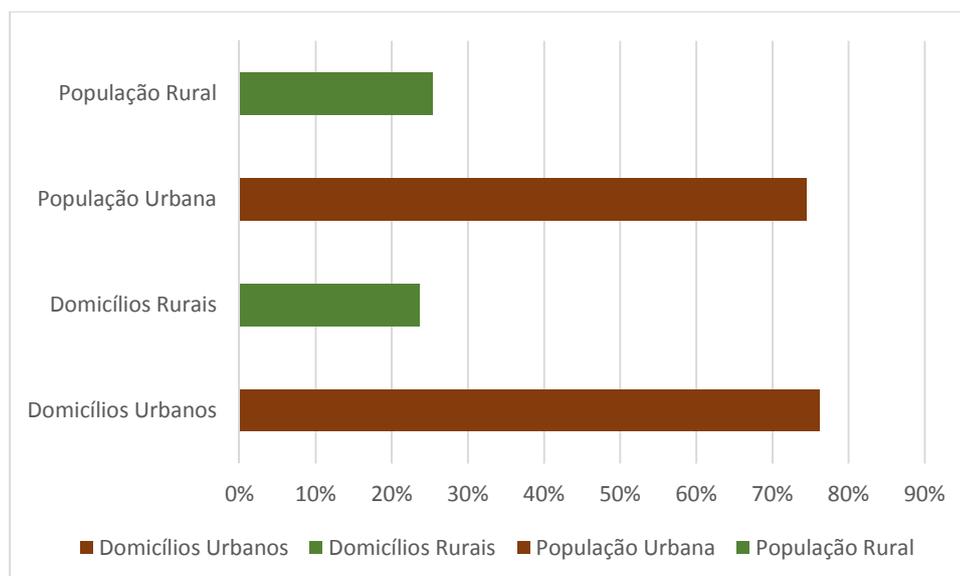


Figura 3. Proporção de domicílios e população Urbanos e Rurais.

Por experiências anteriores presume-se que o consumo de energéticos é influenciado pela região onde se encontra o domicílio. Para o presente trabalho considerou-se três sub-regiões: Litoral, Agreste e Sertão.

Esta regionalização, apresentada na Figura 4, foi preparada a partir de informações do IBGE.

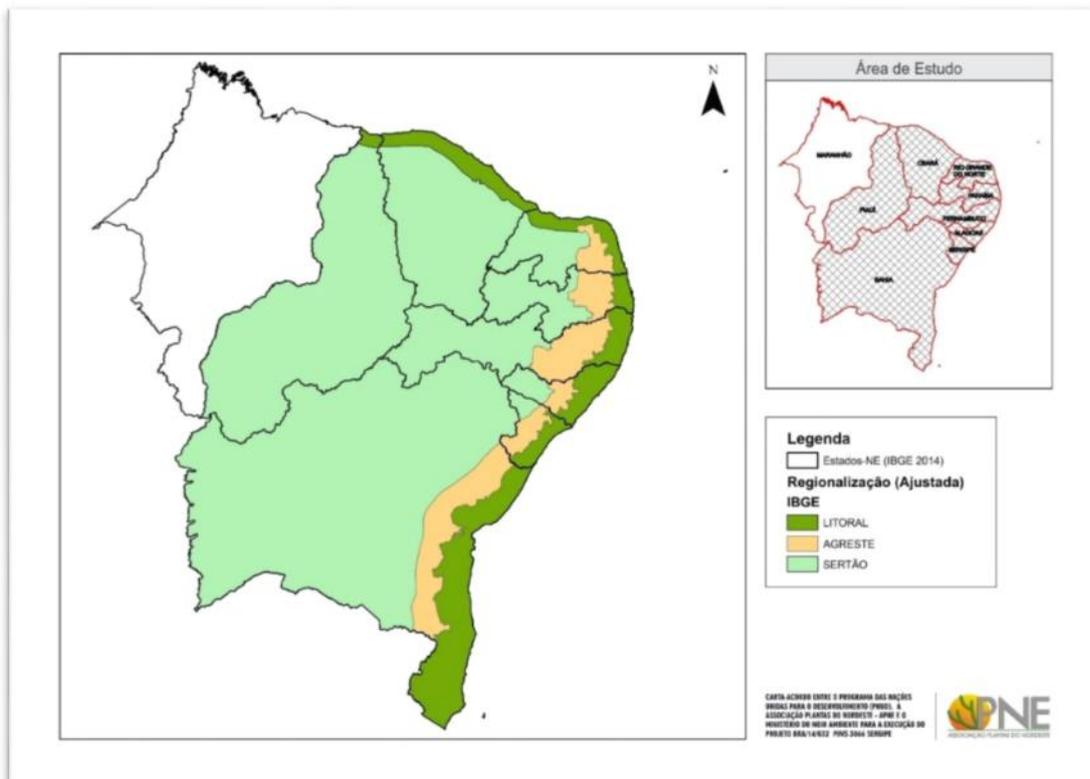


Figura 4. Regionalização preparada a partir de proposta apresentada pelo IBGE.

O cruzamento das informações de população com as regiões resultou na Tabela 8. É importante notar que 76% dos domicílios estão em áreas urbanas e somente 24 % está na zona rural (Figura 4).

Tabela 8. Distribuição dos domicílios e Populações Urbanas e Rurais por Sub-Região.

Sub-Região	Municípios		Domicílios Urbanos		Domicílios Rurais		População Urbana		População Rural	
	(No)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)	(No.)	(%)
AGRESTE	389	25%	1.696.716	17%	831.107	26%	5.765.560	17%	3.076.512	26%
LITORAL	352	22%	5.774.031	57%	701.215	22%	19.562.007	56%	2.646.521	22%
SERTÃO	836	53%	2.675.253	26%	1.622.678	51%	9.346.530	27%	6.110.031	52%
Total 1	1577	100%	10.146.000	100%	3.155.000	100%	34.674.097	100%	11.833.064	100%
Total 2			13.301.000				46.507.161			

Importante para este levantamento foi bem caracterizar o universo de trabalho formado por todos os domicílios/ população de todos os municípios do Nordeste Brasileiro². O plano de amostragem teve por

² Exceto Maranhão

objetivo obter amostras representativas deste universo e foi preparado a partir de metodologia e resultados de levantamentos similares já realizados anteriormente.

Assim, sabe-se que o padrão de uso de combustíveis é influenciado pelo tamanho das cidades e pela localização do domicílio (área rural ou urbana). Por isso, optou-se por considerar 3 diferentes subsetores (ou populações no senso estatístico) que por sua vez foram divididos em estratos.

A estratificação utilizada para a amostragem seguiu o seguinte critério – divisão dos subsetores PU e RU em quatro estratos sendo que cada estrato foi composto por cada um dos quartis de cada uma das populações consideradas. A divisão em estratos é apresentada a seguir.

Subsetor I. Grande Urbano (GU): inclui os domicílios em municípios onde a população urbana é maior que 200.000. Este subsetor está composto de 26 municípios (8 são capitais de Estado, 8 são municípios vizinhos às capitais; e 10 são grandes cidades do interior).

Subsetor II. Pequeno Urbano (PU): inclui os domicílios em municípios onde o número de domicílios urbanos é menor que 50.000. Por sua vez este subsetor foi dividido em 4 estratos conforme mostra a Tabela 9.

Tabela 9. Estratos para o subsetor PEQUENO URBANO(PU) para municípios com até 200.000 habitantes.

Estrato	Classe População URBANA	População no estrato
PU1	Até 10.000	23%
PU2	10.001- 25.000	29%
PU3	25.001 - 60.000	24%
PU4	60.001 – 200.000	24 %

Subsetor III. Rural (RU): inclui os domicílios localizados no meio rural e também foi dividido em 4 estratos conforme mostra a Tabela 10.

Tabela 10. Estratos para o subsetor RURAL(RU) para municípios com população Rural.

Estrato	Classe de população Rural	População no estrato
RU1	Até 6.600	25%
RU2	6.601—10.900	25%
RU3	10.901 – 17.900	25%
RU4	>17.901	25%

Para facilitar a visualização da classificação dos municípios bem como da divisão em estratos foram preparadas as Figura 5 e Figura 6 , sendo a primeira para os subsectores Grande Urbano (GU) e Pequeno Urbano (PU) e a segunda para o subsetor Rural (RU).

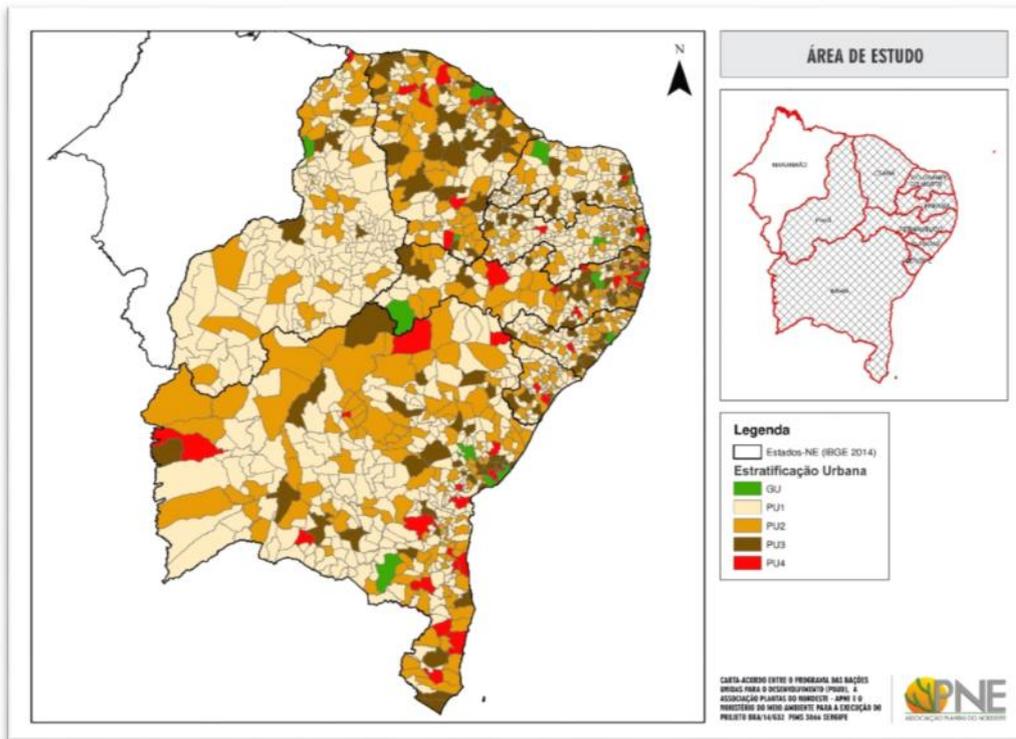


Figura 5. Classificação dos municípios do setor URBANO.

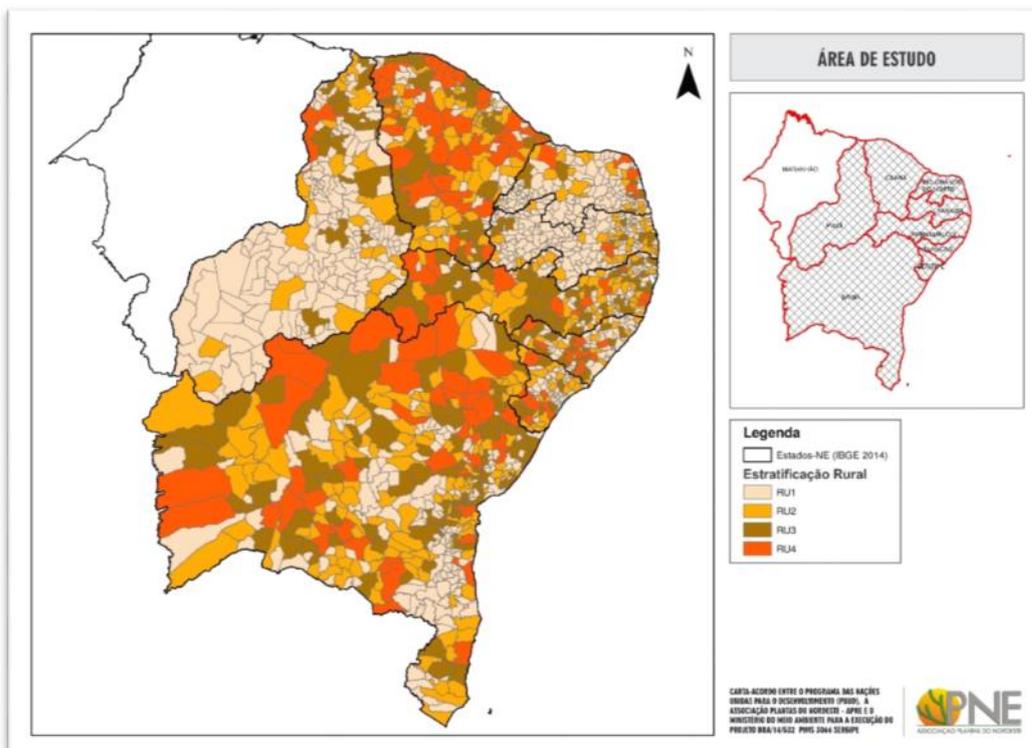


Figura 6. Classificação dos municípios do setor RURAL.

Logo, o Setor Domiciliar ficou dividido, para os fins da amostragem, em subsetores e estratos, conforme as Tabela 11 e Tabela 12 apresentadas a seguir:

Tabela 11. População por subsetor, por região e por estrato.

GU	Pequeno Urbano				Rural			
		Litoral	Agreste	Sertão		Litoral	Agreste	Sertão
População	Estrato	População	População	População	Estrato	População	População	População
14.822.592	PU1	794.722	1.310.641	2.539.895	RU1	623.361	748.676	1.553.232
	PU2	1.836.224	1.307.024	2.520.444	RU2	711.614	735.910	1.534.090
	PU3	1.904.792	1.077.825	1.719.974	RU3	718.820	896.239	1.360.285
	PU4	2.862.749	912.637	1.064.578	RU4	592.726	695.687	1.662.424
		7.398.487	4.608.127	7.844.891		2.646.521	3.076.512	6.110.031
14.822.592		19.851.505				11.833.064		
Total	46.507.161							

Tabela 12. Número de domicílios por subsetor, por região e por estrato.

GU	Pequeno Urbano				Rural			
		Litoral	Agreste	Sertão		Litoral	Agreste	Sertão
Domicílios	Estrato	Domicílios	Domicílios	Domicílios	Estrato	Domicílios	Domicílios	Domicílios
4.427.063	PU1	222.693	385.611	736.806	RU1	166.763	205.291	418.506
	PU2	512.168	381.189	721.648	RU2	189.708	201.257	407.111
	PU3	536.722	318.991	496.707	RU3	192.132	238.695	360.956
	PU4	835.439	267.312	303.651	RU4	152.612	185.864	436.105
		2.107.022	1.353.103	2.258.812		701.215	831.107	1.622.678
4.427.063		5.718.937				3.155.000		
Total	13.301.000							

Amostragem realizada

A amostragem foi realizada em 66 municípios (Figura 7) em 3 campanhas de campo, sendo a primeira com 2 equipes de 3 pessoas cada e com 11 dias de campo. A segunda e a terceira campanhas duraram 8 dias cada com 1 equipe composta por 2 técnicos.

Optou-se por fazer a amostragem em 2 etapas sendo a primeira etapa realizada em municípios dos estados de Pernambuco e da Paraíba. Após a primeira etapa realizou-se todos os cálculos e então com a necessidade de fazer mais algumas amostras, optou-se por fazer a segunda etapa em domicílios do estado da Bahia. Desta forma além de ampliar a amostragem em termos de número de amostras também buscou-se pesquisar se haveria mudança no padrão de consumo domiciliar de energéticos entre os estados de Pernambuco e Paraíba e no Estado da Bahia.

No planejamento buscou-se amostrar domicílios pertencentes a 3 faixas de renda – Alta, Media, e Baixa – respeitando a proporção existente na sociedade. Foram coletadas 1.586 amostras das quais 1.532 foram validadas após análise de cada questionário.

A exemplo de levantamentos similares anteriores buscou-se obter resultados com 90% de nível de confiança ou seja 90% de probabilidade de retratar o real consumo de energéticos, com erro de 10% nas médias.

O número de amostra por Subsetor, estratos e região é apresentado na Tabela 13. O número de amostras por nível de renda é apresentado na Tabela 14.

Tabela 13. Número de amostras por região e subsetor

Grande Urbano		Pequeno Urbano				Rural			
Litoral	Agreste		Litoral	Agreste	Sertão		Litoral	Agreste	Sertão
132	8	Estrato	Nº amostras			Estrato	Nº amostras		
		PU1	81	28	39	RU1	71	40	170
		PU2	106	41	66	RU2	23	48	81
		PU3	82	50	39	RU3	38	49	49
		PU4	73	24	41	RU4	47	73	33
		342	143	185		179	210	333	
140		670				722			
1.532									

Tabela 14. Número de amostras por nível de renda e por estrato.

Nível de Renda	GU	Pequeno Urbano				Rural				Total por nível de renda
		PU1	PU2	PU3	PU4	RU1	RU2	RU3	RU4	
Alta	18	11	13	12	15	3	3	1		76
Média	49	42	69	59	57	38	25	18	17	374
Baixa	73	95	131	100	66	240	124	117	136	1.082
Total por estrato	18	148	213	171	138	281	152	136	153	1.532

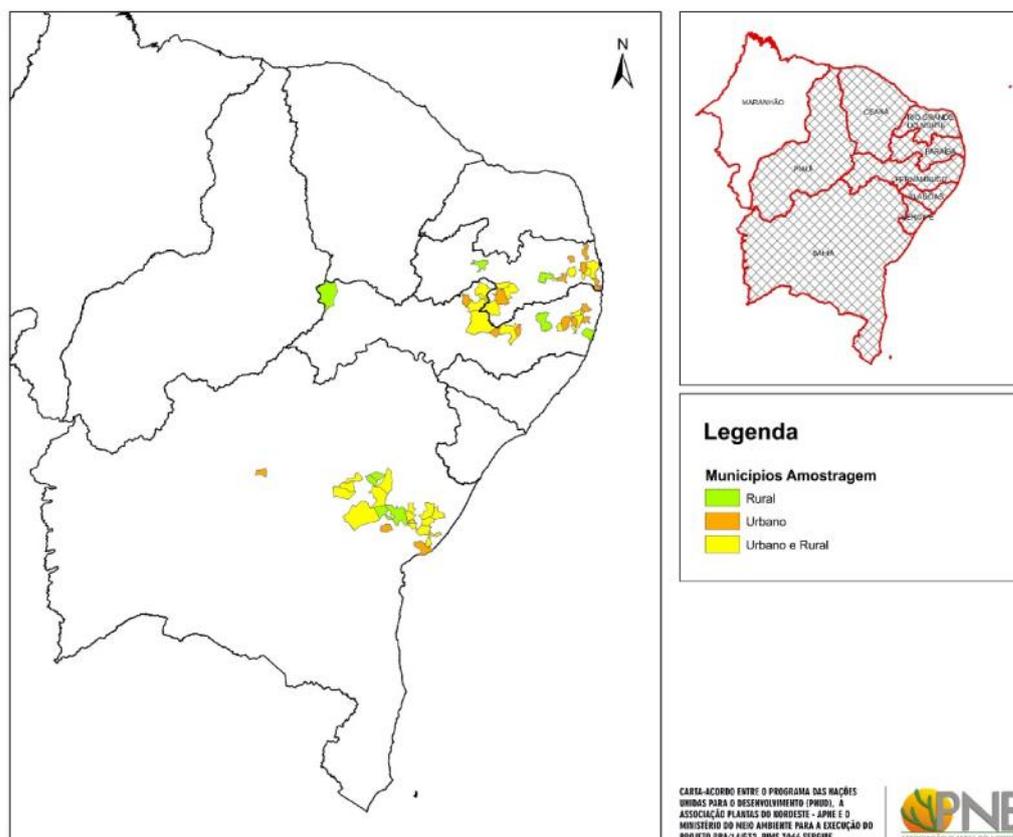


Figura 7. Distribuição geográfica da amostragem domiciliar.

O Levantamento e Processamento de Dados

O levantamento foi realizado por meio de entrevistas nos domicílios utilizando-se o questionário apresentado no **Anexo 2**.

As variáveis levantadas no presente trabalho foram:

- a) Número de moradores;
- b) Número de refeições preparadas por dia
- c) Tipo, quantidade e preço do(s) combustível(is) utilizado(s) para cozinhar³.
- d) Consumo de cada combustível por unidade de tempo (nas unidades declaradas pelo entrevistado);
- e) Origem da biomassa florestal, tanto a usada diretamente (lenha) como a utilizada para fabricar carvão;

Os dados levantados nos questionários foram transformados em kg de lenha, kg de carvão vegetal e kg de GLP por ano. Depois estas informações foram transformadas em toneladas equivalentes de petróleo (tep)

³ Embora o objetivo principal do presente trabalho seja em relação a biomassa, foi fundamental também levantar o uso do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) para ter a dimensão da participação relativa das diversas fontes energéticas. Além disto, tais informações podem ser utilizadas no Balanço Energético Nacional (BEN).

por ano com as equivalências apresentadas na Tabela 15 (conversão de unidades convencionais) e Tabela 16 (Unidades não convencionais).

Também foi calculada a “saturação” que representa a utilização de distintos tipos de combustíveis nos domicílios, em suas diversas combinações.

Tabela 15. Fatores de conversão utilizados.

Energético	PCS (10 ⁶ Kcal/t)	tep	Fonte
1 t Petróleo	10,800	1,000	BEN
1 t Matéria Seca (biomassa)	4,600	0,426	APNE
1t Carvão Vegetal (4% u)	6,800	0,630	BEN
1t GLP	11,790	1,092	BEN
1 m³ de gás encanado	9,288	0,000	BEN

Tabela 16. Unidades não tradicionais e respectivos pesos de combustíveis utilizados nos domicílios do Nordeste Brasileiro.

Energético	Unidade	kg seco ao ar	umidade(%)	kg MS
Carvão vegetal	Lata de tinta	0,5	4	0,48
	Meia lata de manteiga	0,1	4	0,10
	Lata de querosene	5	4	4,8
	Saco (4 latas)	20	4	19,2
Lenha	Feixe de homem	35	20	28
	Feixe de homem idoso	23	20	18
	Feixe de mulher	30	20	24
	Feixe de mulher idosa	23	20	18
	Feixe de criança (10 - 15a)	15	20	12
	Feixe de criança (5 - 10a)	5	20	4
	Carga de cavalo	147	20	118
	Carga burro grande	136	20	109
	Carga burro pequeno	102	20	82
	Carro de mão	58	20	46
	Carroça de burro	300	20	240
	Carroça de cavalo	300	20	240
	Carroça de moto		20	
	Carroça de boi	440	20	352
	Feixe de bicicleta	30	20	24
	Metro de lenha de caatinga catado para uso domestico (st)	280	20	224
	Metro de lenha de caatinga cortado para uso industrial (st)	315	32	214
Carrada de Mercedinho (15 st)	4.725	32	3.360	
Carrada de Toco (24 st)	7.560	32	5.376	
Carrada de Truque (45 st)	14.175	32	10.080	

Fonte: Atualizado a partir de Riegelhaupt (1985)

Para fazer a conversão de carvão vegetal em lenha utilizou-se o valor proposto por PNUD/FAO, 1993 onde 1 tonelada de matéria de seca (tMS) Carvão Vegetal é feito a partir de 3 toneladas de matéria seca (tMS) de lenha.

3.1.3. Resultados

Resultados da amostragem

a. Consumo de combustíveis

A Tabela 17 resume os resultados encontrados na amostragem. Por sua vez a Figura 8 mostra a distribuição do uso de cada tipo de combustível obtidos na amostra.

Tabela 17. Consumo médio de energéticos por domicílio e participação de cada tipo de combustível (%)

Região	Subsetor	GE		GLP		CV		Lenha		Total
		(tep/dom.ano)	%	(tep/dom.ano)	%	(tep/dom.ano)	%	(tep/dom.ano)	%	
Litoral	GU	0,001	0%	0,108	91%	0,009	8%	0,001	1%	0,118
Agreste	GU	0,000	0%	0,147	95%	0,007	5%	0,000	0%	0,154
Litoral	PU	0,000	0%	0,152	80%	0,022	12%	0,016	8%	0,190
	RU	0,000	0%	0,139	28%	0,029	6%	0,332	66%	0,500
Agreste	PU	0,000	0%	0,136	78%	0,027	15%	0,011	7%	0,174
	RU	0,000	0%	0,134	20%	0,035	5%	0,489	74%	0,657
Sertão	PU	0,000	0%	0,130	76%	0,034	20%	0,008	5%	0,172
	RU	0,000	0%	0,110	20%	0,078	14%	0,377	67%	0,566
Media		0,000	0%	0,132	42%	0,030	9%	0,154	49%	0,316

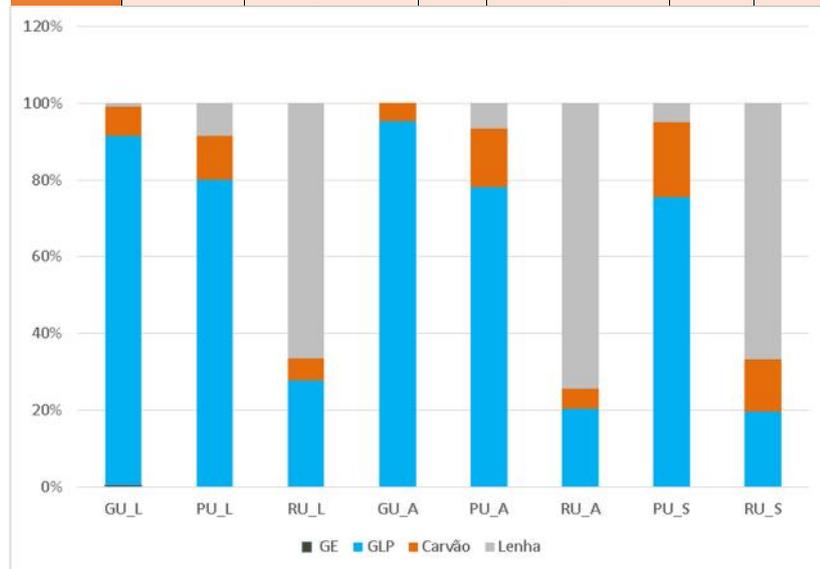


Figura 8. Participação no total de energia consumida por tipo de combustível na amostra realizada por subconjunto e por região (L = Litoral; A = Agreste; S = Sertão).

Como era esperado, o GLP já está presente em todas as regiões e subconjuntos sendo que na área rural o carvão vegetal e a lenha ainda representam boa parte da energia consumida para cocção. Por sua vez, a área

urbana tem no GLP a principal fonte de energia para cocção independente da região. Evidentemente a consequência é que o consumo de energia na área rural (de 0,500 a 0,657 tep/domicílio.ano) é bem maior que na área urbana (de 0,118 a 0,190 tep/domicílio.ano) .

b. Saturação

Os resultados obtidos para a Saturação, ou seja, a presença dos diferentes tipos de combustíveis nos domicílios, estão na Tabela 18 e na Figura 9.

Tabela 18. Saturação com combustíveis na amostra de domicílios, por subsetor.

	GE	GLP	GLP+CV	GLP+ LE	GLP+CV+LE	CV	CV+LE	LE	Total Geral
GU	4%	80%	16%	1%	0%	0%	0%	0%	100%
PU	0%	64%	32%	3%	1%	0%	0%	0%	100%
RU	0%	30%	25%	34%	8%	1%	0%	1%	100%
Total	0%	50%	28%	17%	4%	0%	0%	1%	100%

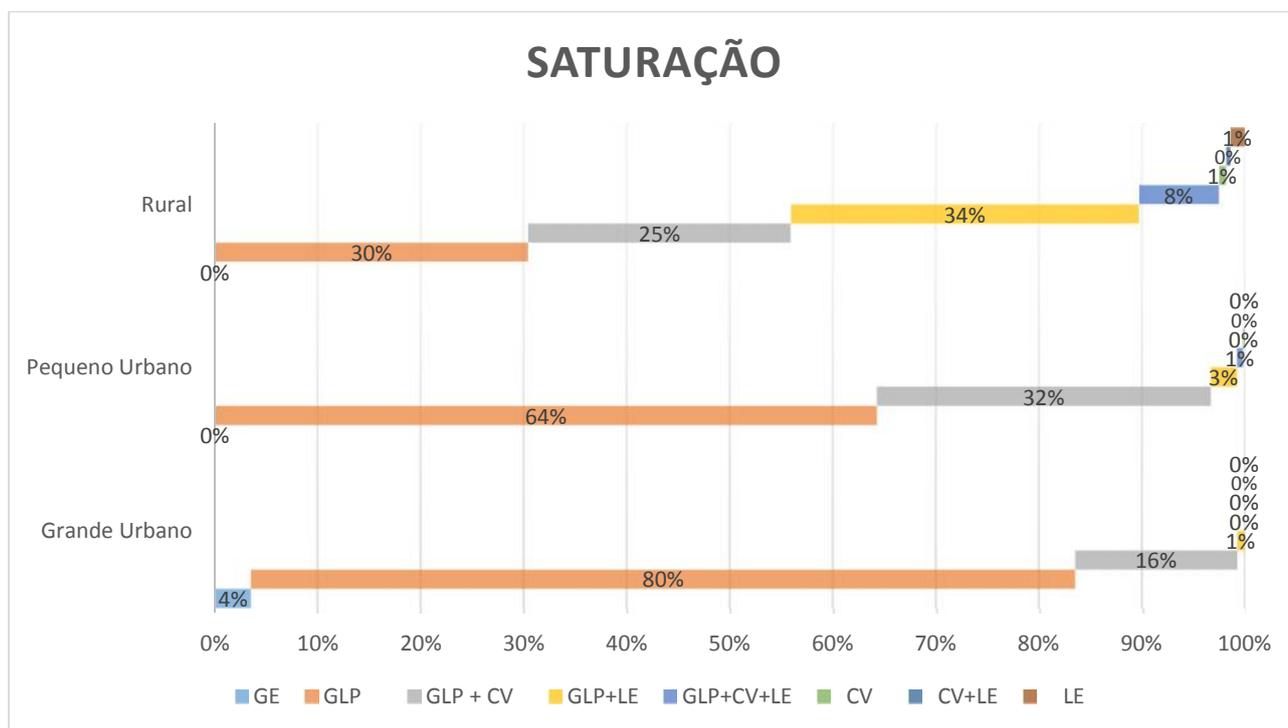


Figura 9. Saturação acumulada nos domicílios por Subsetor.

Observa-se que nos Subsetores Grande Urbano e Pequeno Urbano o GLP -combinado ou não com outros energéticos- está presente em 100% dos domicílios amostrados, e no subsetor Rural está presente em 99% dos domicílios amostrados. Assim, a saturação com GLP é praticamente total; atinge a todos os domicílios.

Aliado ao que já foi dito no item anterior, o GLP já está presente em 100% dos domicílios amostrados. No entanto, enquanto que na área urbana a maioria dos domicílios usam exclusivamente GLP, na área rural somente 30% dos domicílios amostrados utilizam exclusivamente GLP.

A combinação de GLP com combustíveis de origem florestal é ainda essencial para o cozimento de alimentos na área rural. O uso da lenha ou de carvão vegetal exclusivamente, praticamente já não existe mais.

c. Sobre a estratificação

Como citado no item metodologia foi proposta a separação do Setor Domiciliar em três subsetores (GU; PU; RU) e por sua vez os 2 últimos foram divididos em 4 estratos.

Para saber se há diferença entre regiões , entre subsetores e entre estratos, o método mais rápido é da análise de Boxplot, que foi utilizado para dirimir dúvidas sobre as diferenças entre os resultados obtidos na amostragem dos estados da Paraíba e Pernambuco (1ª. Campanha) e do estado da Bahia (2ª. Campanha).

A seguir apresenta-se as Figura 10 e Figura 11 com a análise Boxplot para os subsetores, estratos e para regiões .

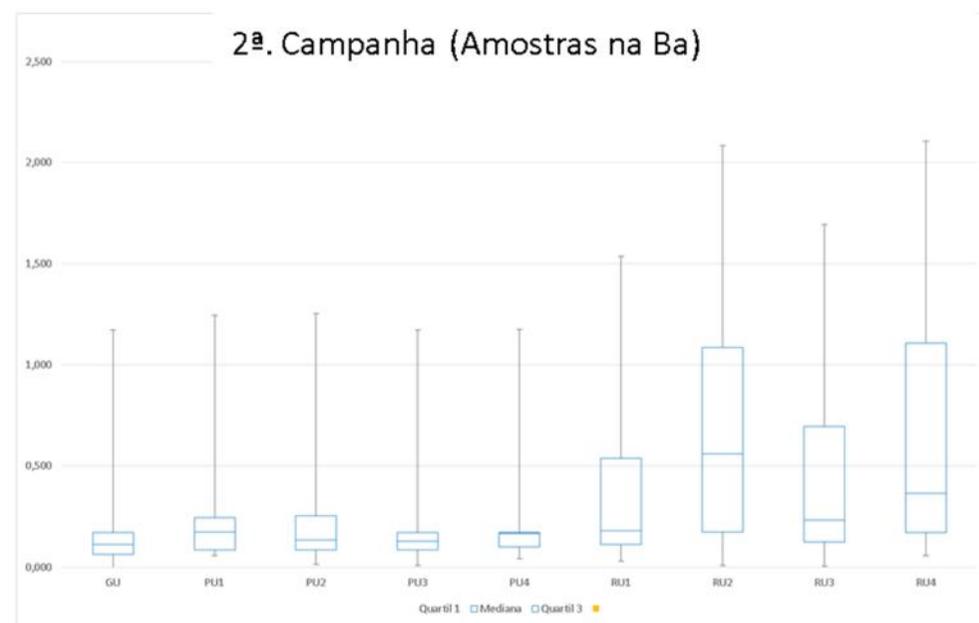
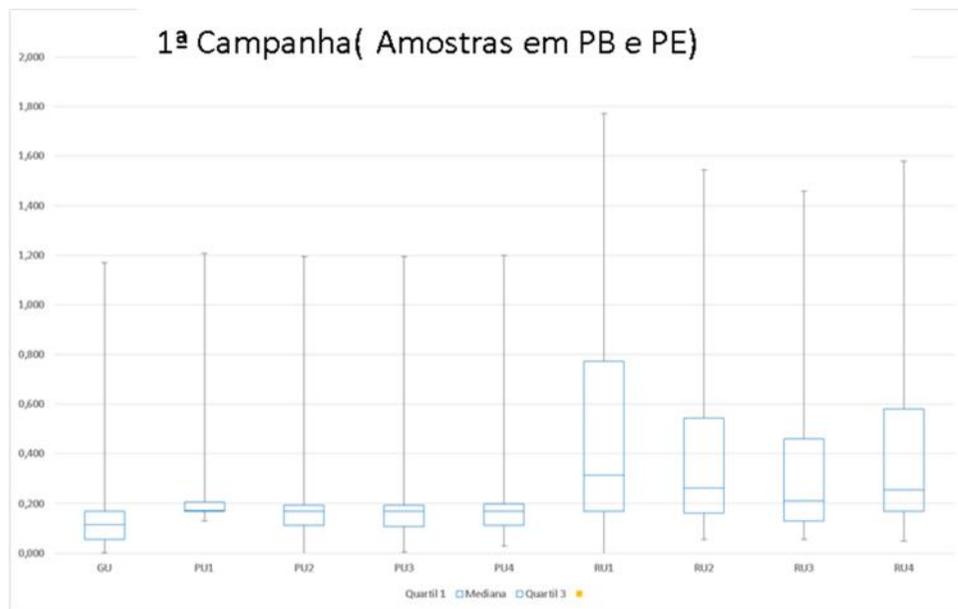


Figura 10. Boxplot para cada subsetor e estrato.

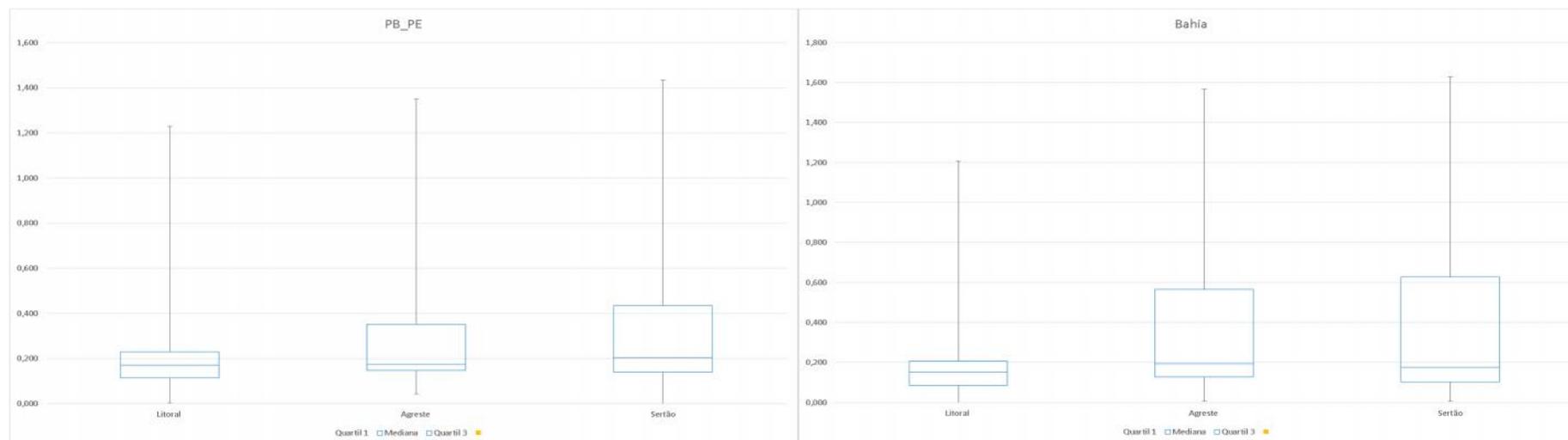


Figura 11. Boxplot para cada região e para cada campanha de amostragem (PB_PE e BA).

A análise do boxplot mostra que a amplitude dos dados é a mesma nos dados obtidos nas 2 campanhas. Os subsetores GU, PU e RU realmente têm distribuições diferentes entre si.

Nos estratos do Subsetor PU e nas 2 campanhas os valores das medianas são semelhantes e este subsetor não precisaria ser dividido em estratos.

O subsetor RU apresenta a mesma amplitude de dados, mas a mediana difere entre campanhas e dentro de campanhas e, portanto, se manteve o cálculo por estratos.

Calculou-se então a média e os respectivos intervalos de confiança do consumo total de energia por domicílio, bem como a intensidade de amostragem necessária para 90% de nível de confiança (Tabela 19).

Tabela 19. Consumo total por domicílio (tep/ano) por região e subsetor, média e intervalos de confiança.

Sub setor_Região	Limite Inferior	Media	Limite Superior
GU	0,119	0,120	0,121
PU_L	0,189	0,190	0,190
PU_A	0,173	0,174	0,176
PU_S	0,171	0,172	0,173
RU_L	0,494	0,500	0,505
RU_A	0,650	0,657	0,665
RU_S	0,5622	0,566	0,5691

Tabela 20. Intensidade de amostragem realizada e necessária para 90% de probabilidade e 10% de erro.

Região	Número de amostras						
	GU	Litoral	Agreste	Sertão	Litoral	Agreste	Sertão
Subsetor	GU	PU	PU	PU	RU	RU	RU
1ª campanha - Amostras realizadas (PB-PE)	76	241	77	143	103	100	242
Amostras necessárias para 90% de nível de confiança e 10% de erro	50	56	45	30	133	355	161
Todos os dados Amostras realizadas (PB-PE-BA)	140	342	143	185	179	210	333
Amostras necessárias para 90% de nível de confiança e 10% de erro	57	64	45	58	155	201	147

A amostragem realizada (Tabela 20) foi suficiente para estimar o consumo médio de energia por domicílio com 90% de probabilidade de cometer um erro de 10%.

O Consumo de Energéticos Florestais (Biomassa)

a. Subsetor Grande Urbano

Este subsetor está composto de 22 municípios com mais de 200.000 habitantes (8 são capitais de Estado, 8 são municípios vizinhos às capitais; e 6 são grandes cidades do interior) e totaliza 4.427.063 domicílios

O consumo calculado a partir dos resultados da Tabela 17 é apresentado na Tabela 21. Não foi encontrado o uso de lenha nos domicílios deste subsetor.

Tabela 21. Consumo domiciliar de energéticos no subsetor Grande Urbano (tep/a).

Domicílios	GLPe GE	CV	Lenha	Total
(no.)	tep/ano	tep/ano	tep/ano	tep/ano
4.427.063	486.977	39.844	2.214	529.034
	92,1%	7,5%	0,4%	100%

b. Subsetor Pequeno Urbano (PU)

Este subsetor contém o maior número de domicílios no Nordeste (5.718.937). O consumo estimado é apresentado na Tabela 22.

Tabela 22. Consumo domiciliar de energéticos no Subsetor Pequeno Urbano (tep/a) por sub-região.

	Domicílios	GLP	CV	Lenha	Total
Região	(no.)	tep/ano	tep/ano	tep/ano	tep/ano
Litoral	2.107.022	319.512	46.465	33.712	399.690
Agreste	1.353.103	184.268	36.073	14.884	235.225
Sertão	2.258.812	293.160	76.129	18.896	388.184
Total	5.718.937	796.939	158.667	67.492	1.023.098
		77,9%	15,5%	6,6%	100,0%

c. Subsetor Rural (RU)

O consumo estimado para o subsetor Rural é apresentado na Tabela 23.

Tabela 23. Consumo domiciliar de energéticos n.o Subsetor Rural (tep/a).

Região	Domicílios (no.)	GLP tep/ano	CV tep/ano	Lenha tep/ano	Total tep/ano
Litoral	701.215	97.279	20.353	232.854	350.486
Agreste	831.107	110.962	29.164	406.120	546.247
Sertão	1.622.678	179.076	126.650	612.147	917.873
Total	3.155.000	387.318	176.167	1.251.121	1.814.606
		21,3%	9,7%	68,9%	100%

d. Consumo Total de Energia nos Domicílios.

A estimativa final de consumo de energéticos no setor domiciliar de NE é apresentada na Tabela 24. Pode-se observar a grande importância do consumo de GLP com cerca de 50% da energia, enquanto que o Carvão Vegetal representa 11% e a Lenha 39%. O subsetor Rural, ainda que represente apenas 24% dos domicílios, é responsável por mais da metade (54%) do consumo de energéticos, uma vez que neste subsetor há um consumo anual 1.814.606 7 tep/ano em um total de 3.366.738 tep/ano.

Tabela 24. Consumo de energéticos nos domicílios do Nordeste (ano base 2010, em tep/ano).

	Domicílios (no.)	GLP tep/ano	CV tep/ano	Lenha tep/ano	Total tep/ano
GU	4.171.447	486.977	39.844	2.214	529.034
		92,1%	7,5%	0,4%	100%
PU	5.718.937	796.939	158.667	67.492	1.023.098
		77,9%	15,5%	6,6%	100,0%
RU	3.155.000	387.318	176.167	1.251.121	1.814.606
		21,3%	9,7%	68,9%	100%
TOTAL	13.301.000	1.671.234	374.677	1.320.827	3.366.738
		49,6%	11,1%	39,2%	100%

e. Consumo de Energéticos Florestais (Biomassa)

Para analisar os combustíveis de origem florestal, Lenha e Carvão Vegetal, os resultados da Tabela 24 foram convertidos em equivalentes de lenha utilizando as unidades apresentadas na Tabela 15:

1. Carvão vegetal (tep) / 0,63 tCV/tep) = tMS de CV
2. 1 tMS de CV * 3 = tMS de lenha
3. Lenha (tep) / 0,426 t MS de lenha
4. 1tMS de lenha /0,224 = 1 mst de lenha

Os resultados obtidos estão na Tabela 25. O consumo total de lenha e carvão vegetal na região estudada equivale a 21,8 milhões de st/a ou 4,8 milhões de kgMS. Considerando que o número de domicílios na área de estudo é de 13.301.000, chega-se a um consumo médio anual por domicílio de 1,6 st/ano, ou 0,47 st/hab.ano (ou ainda 105 kg MS/hab.ano ou 0,29 kg/hab.dia⁴).

Nos levantamentos realizados pelo projeto PNUD /FAO em 1990 e 1998 para os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Ceará, os valores obtidos foram de 1,1 ; 1,3 ; 1,6 e 1,1 st/hab.a, respectivamente (ver **Anexo 3**).

Tabela 25. Consumo total de energéticos oriundos de biomassa nos domicílios do NE.

Região	Sub setor	CV	Lenha	CV	CV equivalente Lenha	Lenha	Total equivalente Lenha	
		tep/ano	tep/ano	(tMS/a)	(tMS/a)	(tMS/a)	(tMS/a)	st/a
Litoral	PU	46.465	33.712	73.755	221.264	79.137	300.401	1.341.075
Litoral	RU	20.353	232.854	32.306	96.917	546.606	643.523	2.872.871
Agreste	PU	36.073	14.884	57.258	171.774	34.939	206.713	922.827
Agreste	RU	29.164	406.120	46.293	138.878	953.334	1.092.212	4.875.947
Sertão	PU	76.129	18.896	120.839	362.518	44.356	406.874	1.816.400
Sertão	RU	126.650	612.147	201.032	603.095	1.436.964	2.040.060	9.107.409
Litoral/Agreste	GU	39.844	2.214	63.244	189.731	5.196	194.927	870.211
Total		374.677	1.320.827	594.726	1.784.177	3.100.533	4.884.710	21.806.740

f. Origem dos Energéticos Florestais

A biomassa consumida foi classificada segundo a sua forma de obtenção em três grupos:

- Comprada; assume-se que foi cortada nas matas
- Cortada viva: o próprio usuário cortou a lenha de árvores vivas nas matas ou em áreas antropizadas
- Coletada morta: o usuário obteve a biomassa por catação de material morto (galhos, ramos, tocos) que não faziam parte de árvores vivas, e podia estar localizada em matas ou em áreas antropizadas.

Os resultados expressados em kg de lenha somado à lenha equivalente do carvão consumido nos domicílios, são apresentados nas Tabela 26, Tabela **27** e Tabela **28**.

⁴ A título de comparação apresenta-se resultados de estudos em outros países: Tanzania (rural) 0,5 kg/dia/cap ; Nigéria 0,78 kg/dia/cap; Kenya 1,9 kg/dia/cap

Tabela 26. Formas de obtenção da biomassa consumida nos domicílios amostrados .

Subsetor	Resultado para a Amostra (kgMS/ano)				Estimativa para o Nordeste (tMS/ano)			
	Comprada	Cortada viva	Coletada morta	Total	Comprada	Cortada viva	Coletada morta	Total
Grande Urbano	5.900	0	0	5.900	194.927	0	0	194.927
	100,0%	0,0%	0,0%					-
Pequeno Urbano	85.238	1.229	17.592	104.059	748.681	10.793	154.514	913.988
	81,9%	1,2%	16,9%					-
Rural	226.629	63.585	559.145	849.359	1.007.470	282.667	2.485.658	3.775.795
	26,7%	7,5%	65,8%					
Total					1.951.078	293.460	2.640.172	4.884.710

A tabela apresenta a origem da biomassa consumida nos domicílios e inclui tanto a lenha consumida como tal, como aquela transformada em carvão vegetal. Como era de esperar a grande maioria da biomassa consumida nos domicílios urbanos, sejam de cidades grandes ou não, é comprada. O contrário acontece nos domicílios rurais onde pouco mais de 24 % da biomassa consumida é comprada.

A estimativa para o Nordeste mostra que dos 4,8 milhões de kg MS, até 4,3 são consumidos no meio rural e 60% destes são coletados como matéria morta. Somente 40 % da biomassa consumida nos domicílios rurais tem potencial para causar mudança de uso da terra e/ou emissão líquida positiva de GEE.

Tendo em vista o objetivo do levantamento no produto final do Projeto BRA/14/G32, preparou-se a Tabela 27 que mostra a origem da biomassa utilizada para a fabricação de carvão vegetal consumido nos domicílios.

Tabela 27. Origem da lenha utilizada para fazer o carvão consumido nos domicílios amostrados (em kg MS de lenha equivalente/ano).

Subsetor	Resultado para a Amostra (kgMS/ano)				Estimativa para o Nordeste (tMS/ano)			
	Comprada	Cortada viva	Coletada morta	Total	Comprada	Cortada viva	Coletada morta	Total
Grande Urbano	5.900	0	0	5.900	194.927	0	0	194.927
	100%	0%	0%					
Pequeno Urbano	82.080	0	1.728	83.808	720.939	0	15.178	736.117
	98%	0%	2%					
Rural	155.447	4.320	23.419	183.186	691.034	19.206	104.106	814.346
	85%	2%	13%					
Total					1.606.900	19.206	119.284	1.745.390

Observa-se que a utilização de lenha morta, como era de se esperar, pouco contribui (menos de 10%) para a fabricação de carvão vegetal, sendo que 88% da lenha utilizada para este fim é comprada.

Comparando as Tabela 26 e Tabela 27 constata-se que a lenha consumida como tal nos domicílios rurais é predominantemente oriunda da coleta de material morto e que a maior parte da biomassa viva é comprada e utilizada para fazer carvão vegetal.

Pelas implicações em termos de MUT e de emissão líquida de GEE preparou-se a Tabela 28 que apresenta, com mais detalhe, a origem da biomassa consumida viva, ou seja, aquela com potencial para causar MUT e emissão líquida de GEE. Observa-se que 45% da biomassa consumida vem da mata (podendo ou não ser MUT, exploração florestal sem autorização ou mesmo plano de manejo) e 1% vem de área já antropizada e, portanto, não associada à MUT.

Tabela 28. Origem da biomassa consumida nos domicílios amostrados (kg MS lenha/ano) e estimativa para todo o nordeste (tMS/ano)

Subsetor	Resultado na Amostra (kgMS/ano)					Estimativa para o Nordeste (tMS/ano)				
	Viva Da Mata	Morta Da Mata	Viva, de Área Antropizada	Morta, de Área Antropizada	TOTAL	Viva, da mata	Morta, da mata	Viva, de Área Antropizada	Morta, de Área Antropizada	Total
Grande Urbano	5.900	0	0	0	5.900	194.927	0	0	0	194.927
	100%	0%	0%	0%	100%					-
Pequeno Urbano	85.574	6.148	893	11.443	104.059	751.632	54.002	7.842	100.512	913.988
	82%	6%	1%	11%	100%					
Rural	276.400	409.821	13.814	149.323	849.359	1.228.727	1.821.847	61.410	663.812	3.775.795
	33%	48%	2%	18%	100%					
		81%		19%						
					tMS/ano	2.175.286	1.875.849	69.252	764.324	4.884.710
					st/ano	9.711.097	8.374.324	309.160	3.412.160	21.806.740
						45%	38%	1%	16%	100%

3.1.4. Considerações finais

O presente levantamento revela a forte mudança na *saturação de combustíveis* em relação aos levantamentos realizados anteriormente, em especial pelo Projeto PNUD/FAO. Nos anos 80 e 90 a saturação com GLP em mais de 80% dos domicílios só ocorria nas capitais.

Nos municípios do Interior (comparáveis ao PU do presente trabalho), o GLP puro estava presente em pouco menos de 50% e a lenha, combinada ou não com outros combustíveis, alcançava cerca de 10%. No atual levantamento o GLP, combinado ou não, está em 99% dos domicílios e a lenha praticamente desapareceu.

Nos domicílios rurais o GLP “puro” estava em 10% dos casos nos anos 90 e a lenha *pura* em 50% dos domicílios. No atual levantamento, o GLP puro está em 30% dos domicílios rurais e de forma combinada com CV ou lenha chega a 98%. A lenha “pura” (sem estar combinada a outros combustíveis) ocorre somente em 1% dos domicílios rurais.

Concorrentemente, o consumo total de energia por domicílio é agora menor que trinta anos atrás, em todos os subsetores e para todos os combustíveis. Isto é devido, provavelmente, a várias razões:

- o número médio de moradores por domicílio caiu de 4,5 a 3,6 na região Nordeste nos últimos trinta anos e agora é praticamente igual nos domicílios rurais (3,7 hab/dom) e nos urbanos (3,5 hab/dom);
- nas grandes cidades agora é mais comum que uma das refeições seja feita fora do domicílio, por uma ou mais das pessoas que habitam nesse domicílio;
- o crescente uso de fornos micro-ondas tem reduzido o uso de fogões para cozinhar ou esquentar refeições;
- nos domicílios urbanos, a maior saturação com GLP faz com que o consumo de energia primária seja menor (praticamente a metade) quando comparada aos domicílios rurais.
- o consumo de biomassa era de 1,3 st/hab.a no começo dos anos 90 e agora é de 0,47 st/hab.a.

A origem da biomassa consumida é bastante variável, dependendo da localização do domicílio e do tipo de combustível utilizado:

- os domicílios do subsetor Grande Urbano obtêm 100% do carvão por compra e este por sua vez é fabricado a partir de corte de árvores nas matas (que pode vir de plano de manejo, de corte legal ou mesmo ilegal);
- os domicílios do setor Pequeno Urbano obtêm 82% da biomassa por compra, e 17% por coleta de árvores mortas;
- os domicílios Rurais obtêm 48% de sua biomassa por coleta de árvores mortas retiradas da Mata e adicionalmente 18% de árvores mortas retiradas de áreas já antropizadas.

Dos 21,8 milhões de st consumidos por ano 46% vem de árvores vivas, que podem ser retiradas da mata (45%) ou de áreas já antropizadas (1%). Isto significa que menos da metade do consumo de biomassa pelos domicílios do nordeste gera emissão líquida de GEE e pode ocasionar MUT.

Em termos de energia primária consumida a parte vinda da biomassa representa 50,4% enquanto que 49,6% vem do GLP.

Nas áreas urbanas, o consumo de energéticos vindos da biomassa é menor, sendo 8% nas grandes cidades e 22% nas cidades menores. No meio rural a biomassa ainda representa 78% da energia primária consumida.

O consumo de biomassa equivale a cerca de 21,8 milhões de st/ano, dos quais 45%, ou seja cerca de 7,7 milhões de st correspondem a madeira viva obtida por corte de árvores fora de áreas antropizadas. A origem dessa biomassa pode ser:

- de áreas de mudança do uso da terra (desmatamento para agricultura ou pastagem);
- de áreas de manejo florestal sustentado (Planos de Manejo);
- de áreas com exploração florestal (não autorizada) visando obter biomassa, sem mudança do uso da terra.

Com base nos levantamentos efetuados e na Tabela 1 pode-se preparar-se a Tabela 29 que apresenta uma estimativa da origem da biomassa para atender a demanda domiciliar relacionando-a com os possíveis impactos sobre a emissão de GEE.

Tabela 29. Estimativa dos impactos ambientais associados ao consumo de lenha e carvão vegetal no NE.

Obtenção	Condição	tMS/ANO	st/ano	Origem	Emissão líquida de GEE	Mudança de uso da terra
COMPRA	Madeira Viva	1.951.078	8.710.169	Manejo Florestal Sustentável	NULA	NULA
	Madeira viva			MUT	MÁXIMA	MÁXIMA
	Madeira viva			Exploração florestal não autorizada	MÁXIMA	MÁXIMA
CATAÇÃO	Madeira morta	1.875.849	8.374.324	Vegetação Nativa	NULA (*)	NULA
	Madeira morta	764.324	3.412.160	Áreas antropizadas já	NULA	NULA
CORTE PRÓPRIO	Madeira viva	69.251	309.160	Áreas antropizadas já		NULA
		224.208	1.000.929	Vegetação Nativa	MÁXIMA	MÁXIMA

Finalmente, a Tabela 30 traz a estimativa do consumo de biomassa nos domicílios dos estados abrangidos pelo presente estudo. O **Anexo 4** apresenta a estimativa detalhada por subsetor e região para cada um dos estados abrangidos pelo presente estudo.

Tabela 30. Consumo de biomassa (tMS/ano) nos domicílios dos estados do Nordeste

UF	Soma de Total Biomassa tMS/ano			
	GU	PU	RU	Total Geral
AL	12.087	55.280	245.061	312.427
BA	51.098	301.004	1.290.674	1.642.777
CE	40.353	150.564	646.694	837.610
PB	14.092	82.688	309.261	406.041
PE	44.651	166.274	552.376	763.301
PI	9.268	62.860	347.839	419.968
RN	16.012	56.299	212.797	285.108
SE	7.482	40.365	172.097	219.944
Total	195.043	915.334	3.776.799	4.887.176

Em levantamentos futuros recomenda-se :

1. Manter o setor domiciliar dividido em 3 sub setores : Grande Urbano ; Pequeno Urbano e Rural;
2. Não há a necessidade de se estratificar os municípios do sub-setor Pequeno Urbano;
3. Manter o erro desejável em 10% pois para um erro menor o esforço amostral teria que ser muito maior e, portanto, mais caro. Para ilustrar este ponto apresenta-se a tabela abaixo que mostra o número de amostras necessárias para que o erro ficasse em 5%:

Região	Número de amostras						
	Litoral e Agreste	Litoral	Agreste	Sertão	Litoral	Agreste	Sertão
	GU	PU	PU	PU	RU	RU	RU
Subsetor							
Amostras realizadas	140	342	143	185	179	210	333
Amostras necessárias para 90% de nível de confiança e 10% de erro	57	64	45	58	155	201	147
Amostras necessárias para 90% de nível de confiança e 5% de erro	227	257	181	231	618	803	586

4. Lembrar que o erro admissível depende do que se espera do levantamento. O erro de 10% com 90% de probabilidade é adequado para o objetivo do projeto e considerando o tempo e recursos disponíveis.

3.2. Demanda industrial e comercial

3.2.1. *Introdução*

Estudos sobre a demanda de biomassa na região Nordeste são raros e quando existentes foram voltados para o consumo de lenha. Além de alguns poucos estudos locais, existem os levantamentos do Projeto PNUD/FAO no Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (no dos anos noventa), e do Governo de Estado de Sergipe em 2010.

A Tabela 31 resume os resultados consolidados desses levantamentos.

Tabela 31. Consumo de biomassa florestal (LE+CV em st/a) no setor industrial e comercial em cinco estados do Nordeste a partir dos dados do Projeto PNUD/FAO (base 1990) e Governo de Sergipe (2010).

Ramos Industriais	CE + RN + PB + PE (ref. 1990)	SE (ref. 2010)
Casa de Farinha	1.329.567	123.903
Cerâmica Maromba	943.728	444.084
Cerâmica artesanal	2.434.958	
Cal	2.040.388	
Caulim	4.100	
Engenhos de cachaça e rapadura	258.441	
Bebidas	127.112	36.594
Sabão	157.679	
Doce	213.071	
Vela	1.373	
Matadouro	121.477	5.977
Olaria de tijolo Manual	110.193	
Óleos e tortas	154.529	
Olaria telha	236.737	13.468
Padaria	1.194.226	151.822
Queijeira	9.310	4.866
Renovadora de Pneus	41.612	2.160
Torrefação de café	24.277	
Tinturaria/Têxtil	36.631	43.090
Cimento	486.000	
Siderúrgica	500.000	
Gesso	424.077	
Ind. Alimentícia	139.805	
Curtume	94.547	
Usina/destilaria	71.133	
Papelão	91.234	
Consumo Industrial	11.246.205	825.961

Consumo Comercial	279.256	35.814
Total Consumo	11.525.461	861.775

Fonte: PNUD/FAO e Governo de SE, adaptado.

Esses levantamentos estimavam, para cinco dos oito estados da região, uma demanda industrial e comercial de 12,4 milhões de metros estéreos de lenha por ano.

Riegelhaupt (2004) apresentou uma atualização da estimativa do consumo, abrangendo nove estados do NE, conforme resumido na Tabela 32 (incluindo o estado de Maranhão). Esta estimativa foi baseada em projeções a partir dos dados de 1990, considerando o crescimento da população e de algumas atividades ou ramos industriais; porém não contou com dados de levantamentos atualizados.

Tabela 32. Estimativa do consumo industrial/comercial de combustíveis florestais do Nordeste a partir da atualização de Riegelhaupt (2004) (106 st/a).

Ramo Industrial	Consumo anual (10 ⁶ st/a)
Cerâmica vermelha	8,0
Ferro gusa	6,0
Gesso	1,2
Cal	0,8
Farinha	0,8
Calcário	0,4
Cimento	0,4
Caulim	0,2
Doces	0,2
Óleos vegetais	0,2
Diversos	1,8
Consumo Industrial	20,0
Consumo Comercial	5,1
Consumo Industrial + Comercial	25,1

Fonte: Riegelhaupt, 2004, adaptado.

As experiências desses estudos anteriores foram fundamentais para definir a estratégia mais eficaz de realizar o presente estudo de atualização da demanda de biomassa no setor industrial e comercial, sobretudo contando com prazo e recursos limitados e atuando em uma região muito ampla. Foi fundamental determinar quais ramos industriais são significativamente importantes em termos de demanda atual, porque esses ramos têm grande participação na estimativa total (um erro na estimativa de um ramo maior pode ter impacto significativo) e também porque, muito provavelmente, esses ramos serão o alvo principal de políticas futuras de intervenção.

A análise de Pareto⁵, a partir dos dados da Tabela 31, permitiu classificar os ramos em função da sua importância no consumo total de lenha (Tabela 33 e Figura 12).

⁵ Análise de Pareto, também conhecido como dos 20-80% e que significa que um pequeno número de causas (geralmente 20%) é responsável pela maioria dos problemas (geralmente 80%).

Visando caracterizar e quantificar melhor cada setor, o setor comercial não foi incluído nessa análise e será tratado separadamente.

Tabela 33. Análise de Pareto dos ramos industriais nos estados de CE, RN, PB, PE (1990) e SE (2010).

Nº	Ramo Industrial	Consumo anual (st/a)	%	% acum.
1	Cerâmica artesanal	2.434.958	20%	20%
2	Cal	2.040.388	17%	37%
3	Casa de Farinha	1.453.469	12%	49%
4	Cerâmica Maromba	1.387.812	11%	61%
5	Padaria	1.346.048	11%	72%
6	Siderúrgica	500.000	4%	76%
7	Cimento	486.000	4%	80%
8	Gesso	424.077	4%	83%
9	Engenhos de cachaça e rapadura	258.441	2%	86%
10	Olaria telha	250.204	2%	88%
11	Doce	213.071	2%	89%
12	Bebidas	163.706	1%	91%
13	Sabão	157.679	1%	92%
14	Óleos e tortas	154.529	1%	93%
158	Ind. Alimentícia	139.805	1%	95%
16	Matadouro	127.453	1%	96%
17	Olaria de tijolo Manual	110.193	1%	96%
18	Curtume	94.547	1%	97%
19	Papelão	91.234	1%	98%
20	Tinturaria/Têxtil	79.721	1%	99%
21	Usina/destilaria	71.133	1%	99%
22	Renovadora de Pneus	43.772	0%	100%
23	Torrefação de café	24.277	0%	100%
24	Queijeira	14.176	0%	100%
25	Caulim	4.100	0%	100%
26	Velas	1.373	0%	100%
	Consumo Industrial	12.072.166		

Observa-se que a demanda de apenas quatro ramos industriais maiores (cerâmica maromba + artesanal, padaria, casa de farinha e caieira de cal) representava na época 72% da demanda total, três ramos (siderúrgica, cimento e gesso) contribuíram com 4% cada um e três ramos menores (engenho, olaria telha e indústria de doce) com 2% cada um.

Contudo, essa análise caracteriza a demanda para a época dos estudos e para cinco estados. O estudo atual ocorre entre 10 e 25 anos depois, contempla 8 estados, abrange um território três vezes maior, e incorpora a demanda de outras biomassas além da lenha e do carvão vegetal. Por estas razões, o análise de Pareto sobre dados anteriores só pode dar uma orientação geral e reforçar o princípio de que conhecendo bem um

número pequeno de ramos maiores (no caso, 11 dos 26 ramos considerados) pode-se entender 90% do que acontece em todo o setor industrial..

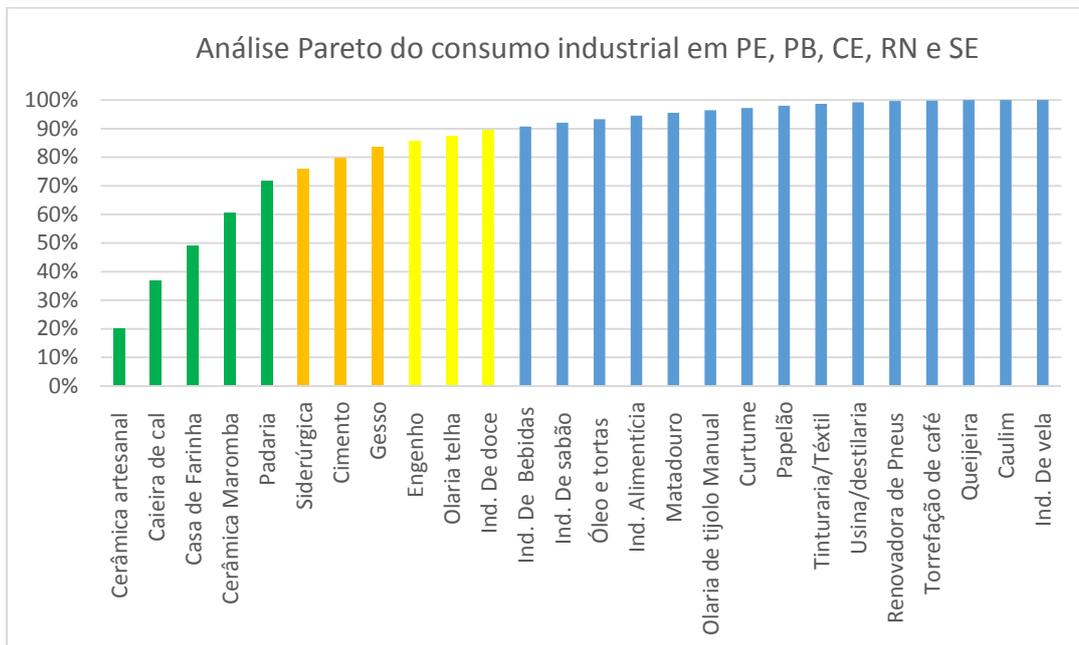


Figura 12. Análise de Pareto do consumo industrial em PE, PB, CE, RN e SE (dados de 1990-2010).

Na atualidade, o consumo de biomassas no setor industrial está concentrado em nove ramos maiores: **cerâmica vermelha, açúcar e álcool, celulose e papel, siderurgia, beneficiamento de mandioca, padaria, gesso, óleos vegetais e têxtil**. Nos últimos 20 anos, esses ramos foram os mais dinâmicos em tecnologia. Também tiveram as maiores taxas de crescimento da produção e vários deles diversificaram suas fontes de energia. Logo, esses ramos foram o alvo principal do presente estudo.

Dependendo do grau de formalidade dos estabelecimentos em cada ramo, foi utilizada uma de duas vias para estimar o consumo: a) com base no cadastro de estabelecimentos, ou b) com base no consumo específico de energéticos e o nível de produção ou de uso de matéria prima.

No caso a), foram levantadas as seguintes informações básicas:

- 1) o número de estabelecimentos por classe de tamanho,
- 2) o nível de atividade (produção) por classe,
- 3) os tipos de biomassa consumida, e
- 4) os consumos específicos.

No caso b) a estimativa de consumo não podia considerar o número de estabelecimentos do ramo – visto que não foi possível obter ou construir um cadastro representativo e completo – e foi baseada em dados estatísticos de produção das respectivas matérias primas ou produtos, combinados com valores de consumo específico obtidos por amostragem de um número representativo de estabelecimentos do ramo.

A seguir, apresenta-se a metodologia específica e os resultados obtidos para cada ramo. Além desses esforços específicos, foram solicitados formalmente as informações do sistema DOF no Nordeste e o Cadastro Técnico Federal para os ramos potenciais consumidores de biomassa. Contudo, as informações solicitadas não foram disponibilizadas.

3.2.2. Ramo de Celulose e Papel

Caracterização do ramo

No Nordeste a principal fonte de madeira utilizada para a produção de **celulose** é o eucalipto. Contudo, também é obtida de outros vegetais, não-madeireiros, como bambu e de resíduos agrícolas (bagaço de cana-de-açúcar).

A celulose pode ser de 2 tipos: comum e solúvel. A partir da celulose comum são fabricados produtos como papéis para imprimir e escrever; para embalagem; para cartão; para higiene; e papeis especiais. A celulose solúvel apresenta-se em duas qualidades: rayon-grades e speciality-grades.

Pela diferença de porte, tecnologias, e tipo de gestão optou-se por dividir este ramo em 2 “sub-ramos”;

A. empresas que produzem celulose e papel de eucalipto e

B. empresas que fazem papel de bambu e/ou de celulosa reciclada.

As fontes de informação do sub-ramo 1) foram os relatórios de sustentabilidade (ano base 2014) e os planos de manejo florestal, todos disponíveis na web⁶, e para o 2) os próprios “sites” de empresas e levantamentos da APNE.

A. Sub-ramo das empresas de Celulose e Papel de eucalipto

1. VERACEL S.A

A fábrica de Eunápolis (Bahia) produz 1.100.000 t/a de celulose seca ao ar, a partir de 3.750.000 m³ de madeira. Em 2014 co-gerou 933.431 MWH; sendo 98% a partir de biomassa (madeira e subprodutos) com 86% a partir do “licor negro” e o restante com óleo combustível. Sua potencia instalada de 120 MWH, e 6% de sua geração é vendida para ao Sistema Interconectado Nacional (SIN).

A base florestal é de 211.105 ha em área própria ou arrendada e mais 18.015 ha de produtores florestais. Os plantios estão distribuídos por 10 municípios no estado da Bahia.

2. SUZANO CELULOSE E PAPEL

Tem fábrica no município de Mucuri (BA), com 2 linhas de produção de celulose; produz 1.700.000 de t/ano. Tem planta de co-geração com 80 MW de capacidade, gerando aproximadamente 600.000 GWH/a. Esta geração é insuficiente e a fábrica consome também eletricidade do SIN.

⁶ As empresas que produzem celulose a partir de eucalipto e ocorrem na área do presente estudo estão certificadas por normas de manejo florestal (FSC e/ou CERFLOR) e apresentam relatório GRI. Por força das certificações e obrigações do relatório GRI, a maioria já tem inventário de emissões dos GEE e balanços de CO₂, sendo todos positivos. No entanto, por iniciativa do Instituto Brasileiro de Árvores (IBÁ) haverá a unificação de metodologia e um relatório setorial será apresentado em dezembro de 2016.

Sua base florestal é de 146.816 ha próprias ou arrendadas, mais 54.138 ha de fomento florestal, das quais 95.339 ha em 10 municípios no estado da Bahia e o restante fora da região NE.

3. FIBRIA S/A

Tem a sua fábrica em Aracruz (ES)⁷. Produz 2.328.000 t/a de celulose seca ao ar e consome 8.520.801 m³/ano de madeira. A base florestal é de 188.533ha dos quais 81.969 ha estão distribuídos em 8 municípios da Bahia. Seu índice de produção de eletricidade é de 0,652 MWH/t de celulose. Comprou do SIN 67.061 MWH, e cogenerou um total de 1.108.400 MWH no ano de 2014, utilizando as seguintes fontes:

Licor Preto GJ/a	Biomassa GJ/a	Gás Natural Comprimido GJ/a	Metanol GJ/a	TOTAL GJ/a
38.625.909	5.106.482	347.379	304.664	44.451.495
87%	11%	1%	1%	100%

4. BAHIA SPECIALITY CELULOSE /COPENER (BSC/COPENER)

A planta industrial de Camaçari (BA) produz 444.409 t/a de celulose solúvel. Co-gera energia elétrica com biomassa e GN. Utiliza também GLP no processo industrial. Gerou 444.409 MWH em 2014 e seu consumo foi de 410.901 MWH. Exportou excedentes para o SIN. Sua base florestal é de 89.792 ha no Estado da Bahia.

Aportes do sub-ramo celulose e papel de eucalipto no setor energético

Este sub-ramo é um forte produtor e consumidor de energia térmica e elétrica. O processo de produção de celulose é muito intensivo em energia, e as fabricas são autossuficientes em alto grau ou geram excedentes de eletricidade para o SIN. O “licor preto” ou “lixívia”, resíduo líquido que contém lignina mais outros componentes da madeira, é concentrado e queimado em caldeiras especiais para produzir vapor e recuperar os químicos utilizados. Esse vapor gera eletricidade e calor de processo. Outros resíduos de madeira, como cascas, nós, rejeitos, são queimados em outras caldeiras para o mesmo fim, junto a combustíveis fósseis.

De forma geral, 10% da madeira utilizada é consumida diretamente como energético e 50% da madeira que entra no processo celulósico é finalmente utilizada como lixívia para gerar energia. A

⁷ Para fins deste estudo, considerando que a fonte de biomassa se localiza na região de estudo, a demanda da unidade industrial de Espírito Santo foi considerada demanda local

Tabela 34 resume a produção e consumo de biomassa e a Tabela 35 indica a contribuição do setor na geração de energia elétrica.

Tabela 34. Consumo de biomassa total e energética do subsetor Celulosa e Papel (eucalipto).

Empresa	Base Florestal produtiva	IMA	Produção Bruta	Consumo total	Consumo Energético	Volume energético
	(ha)	(m ³ /ha.a)	(m ³ /ano)	(tMS/a)	(tMS/a)	(10 ⁶ st/a)*
VERACEL	229.120		3.750.000	1.856.250	1.020.938	3,094
SUZANO	95.339	38	517.555	256.190	140.904	0,427
FIBRIA	81.969	38	444.975	220.263	121.144	0,367
COPENER	87.792	30	376.251	206.938	113.816	0,345
TOTAL	494.220		5.088.781	2.539.641	1.396.802	4,233

* peso do st = 0,33 tMS/st

Tabela 35. Contribuição do sub-setor celulose e papel de eucalipto na geração de eletricidade.

	Eletricidade gerada	Potência com biomassa	Potência fóssil	Potência Total	Eletricidade para o SIN	Eletricidade consumida	Produção celulose	Geração específica
EMPRESA	MWH/a	MW	MW	MW	MWH	MWH	t/a	MWH/t
VERACEL	933.431	108	14	120	117.511	815.919	1.100.000	0,85
SUZANO	595.680	80	0,5	80	-13.440	609.120	1.700.000	0,35
FIBRIA	1.108.400	127	3	130	95.200	1.013.200	2.328.000	0,48
COPENER	444.409	60	s.d.	60	33.508	246.579	435.589	1,02
TOTAL	3.081.920	375	18	390	246.579	2684.818	5.563.589	

Sub-ramo empresas de papel de bambu e papeis de celulose reciclada

Devido à tecnologia empregada, neste sub-ramo não é praticada a co-geração de eletricidade junto ao calor de processo. A demanda de energia calórica em forma de vapor é suprida por caldeiras que queimam resíduos e rejeitos da própria matéria prima, biomassa de outras fontes, ou combustíveis fósseis.

1. ONDUNORTE

A ONDUNORTE conta com seis plantas industriais distribuídas nos estados de Sergipe, Paraíba e Pernambuco. Produz 120.000 toneladas de papeis para a higiene e embalagens por ano. Está desenvolvendo uma base florestal de 5.000 ha de eucalipto, em PE e SE. Atualmente utiliza nas caldeiras a lenha de algaroba, em cavacos, ocasionalmente complementada com lenha de eucalipto. Sua Unidade 1, utilizou aproximadamente 37.800 t de madeira de algaroba/ano em 2013. Se for cumprido o programa de plantio de eucalipto com 5.000 ha, sua produção potencial seria de 114.000 t MS por ano.

2. CEPASA

CEPASA, do Grupo João Santos, possui 50 mil hectares plantados com *Bambusa vulgaris* em Pernambuco, Paraíba e Maranhão. Aproximadamente 12.000 ha, situadas em PE e PB abastecem a fábrica de Jaboatão dos Guararapes (PE) com 78.750 tMS/ano. Até 8% do bambu fornecido em cavacos é destinado às caldeiras, junto com lenha de frutíferas, e lenha de algaroba (20% do total). Em 2013 o consumo de lenha verde foi de 14.350 t, ou 10.045 tMS.

3. SANTO AMARO

Em 2014, a fábrica da Companhia de Papeis Santo Amaro, atualmente “Papeis Penha”, produziu 144.000 t/a de papeis com celulose reciclada. Na caldeira utiliza bambu como única fonte de energia, obtida de 2.500 ha de bambu, com produção anual estimada de 14.583 tMS /ano.

A Tabela 36 resume a situação das empresas do sub-ramo.

Tabela 36. Produção e consumo de madeira para energia no sub-ramo papel de bambu e de celulose reciclada.

Empresa	Base Florestal produtiva	Tipo de biomassa	IMA	Consumo TOTAL	Consumo Energético	Peso do st	Consumo para energia
	ha		tMS/ha.a	tMS/a	tMS/a	tMS/st	M st/a
ONDUNORTE	5.000 *	Eucalipto	21		s.d.		
ONDUNORTE	Não tem	Algaroba		26.460	26.460	0,287	0,092
CEPASA	Não tem	Algaroba		10.045	10.045	0,287	0,035
Santo Amaro	2.500	Bambu	6	14.583	14.583	0,215	0,058
CEPASA	10.000	Bambu	8	78.750	6.300	0,215	0,031
TOTAL	17.500			129.838	57.388		0,216

*segundo a empresa, essa é sua perspectiva de base florestal a desenvolver; a atual não é informada

Em resumo, o setor de celulose e papel com seus dois subsetores, apresenta o seguinte quadro de utilização de biomassa florestal:

Subsetor	Área de Plantios	Consumo de biomassa	Consumo não energético	Consumo Energético	Equivalente lenha
Sub-setor	ha	tMS/a	tMS/a	tMS/a	10 ⁶ st/ a
<i>CeP eucalipto</i>	494.220	2.539.640	1.142.838	1.396.802	4,2
<i>CeP reciclado</i>	12.500	129.838	72.450	57.388	0,2
TOTAL	506.720	2.669.479	1.215.288	1.454.191	4,4

3.2.3. Ramo Siderurgia

Caracterização do ramo

A indústria siderúrgica está integrada por distintos tipos de estabelecimentos, a saber:

- a) Produtores de gusa: transformam minério de ferro em gusa, utilizando como redutores e energéticos o coque de carvão mineral ou o carvão vegetal;
- b) Produtores de ferro-ligas: processam minérios de ferro e outros minerais (cromo, manganésio, silício) para produzir ferro-cromo, ferro-manganésio, ferro-silício, podendo utilizar como redutor o coque ou o carvão vegetal;
- c) Plantas integradas: utilizam como matérias primas o minério de ferro, gusa e sucata de ferro; que transformam em aço. Podem usar coque, gás natural ou eletricidade como redutores e energéticos.
- d) Aciarias não integradas: processam sucata e gusa para obter aço e seus produtos planos ou longos. Não utilizam redutores como coque ou carvão vegetal.

Para os objetivos deste estudo interessam somente os primeiros dois tipos: produtores de gusa e de ferro-ligas, sendo que nem todos os estabelecimentos destes dois tipos utilizam o carvão vegetal.

No Brasil existem 5 polos guseiros: Quadrilátero Ferrífero (MG), Marabá (PA), Açailândia (MA), Vitória (ES) e Corumbá (MS). Nenhum deles está dentro da área de abrangência do presente estudo.

Dentro da área de estudo existem 03 estabelecimentos:

1. FERBASA- Companhia de Ferro Ligas da Bahia SA, com fábrica em Pojuca (BA). Empresa totalmente integrada, com mineração, reflorestamento de eucaliptos, produção de carvão vegetal e altos fornos. Tem 3.200 trabalhadores em 04 unidades (florestal, cal, mineração, fundição).
2. LIBRA SA- Ligas do Brasil SA, com fábrica em Banabuiú (CE). Empresa não integrada: tem mineração e fundição própria, porém compra carvão vegetal de terceiros. A Libra tem aproximadamente 360 funcionários.
3. SINOR – Siderúrgica do Nordeste Ltda, com fábrica de gusa em São José de Belmonte (PE). Sem operação industrial desde 2008 até o presente.

Consumo, exportação e importação de carvão vegetal para uso siderúrgico

A exportação de carvão vegetal para os polos guseiros de Açailândia (MA) e Quadrilátero Ferrífero (MG) foi explorada por análise do banco de dados dos DOF (ano 2012) sem obter resultados positivos. Portanto, a princípio não há exportação (legal) de carvão vegetal para fora da região do estudo. Após obter o banco de dados atualizados do DOF (2015), esta hipótese será reavaliada.

O consumo de carvão no ramo foi estimado por duas vias:

1. Em 2012, a LIBRA (Banabuiú - CE) consumiu 37.245 MDC (= 9.310 tCV ou 37.240 tMS LE). Recebeu 612 DOF com volume médio de 61 MDC/carga e valor de R\$ 142,52/MDC. Sua origem foi de PI (84%), CE (11%) e MA (4%). A empresa não informou sua produção de ferroligas, portanto, não é possível estimar o consumo específico.

2. A FERBASA não gerou DOF porque o carvão consumido provem de plantios de eucalipto em áreas próprias. A empresa declarou uma produção de 144.000 tCV no ano de 2014, com área de plantio de 25.000 ha e uma produtividade média de 40m³/ha com ciclo de corte de 7 anos. A produção de ferroligas foi de 285.000 t em 2014. O consumo específico foi de 0,505 tCV/t ferroligas.

O consumo destes dois estabelecimentos ocorre com um padrão totalmente diferente:

- FERBASA opera com Plano Florestal Industrial Integrado (PIFI); sua demanda é atendida com a produção própria em plantios de eucalipto e a empresa não entra no mercado como comprador nem como vendedor.
- LIBRA não tem produção própria de carvão e compra todo o que consome no mercado. Este carvão provem de matas nativas manejadas ou de áreas de mudança do uso do solo autorizado, já que tem DOF.

Assim, a única demanda de carvão vegetal do ramo siderúrgico que pode ter incidência sobre o uso do solo é aquela da LIBRA, que equivale a 37,2 mil tMS/ano, ou 179 mil estéreos de lenha por ano; aproximadamente igual à produção sustentável de 19 mil hectares de caatinga manejada.

Vale salientar que 84% desta demanda do ano 2012 foi atendida por fornecedores do Piauí, onde o MFS para carvão não era muito desenvolvido. Cabe supor então que boa parte desse carvão foi produzido em áreas de MUT autorizado, na fronteira agrícola dos cerrados do sudoeste do estado. Isto poderá ser conferido por meio de uma análise mais detalhada dos DOF atualizados.

3.2.4. Ramo Sucro-alcooleiro

O ramo sucro-alcooleiro é quase inteiramente abastecido com biomassa energética própria, que é o bagaço originado no processamento de cana-de-açúcar.

Existem três tipos de estabelecimentos no ramo:

- a) Usinas de açúcar e de álcool
- b) Engenhos de rapadura
- c) Engenhos de cachaça

Somente os engenhos de rapadura e de cachaça consomem lenha além do bagaço de cana, porém estes estabelecimentos são pouco expressivos no contexto do ramo, e seu consumo de biomassa lenhosa é reduzido. Não foram considerados como relevantes para os fins deste estudo de consumo de biomassa.

As usinas de açúcar e de álcool consomem o bagaço de cana processada como combustível, para co-gerar a energia térmica e elétrica que utilizam no processamento de açúcar e álcool. Na maioria dos casos, geram um excedente de bagaço, que podem vender para outros usuários. Os usos mais frequentes são a fabricação de celulose e o uso como forragem para gado nas formas de bagaço hidrolisado e bagaço “in natura”.

Recentemente, várias usinas têm incrementado sua co-geração de eletricidade, adotando tecnologias de vapor de alta pressão, e conseguem assim exportar excedentes de energia elétrica para a rede nacional. Em um caso de Alagoas, uma usina de álcool utiliza bagaço e palha de cana como matérias primas para produzir etanol, e queima os resíduos de lignina para co-gerar eletricidade para seu processo industrial e excedentes que injeta na rede elétrica nacional.

A nível nacional, bagaço e palha da cana são já a terceira fonte de potência elétrica, participando com 7% do total instalado no ano de 2015, maior que a eólica com 6% e a pouco menor que o gás natural com 8%

O mercado de bio-eletricidade ou “eletricidade verde” está crescendo rapidamente no Sul e Centro do Brasil, e também desponta atualmente no Nordeste, onde existe já uma empresa de Alagoas que consome bagaço e palha de cana de açúcar para produzir álcool e co-gerar eletricidade para SIN.

A palha da cana, que costumeiramente era queimada para facilitar a colheita manual, vem ficando cada vez mais disponível na medida em que avança a colheita mecanizada de cana de açúcar. Este fato tem alentado a colheita e o uso da palha como combustível para as caldeiras das usinas. Num futuro muito próximo a oferta de palha de cana poderá superar a demanda própria do ramo sucro-alcooleiro e gerar excedentes de biomassa para outros usos. Esta oferta é totalmente sustentável, não ocasiona mudanças de uso da terra e evita emissões de GEE, razão pela qual pode ter um importante papel nos cenários futuros de energia renovável.

No relatório referido à oferta de biomassa são aprofundadas as estimativas de produção de cana de açúcar, de bagaço, e do potencial de colheita de palha de cana como biomassa para usos energéticos. No que diz respeito a os impactos do uso de bagaço e palha de cana de açúcar, este consumo de biomassa não acarreta importantes mudanças no uso das terras nem gera emissões de GEE.

A importância atual e potencial das demandas de biomassa do setor sucroalcooleiro para produzir energia térmica e elétrica e resumida na Tabela 37.

Tabela 37. Consumo e produção de energéticos do ramo sucro-alcooleiro do NE, ano 2014.

Colheita de cana (t/a)	Produção açúcar (t/a)	Produção de bagaço (t/a)	Geração térmica (MWH)	Geração elétrica (MWH)
66.607.438	8.792.182	19.316.157	37.902.343	1.398.756

Atualmente, e também no futuro próximo, a demanda de energia térmica e elétrica do ramo é atendida com bagaço. A recuperação da palha como energético poderá atender novas demandas:

1. a produção adicional de eletricidade nas próprias usinas, como já foi iniciada na usina GRANBIO de São Miguel dos Campos, Alagoas, que colheu 250 mil toneladas de palha no ano 2014 para atender uma planta de cogeração de 70 MW;
2. a produção de etanol de segunda geração;
3. a produção de combustíveis sólidos processados (como fardos de palha, briquetes de palha, pellets de palha) para fornecer energia térmica a outros setores, substituindo biomassa lenhosa.

A terceira opção será avaliada como uma alternativa nos cenários futuros, onde sua participação dependerá de dois fatores: o avanço da colheita mecânica de cana e a taxa de extração de palha nas áreas onde ocorra a colheita mecanizada.

3.2.5. Ramo Cerâmica vermelha

Os estudos mais completos e atuais com relação ao ramo de cerâmica vermelha na região Nordeste do Brasil foram realizados no quadro do Programa Eficiência Energética na Indústria de Cerâmica Vermelha – EELA. Esse programa é financiado pela Agência Suíça de Cooperação Internacional (COSUDE), executado pela Swisscontact e no Brasil coordenado pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT-MCT).

Além de uma série de trabalhos sobre eficiência energética, licenciamento ambiental e fornos eficientes, esse programa realizou a caracterização do setor, incluindo cadastro e estimativa de consumo de biomassa. Logo, o presente relatório não apresentará detalhes maiores das características desse ramo em termos de tipo e tamanho das empresas, tecnologia utilizadas, etc. já que essa informação pode ser consultada nas publicações do INT e de outras instituições (CEPIS, BNB).

Paralelamente a essas informações, a APNE, no presente estudo, construiu um cadastro de cerâmicas na região de atuação a partir dos cadastros das Federações das Indústrias de cada estado, e do Cadastro Técnico Federal do IBAMA. Os resultados dos cadastros e das estimativas de consumo são apresentados na Tabela 38. Ainda que o número total de empresas na região é bastante similar, observa-se diferenças significativas entre os cadastros de cada estado.

A estimativa do consumo de biomassa foi realizada a partir das médias de consumo anual por estabelecimento em cada estado (segundo o INT) multiplicado pelo número de estabelecimentos do cadastro da APNE. O consumo anual total da região resulta muito similar com a estimativa do INT, ainda que os resultados por estado divergam.

Os estados de maior consumo são Ceará, Bahia e Rio Grande do Norte, que somam 69% do consumo total.

Tabela 38. Cadastros de cerâmica vermelha e estimativa de consumo de biomassa na região de estudo.

UF	Número de estabelecimentos cadastro APNE	Número de estabelecimentos cadastro INT	Consumo INT	Consumo médio/empresa INT	Consumo ajustado para Cadastro APNE	
			tMS/ano	tMS/ano	tMS/ano	%
MA		91	164.512	1.808		
AL	56	70	92.287	1.318	73.830	3%
BA	336	520	862.017	1.658	556.996	22%
CE	382	412	751.572	1.824	696.846	28%
PB	93	66	75.153	1.139	105.897	4%
PE	174	90	154.056	1.712	297.842	12%
PI	97	123	207.411	1.686	163.568	6%
RN	265	186	332.878	1.790	474.262	19%
SE	127	156	182.313	1.169	148.421	6%
Total	1.530	1.623	2.657.687	1.638	2.517.661	100%
Sem MA	1.530	1.532	2.493.175	1.537	2.517.661	

Fonte: INT/EELA, 2013 (In Pareyn et al, 2016), adaptado e fonte própria.

Utilizando o fator de conversão de 0,215 (tMS/st), a demanda de biomassa no setor de cerâmica vermelha pode ser estimada em 11,7 milhões de estéreos equivalentes de lenha por ano.

Considerando estudo realizado pela APNE em 2013 que estimou que apenas 40% da biomassa era oriunda de fontes sustentáveis (manejo da caatinga, algarobais, podas e resíduos), pode-se concluir que praticamente 7,0 milhões de estéreos da demanda do ramo de cerâmica vermelha provêm presumivelmente de desmatamentos e cortes não autorizados na caatinga e cerrado.

No caso dos desmatamentos assume-se que todo o carbono contido na vegetação cortada gera emissões de CO₂. No caso dos cortes não autorizados, sem mudança de uso da terra, o carbono contido na biomassa é emitido como CO₂, porém, é rearmazenado por meio da regeneração e crescimento de árvores e arbustos na mesma área cortada, em períodos de tempo variáveis entre 10 e 30 anos.

3.2.6. Ramo Padaria

O ramo “padaria” apareceu como o segundo ramo industrial mais importante em termos de demanda de biomassa florestal na análise de Pareto nos dados de 1990. Considerando os cinco estados – CE, RN, PB, PE e SE – a demanda por lenha nesse ramo era estimada em 2,7 milhões de estéreos/ano.

Na atualização da demanda por biomassa nesse setor é importante considerar os seguintes aspectos:

- aumento da população, com conseqüente aumento da demanda por pão;
- mudança de hábitos de alimentação com maior consumo de pão per capita;
- mudança na fonte energética utilizada na fabricação do pão por maior penetração dos fornos elétricos e a gás.

Inicialmente buscou-se obter o cadastro de padarias em todos os estados contemplados no estudo como possível base para estimativa da demanda. Até o momento não se teve acesso às informações deste ramo no Cadastro Técnico Federal do Ibama. O cadastro construído (Tabela 39) consiste nas listagens nos cadastros das Federações das Indústrias e consta de 4.600 estabelecimentos na região de estudo.

Tabela 39. Cadastro final de panificadoras na região do estudo.

UF	Nº estabelecimentos
AL	1.054
BA	763
CE	356
PB	56
PE	906
PI	242
RN	833
SE	390
Total	4.600

É fato que os cadastros das Federações de Indústrias são menos eficientes quando um ramo é composto por muitos estabelecimentos e distribuídos por todos os municípios. Visando estimar qual seria a eficiência do cadastro de Panificadoras fez-se o levantamento de todas as padarias (censo) em alguns municípios. A comparação entre esse levantamento e a informação do cadastro revelou que a eficiência do cadastro é de 70%.

Além disso, foi comentado por muitos entrevistados que existe um número importante de estabelecimentos informais, que não são registrados nem cadastrados. Por esses dois motivos, optou-se por estimar o consumo de energéticos a partir do consumo “per capita “ de pão e o do consumo específico de combustível para produzir o pão.

A amostragem de campo contemplou um total de 80 panificadoras em 26 municípios de 6 estados, conforme apresentado na Tabela 40 e Figura 13.

Tabela 40. Amostragem e fonte energética das panificadoras na região de estudo.

UF	Município	Nº total padarias	Fonte energética para o forno										
			Lenha	Carvão	Briquete	GLP	EE	GLP + EE	GLP + Lenha	EE + Lenha	EE+GLP +Lenha	Resíduo serraria	
PB	Pedras de Fogo	6	6										
RN	Brejinho	6	3	1				1	1				
RN	Vera Cruz	7	7										
RN	Pureza	4	3	1									
RN	Touros	8	5		1	2							
AL	Girau do Ponciano	3							1	2			
AL	Limoeiro de Anadia	2					2						
AL	Arapiraca	3					2			1			
AL	Taquarana	5	4					1					
AL	Delmiro Gouveia	58	4								2		
SE	Itabaiana	5					3	2					
SE	Lagarto	7				5	2						
SE	Campo de Brito	4				1	3						
PE	Lagoa de Itaenga	6	2			1		1					
PE	Feira Nova	10	4					1		1			
PE	Jucati	7				2	1	2					
PE	Jupi	5	4			1							
PE	Lajedo	7				2	1	1					
PE	Garanhuns	8	2			3	1						2
PE	Ouricuri	17	15			2							
BA	Jeremoabo	10					10						
BA	Uauá	12	9				3						
BA	Sobradinho	6	6										
BA	Casa Nova	4	1			2				1			
BA	Paulo Afonso	7	4			1	1			1			
BA	Juazeiro	5	1			4							
	Total	222	80	2	1	20	22	7	1	6	2	2	2
	Total sem SE	206	56%	1%	1%	14%	15%	5%	1%	4%	1%	1%	1%

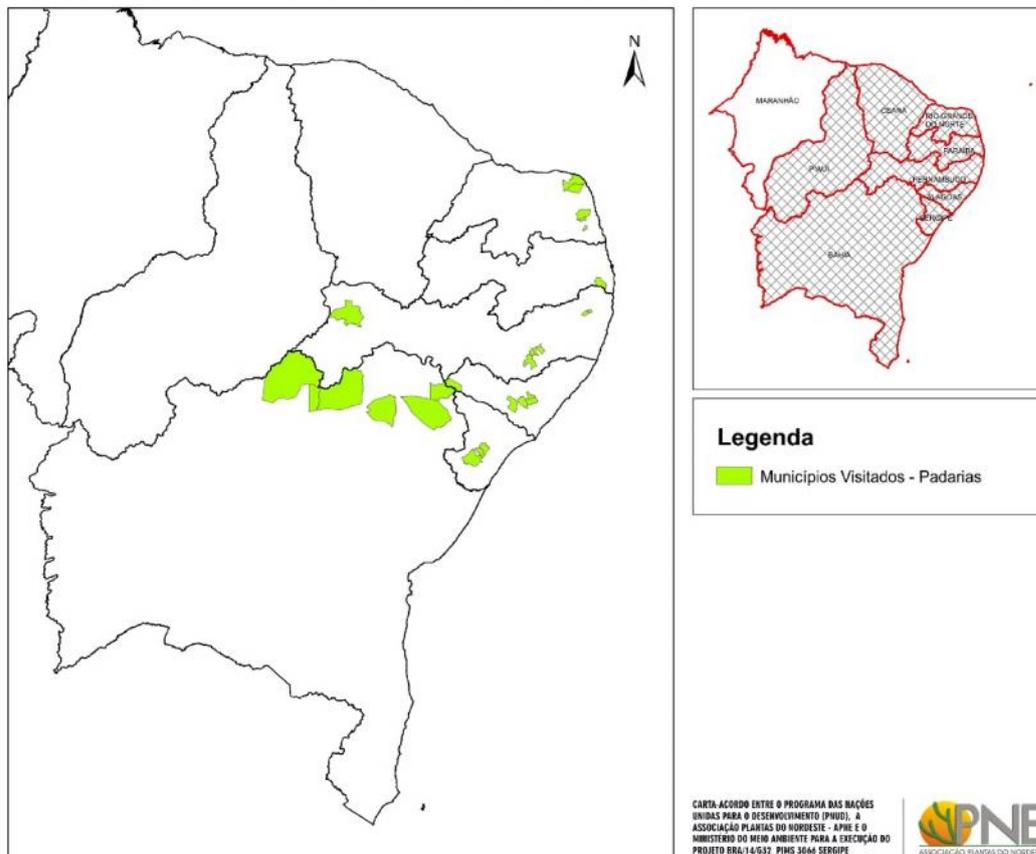


Figura 13. Municípios com amostragem no ramo Padaria.

É importante destacar que no estado de Sergipe a ADEMA em 2008 proibiu o uso de lenha em padarias e, portanto, esse estado foi excluído do cálculo do consumo de biomassa.

A amostragem de campo também permitiu quantificar que:

1. o rendimento da farinha na produção de pão: 1 saco de farinha de 50 kg rende, em média, 1.229 pães (média de 59 casos);
2. o consumo específico de biomassas na fabricação de pão:
 - a. Lenha: são utilizados em média 68,6 kg de lenha por saco de farinha (37 casos)
 - b. Carvão vegetal: são utilizados em média 12,5 kg de carvão por saco de farinha (2 casos)
 - c. Briquetes e resíduos de serraria: são utilizados em média 33,8 kg de briquetes por saco de farinha (4 casos)
 - d. Não se observou diferença de consumo específico entre padarias que utilizam apenas lenha e padarias que utilizam diversas fontes energéticas (lenha e gás, lenha e energia elétrica)

O consumo de pão “per capita” é informado em números bastante diferentes na literatura. O Sebrae e a PROPAN indicam a média anual de 34 kg de pão para o Brasil, equivalente a 1,8 pães/habitante/dia. Já o IBGE (2002-2003) informa o valor de 5,1 kg/ano, equivalente a 0,3 pães/habitante/dia.

A amostragem realizada pela APNE em 10 municípios permitiu estimar um consumo médio de 0,73 pães/habitante/dia considerando a população total do município, que está dentro dos valores

reportados na bibliografia. Na mesma amostragem, o consumo per capita é de 1,77 pães/habitante urbano/dia, considerando apenas a população urbana como referência. O erro padrão da média do consumo per habitante urbano (1,77 pães/dia; ep = 15%) é menor, sendo portanto utilizado como base para as estimativas de consumo.

A demanda de biomassa para o ramo Padaria é calculada da seguinte forma:

- em grandes centros urbanos, assumimos que o pão é produzido com fornos elétricos ou a gás (GLP) e não gera demanda de biomassa;
- para o restante da população, o consumo médio de pão é de 1,77 pães/hab. urbano/dia;
- a produção de pão fora de grandes centros urbanos utiliza as seguintes fontes energéticas:
 - lenha : 62%
 - carvão : 1%
 - briquete/resíduos : 2%

A Tabela 41 apresenta o consumo de pão na região do estudo para a estimativa de demanda do levantamento realizado.

Tabela 41. População e consumo anual de pão por estado na região do estudo.

UF	População total (hab)	População GU (hab)	População PU (hab)	População RU (hab)	Demanda pão (unidades/ano)	Demanda farinha (sacos/ano)
AL	3.120.494	932.129	1.365.731	822.634	2.417.344	717.926
BA	14.016.906	3.891.913	6.210.563	3.914.430	11.346.065	3.369.661
CE	8.452.381	3.190.156	3.156.401	2.105.824	5.586.830	1.659.229
PB	3.766.528	1.087.994	1.750.684	927.850	3.098.711	920.284
PE	8.796.448	3.337.901	3.714.309	1.744.238	6.574.327	1.952.506
PI	3.118.360	767.557	1.283.402	1.067.401	2.271.622	674.648
RN	3.168.027	1.243.436	1.221.555	703.036	2.162.152	642.136
SE	2.068.017	571.149	949.217	547.651	1.680.114	498.976
Total	46.507.161	15.022.235	19.651.862	11.833.064	35.137.164	10.435.366
Total - SE	44.439.144	14.451.086	18.702.645	11.285.413	33.457.050	9.936.390

A

Tabela **42** apresenta a estimativa da demanda de biomassas (lenha, carvão, briquetes) a partir das estimativas de consumo de pão da Tabela 41.

Tabela 42. Estimativa do consumo de biomassa nas padarias da região do estudo.

UF	Demanda Lenha (tMS/a)	Demanda carvão (tMS/a) eq. Lenha	Demanda briquete/resíduos (tMS/a) eq. Lenha	Total de biomassa (tMS/a)
AL	20.764	244	351	21.358
BA	97.457	1.146	1.645	100.247
CE	47.988	564	810	49.362
PB	26.616	313	449	27.378
PE	56.470	664	953	58.087
PI	19.512	229	329	20.071
RN	18.572	218	314	19.104
SE *				
Total	287.378	3.378	4.851	295.608

* No estado de SE é proibido o uso de biomassa nas padarias

Logo, a demanda por biomassa no ramo de panificação está na ordem de $0,3 \cdot 10^6$ tMS/ano (equivalente a aproximadamente 1,4 milhões de estéreos/ano).

A demanda por carvão e briquetes ou resíduos de serraria é mínima e na ordem de $0,01 \cdot 10^6$ tMS/ano (equivalente a 0,04 milhões de estéreos/ano).

3.2.7. Ramo Gesso

A produção de gesso no Brasil concentra-se na Região Nordeste, em particular, no Estado de Pernambuco, responsável por 95% do gesso consumido em todo Brasil (ano base 2008). A região de produção, conhecida como polo gesseiro do Araripe, é constituído pelos municípios de Araripina, Bodocó, Ipubi, Ouricuri e Trindade (Figura 14).

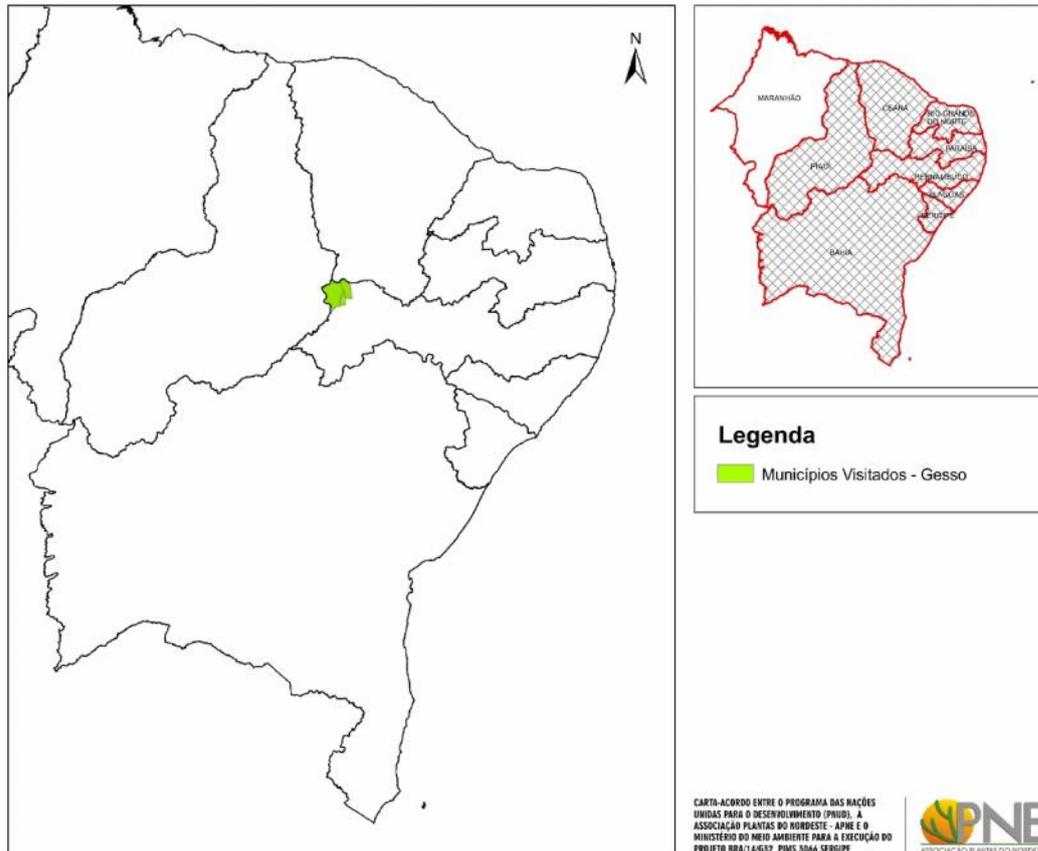


Figura 14. Localização do polo gesseiro em Pernambuco.

O Polo Gesseiro do Araripe é formado por 39 minas de gipsita, 726 indústrias de pré-moldados e 139 indústrias de calcinação, sendo esta última a de maior interesse do trabalho em questão pelo consumo energético em sua produção. A produção de gesso em 2013 foi estimada em 5,5 milhões de toneladas (SINDUSGESSO, 2014). A mesma fonte indica os seguintes valores de crescimento da produção:

2008	2009	2010	2011	2012	2013	2013/2008
+28%	+15%	+28%	+20%	-4%	+4,5 %	226%

O processo de queima pode ser “lento” ou “rápido” com consumo específico médio de 0,501 e 0,496 (st/t gesso) respectivamente. Estes valores foram obtidos em estudo utilizando forno barriga quente. A média obtida para o consumo específico geral é 0,489 st/t (CAMPELO, 2011). Adotamos neste estudo um valor médio de 0.5 st/t equivalente a 0.107 tMS/t.

Para produzir 1 tonelada de gesso são necessários 37 kg de óleo BPF (de baixo ponto de fluidez) (R\$1,50 por kg) com custo R\$ 55.50 por tonelada de produto. Se utilizar 0,5 st de lenha (de R\$ 35,00 por st) o custo é R\$17,50. Como os valores favorecem o uso da lenha, essa é a principal, se não a única, fonte de

energia térmica. Outras fontes energéticas já utilizadas são óleo BPF, GLP, e coque (ATECEL, 2006). Essa matriz energética pode variar de acordo com o porte das indústrias, podendo ser utilizada apenas a lenha nas de menor porte.

Um primeiro levantamento do ramo foi realizado pelo Projeto PNUD/FAO no ano de 1998 que estimou o consumo em 434.007 st/ano em um total de 87 indústrias calcinadoras de gesso com consumo médio de 4.988 st/a/estabelecimento. Na atualização de Campelo em 2011, o universo de calcinadoras foi estimado em 139 empresas e o consumo médio de lenha por empresa foi de 16.533 st/ano⁸.

O volume de lenha necessário para atender a produção de 5,5 milhões de toneladas de gesso⁹ utilizando o consumo específico de 0,107 tMS/t de gesso é de 0,588 milhões de tMS/ano em 2014.

Uma recente estimativa realizada pela APNE com relação às origens de lenha indica: PMFS 10%; algaroba e poda de frutíferas 20%; eucalipto 5%; e 65% de exploração florestal não controlada e/ou de mudança do uso do solo.

⁸ Média calculada com base em 18 estabelecimentos amostrados

⁹ Esta é a última estimativa de produção disponível (Fonte: SINDUGESSO, 2014)

3.2.8. Ramo Beneficiamento de Mandioca

Caracterização

O beneficiamento da mandioca é uma importante atividade industrial e artesanal no Nordeste, que faz parte da cadeia de valor do cultivo da mandioca. Suas matérias primas são as raízes da mandioca cultivada (*Manihot flabellifolia*) e seus produtos principais são a **farinha de mandioca** e a **fécula de mandioca** (também chamada de “amido”, “goma”, “polvilho”, “tapioca”). Uma parte da mandioca colhida não é beneficiada, pois é utilizada diretamente como alimento para o gado.

A biomassa é o energético que fornece calor na etapa de secagem, na fase final do beneficiamento de farinha e de beiju. A secagem é essencial para assegurar a conservação dos produtos e também influencia na cor e no sabor.

Nos estabelecimentos artesanais que produzem farinha, o “secador” é uma fornalha de alvenaria, coberta por uma lâmina metálica: na parte inferior da fornalha queima-se biomassa e na parte superior a massa úmida é aquecida e virada sobre a lâmina até secar.

Para os fins deste estudo, foram considerados 4 tipos de estabelecimentos, seguindo a classificação de Pascoli Cerda¹⁰.

- *casas de farinha artesanais*: a única operação mecanizada é o ralado; o produto principal é farinha;
- *casas de farinha industriais*: várias operações mecanizadas (descascado, ralado, filtragem, secagem); os produtos principais são farinha e goma (as vezes beiju);
- *fecularias artesanais*: a única operação mecanizada é o ralado; os produtos principais são amido, beiju e tapioca;
- *fecularias industriais*: várias operações são mecanizadas (descascado, ralado, filtragem); produzem féculas naturais e modificadas para usos industriais.

Cadastro de estabelecimentos do Ramo

Para estimar o número de estabelecimentos no ramo, foi construído um cadastro consolidado, compilando as informações obtidas de:

- o Cadastro Público Federal (IBAMA)
- o Cadastro das Federações das Indústrias (de Pernambuco, de Ceará, de Paraíba, de Piauí, de Bahia, de Sergipe).

A Tabela 43 apresenta o número de estabelecimentos cadastrados, por tipo e por Estado.

¹⁰ Marney Pascoli Cereda, UNESP-Botucatu, CERAT. 2014

Tabela 43. Estabelecimentos que processam mandioca, por tipo e por UF.

<i>Tipo de estabelecimento</i>	<i>Fecularia artesanal</i>	<i>Casa de Farinha Artesanal</i>	<i>Fecularia Industrial</i>	<i>Casa de Farinha Industrial</i>	<i>Indeterminado</i>	<i>Total</i>
BA	1	8	1	3		13
RN	2		2	1	1	6
CE					2	2
PB					6	6
PE		5	1	1		7
PI					3	3
RN	3	6	1	6	13	29
SE					6	6
Total	6	19	5	11	31	72
<i>Original</i>	8%	26%	7%	15%	43%	100%
<i>Ajustado</i>	15%	60%	5%	20%	--	100%

Este cadastro é extremamente incompleto e não permite estimar o tamanho do universo, nem a localização dos estabelecimentos nem dos polos de produção. Vale destacar que o ramo “casa de farinha” é tipicamente um ramo informal com baixo registro nos órgãos reguladores.

Logo, visando identificar os polos produtivos, foi mais confiável utilizar a estatística de produção de mandioca por municípios (IBGE). A partir dessa informação puderam ser identificados 14 polos produtores de mandioca (Tabela 44 e Figura 15).

Tabela 44. Municípios do Nordeste com alta produção de mandioca.

SUBREGIÃO	POLO	MUNICÍPIOS
Litoral	Norte RN	Touros, Pureza
Litoral	Norte CE	Bela Cruz, Acaraú, Itarema, Amontada, Itapipoca
Litoral	Litoral PB	Pedras de Fogo
Litoral	Litoral Sul BA	Eunápolis, Jucuruçu, Umã, Canavieiras
Agreste	Agreste RN	Januário Cicco, Brejinho, Vera Cruz
Agreste	Agreste PE	São Bento do Una, Capoeiras, Jucatí e Caetés
Agreste	Agreste AL	Arapiraca, Limoeiro de Anadia, Taquarana, Girau do Ponciano
Agreste	Agreste SE	Lagarto, Campo de Brito, Itabaiana
Agreste	Norte BA	Crisópolis, Sátiro Dias, Agua Fria, Itapicuru, Irará, Coração de Maria, Alagoinhas
Agreste	Recôncavo BA	Wenceslau Guimaraes, Ubaíra, Lage, São Miguel das Matas, Cruz das Almas, Maragogipe
Sertão	Chapada de Araripe	Araripina, Ipubi, Exu, Araripe, Salitre
Sertão	Sertão Central BA	Monte Santo, Euclides da Cunha
Sertão	Sertão Sul Baiano	Cândido Sales, Encruzilhada, Vitória da Conquista
Sertão	Sertão Sul Oeste BA	Correntina, Cocos, Feira da Mata, Bom Jesus Baiano

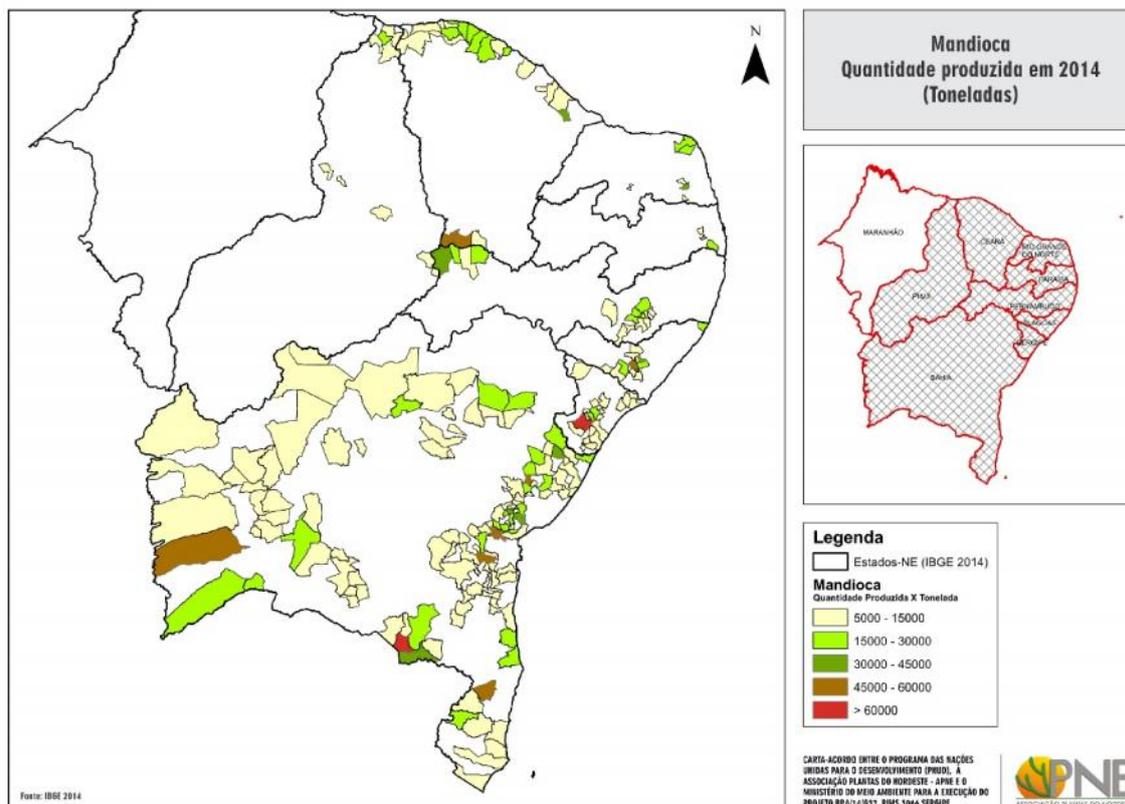


Figura 15. Polos produtivos de mandioca no NE (Fonte: Censo Agropecuário, IBGE).

Dinâmica da produção de mandioca

A Tabela 45 e a Figura 16 comparam os dados de IBGE de produção de mandioca para 1994 e 2014.

Tabela 45. Número de municípios e Produção de mandioca (t/a) por UF em 1994 e 2014.

UF	Municípios	Produção 1994	Municípios	Produção 2014
AL	86	395.733	90	250.256
BA	397	3.007.203	373	2.131.473
CE	172	734.846	151	478.453
PB	114	436.142	103	135.114
PE	164	729.350	127	302.361
PI	141	644.001	214	174.931
RN	107	477.348	102	160.286
SE	74	605.999	70	415.910
Total	1255	7.030.622	1230	4.048.784

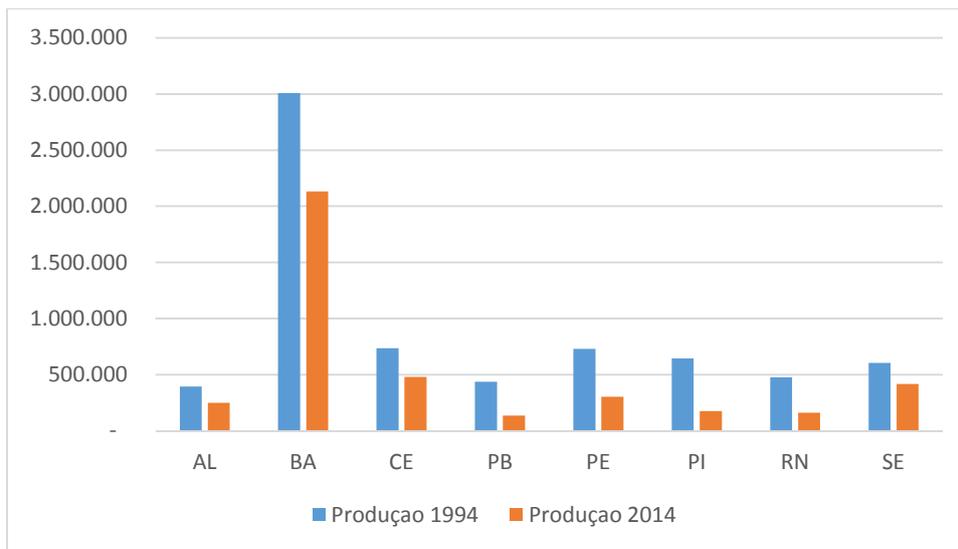


Figura 16. Comparativo da produção de mandioca por estado, 1994-2014.

A notável queda da produção demonstrada na Figura 17, ocorreu em todos os Estados e pode ter sido consequência da grande seca iniciada no ano de 2012. A produção total da região NE acompanhou sempre as variações de área cultivada, indicando que o rendimento foi muito constante.

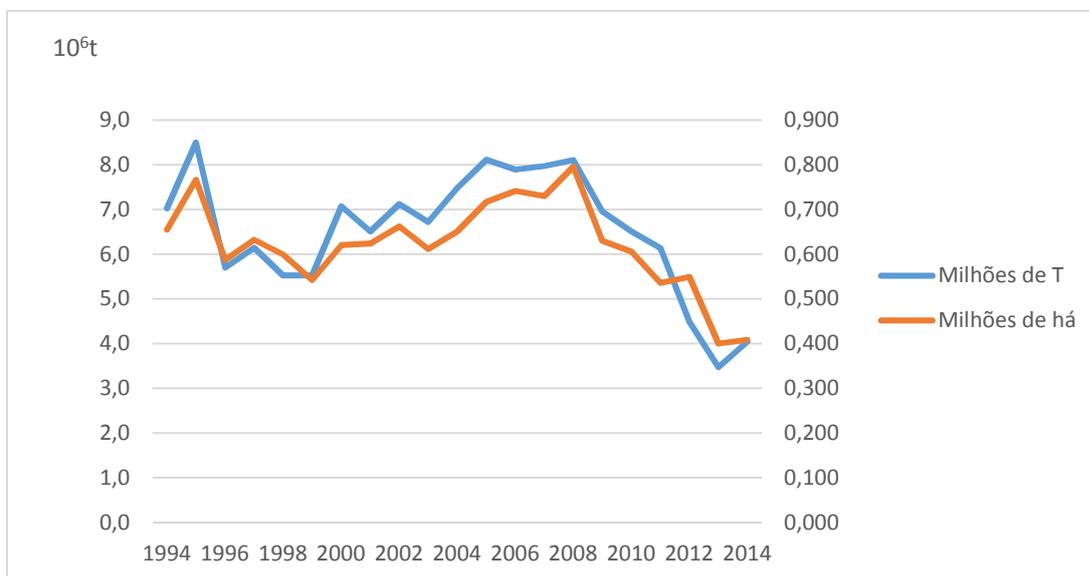


Figura 17. Histórico da área cultivada e da produção de mandioca no NE.

A distribuição da produção por Estados é resumida na Tabela 46 onde se destaca a Bahia com 52% do total. Vale salientar que na série de vinte anos (1994 e 2014), o maior valor de produção anual foi de 8,5 milhões de toneladas em 1995, e o menor de 3,5 milhões de toneladas em 2012. A distribuição da produção por Estados em 2014 foi muito similar à distribuição da média histórica.

Tabela 46. Produção de mandioca em 2014 e média de 20 anos (1994 – 2014).

	Produção de mandioca (t/2014)	UF	Média de 20 anos	
6%	250.256	AL	308.634	5%
53%	2.131.473	BA	3.408.654	52%
12%	478.453	CE	661.887	10%
3%	135.114	PB	246.553	4%
7%	302.361	PE	543.409	8%
4%	174.931	PI	453.994	7%
4%	160.286	RN	410.195	6%
10%	415.910	SE	494.081	8%
100%	4.048.784	Total	6.527.407	100%

Levantamento de campo

Visando estimar o destino da mandioca colhida e o consumo de energéticos no beneficiamento, a APNE realizou levantamento de campo. Foram visitados 73 estabelecimentos em 7 dos 14 polos de produção (2 no RN; 1 na PB; 1 em SE; 1 em AL; 1 em PE e 1 no PI) de mandioca identificados (Figura 18). Os detalhes do levantamento de campo são apresentados na Tabela 47.

Tabela 47. Levantamento de campo realizado no ramo Beneficiamento de mandioca.

UF	Nº municípios	Produção mandioca IBGE (t/a)	Peso na amostra	Nº amostras	Processado	Destino para Farinha
SE	3	179.585	0,44	17	100%	99,5%
AL	6	96.450	0,24	10	100%	100%
PB	1	18.000	0,04	5	60%	81%
RN - Agreste	3	2.750	0,01	7	90%	92%
RN - Litoral	2	36.500	0,09	3	50%	46%
PE	5	74.010	0,18	28	90%	90%
PI	1	2.100	0,01	3	100%	100%
Total/média	15	409.395		73	92%	92%

A média ponderada (em função do peso de cada polo) para o consumo específico foi de 0,54 st LE/t mandioca, com desvio padrão de 0,29 e erro padrão de 0,04 (7% da media). Isto equivale a 0,115 tMS/t de mandioca processada.

Com relação ao tipo e à origem da biomassa utilizada nos fornos, obteve-se os seguintes resultados na amostra (Tabela 48 e Figura 19):

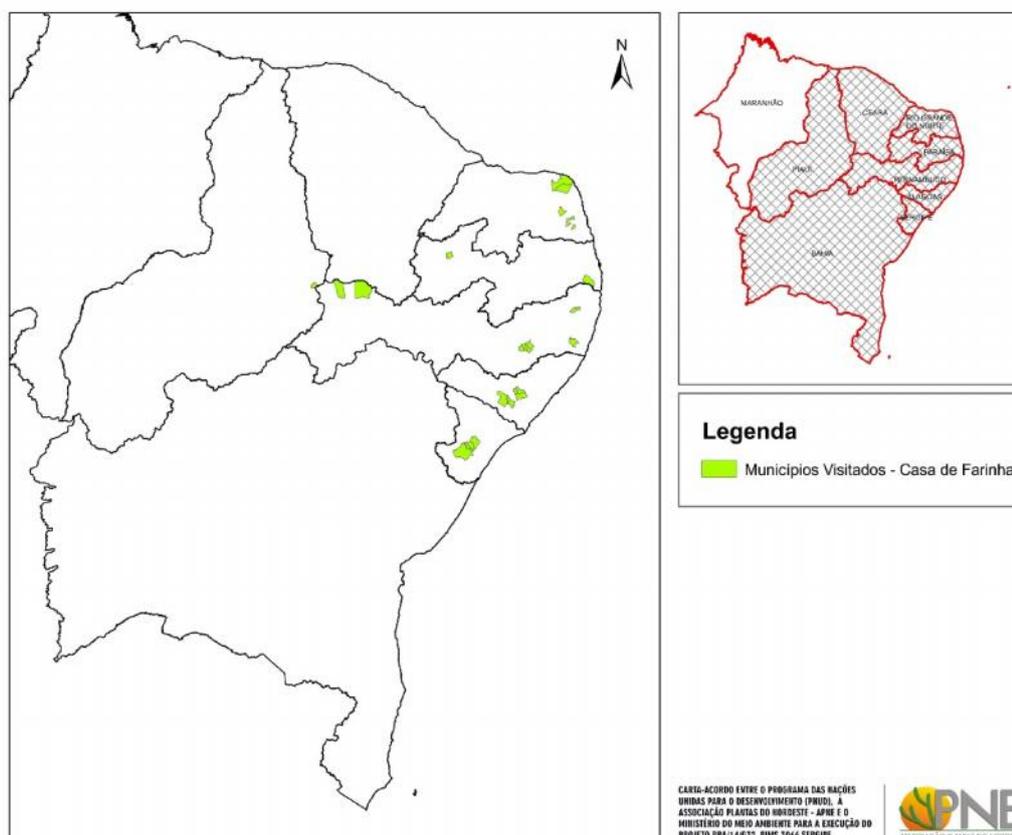


Figura 18. Municípios visitados no levantamento de campo do ramo “Beneficiamento de mandioca”.

Tabela 48. Origem da biomassa utilizada nos fornos das casas de farinha no NE.

UF	Lenha Nativa corte	Lenha Nativa coleta	Lenha de Roçado	Poda de frutífera	Resíduo	Lenha de algaroba	Lenha de PMFS	Lenha eucalipto
PB	80%	0%	20%	0%	0%	0%	0%	0%
RN	29%	0%	12%	41%	6%	12%	0%	0%
SE	33%	8%	0%	38%	13%	8%	0%	0%
AL	17%	0%	0%	11%	17%	56%	0%	0%
PE	50%	0%	2%	2%	10%	29%	2%	5%
PI	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

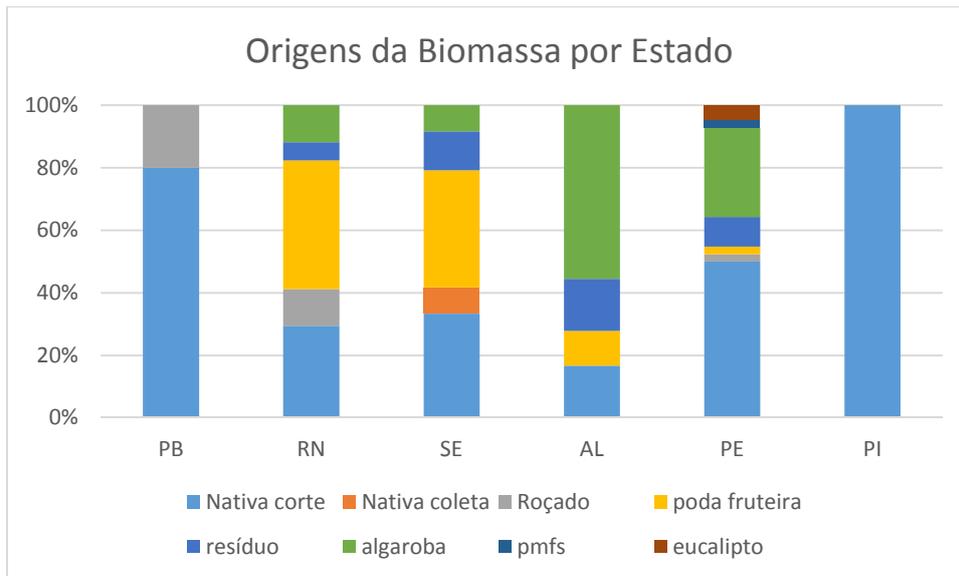


Figura 19: Origem da biomassa por estados

A utilização de lenha de frutíferas é importante no RN (de cajueiro) e em Sergipe (de laranja). Os principais resíduos utilizados são casca de coco (RN) e pallets (SE). A algaroba utilizada em Alagoas tem origem no estado de Pernambuco.

As origens “nativa corte” e “roçado” são as com efetivo potencial de emissão de GEE, representando em torno de 44% do consumo total na amostra.

O consumo total de biomassa nesse ramo para 2014 é estimado em 0,4 milhão de tMS/a, equivalentes a 1,8 milhão de st/a. Para a média de produção do período 1994 – 2014, o consumo de biomassa é de 0,6 milhão de tMS/ano, equivalente a 3,0 milhões de esteres de lenha (Tabela 49).

Tabela 49. Produção e processamento de mandioca e consumo de lenha no ramo, por estado do Nordeste.

UF	Produção 2014 (t)	Processado (t)	Destino para Farinha (t)	Consumo Biomassa (tMS/a)	Consumo Biomassa geradora de GEE (tMS/ano)
AL	250.256	230.236	211.817	24.359	10.718
BA	2.131.473	1.960.955	1.804.079	207.469	91.286
CE	478.453	440.177	404.963	46.571	20.491
PB	135.114	124.305	114.360	13.151	5.787
PE	302.361	278.172	255.918	29.431	12.949
PI	174.931	160.937	148.062	17.027	7.492
RN	160.286	147.463	135.666	15.602	6.865
SE	415.910	382.637	352.026	40.483	17.813
Total	4.048.784	3.724.881	3.426.891	394.092	173.401

UF	Produção média 1994-2014 (t/a)	Processado (t)	Destino para Farinha (t)	Consumo biomassa média 1994 - 2014 (tMS/a)	Consumo biomassa geradora de GEE média 1994 - 2014 (tMS/a)
AL	308.634	283.943	261.228	30.041	13.218
BA	3.408.654	3.135.962	2.885.085	331.785	145.985
CE	661.887	608.936	560.221	64.425	28.347
PB	246.553	226.829	208.682	23.998	10.559
PE	543.409	499.936	459.941	52.893	23.273
PI	453.994	417.674	384.261	44.190	19.444
RN	410.195	377.379	347.189	39.927	17.568
SE	494.081	454.555	418.190	48.092	21.160
Total	6.527.407	6.005.214	5.524.797	635.352	279.555

3.2.9. Ramo têxtil

Apesar do ramo Têxtil não ter se apresentado como importante na análise de Pareto, o mesmo foi avaliado por meio de compilação de informações existentes, principalmente pela sua importância no estado de Pernambuco.

A indústria têxtil compreende as etapas de fiação, a tecelagem, a malharia, e o beneficiamento (tinturaria, estamparia, lavanderia etc.) dentro da cadeia produtiva e de distribuição de tecidos e confecções (BEZERRA, 2014). As lavanderias industriais atuam na parte final do processo produtivo da confecção de peças jeans, brim e algodão. A secagem é realizada de forma mecânica, a partir de centrífugas, e/ou por vaporização térmica por meio de secadoras.

Quanto à produção da Indústria têxtil, os estados que mais se destacam na região Nordeste são: Ceará, Pernambuco, Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte. O polo do Ceará é o principal da região, formado por médias e grandes empresas e tem uma produção voltada para a confecção de roupas. O polo de Pernambuco é o segundo em importância, localizado nos municípios de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, com maior destaque no beneficiamento, lavagem de jeans e fabricação de peças. A participação da lenha no consumo do polo de Pernambuco correspondia a 93,75% sendo que 87% da lenha utilizada é de *Prosopis juliflora* (BARBOSA, 2011; VIANA, 2005; VIANA, 2008).

A Tabela 50 apresenta o número de indústrias e o consumo de biomassa florestal estimado nos diversos levantamentos disponíveis. Observa-se um aumento significativo tanto do número de empresas como do consumo de biomassa no estado de Pernambuco comparando os levantamentos do início dos anos noventa e a estimativa de 2011.

Tabela 50. Levantamentos existentes do universo e consumo de biomassa no setor têxtil.

Levantamento	Consumo (st/a)	Nº de indústrias
PE (PNUD/FAO, 1998)	21.662	41
CE (PNUD/FAO, 1994)	10.967	59
PB (PNUD/FAO, 1994)	4.002	94
SE (SEMARH, 2010)	43.090	2
PE (Barbosa, 2011)	172.671	138

Os únicos estudos recentes sobre o ramo têxtil foram feitos em Sergipe e em um polo de Pernambuco; sua soma é de $216 \cdot 10^3$ st/ano ou $46 \cdot 10^3$ tMS/ano.

3.2.10. Ramo Óleos vegetais

Este ramo processa duas matérias primas principais (sementes de soja e de algodão) em estabelecimentos de grande porte, localizadas no PI e SO da BA. Outras oleaginosas como dendê, coco, ouricuri, mamona, gergelim, oiticica, são industrializadas por estabelecimentos de pequeno porte e de pouca importância em termos de consumo de energia, que estão dispersos em todos os estados do NE.

O presente estudo focaliza nas indústrias de grande porte que produzem óleos vegetais de soja e algodão. Para estimar seu consumo de biomassa, utilizou-se os dados de produção de soja e caroço de algodão do IBGE e um valor de consumo específico de biomassa por tonelada de matéria prima processada.

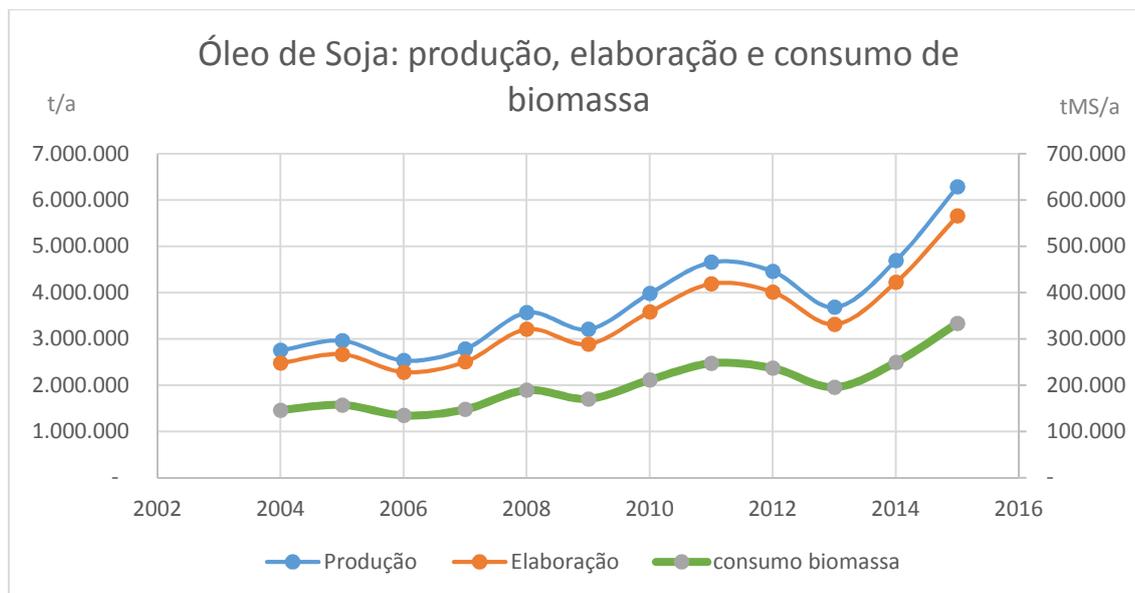


Figura 20: Evolução da produção de óleo de soja no Nordeste

Para estimar o consumo de biomassa foi utilizado um valor de consumo específico de 0,059 tMS /t soja.

A Figura 20 apresenta a evolução da produção de óleo de soja, do seu beneficiamento e respectivo consumo de biomassa. O valor final de consumo de biomassa estimado para o processamento de óleo de soja é de 333.772 tMS para o ano de 2015, assumindo que 90% da soja produzida no NE é esmagada na própria região e que se utiliza exclusivamente biomassa como fonte de energia (como informado por: BUNGE, Relatório de Sustentabilidade, 2015).

Para o processamento de óleo de algodão estima-se um consumo de 23.372 tMS para o ano de 2014, baseado no consumo específico de 0,032 tMS/t caroço e considerando que 58% do algodão colhido corresponde a semente ou caroço. A Figura 21 apresenta a evolução da produção, beneficiamento e respectivo consumo de biomassa de algodão no Nordeste.

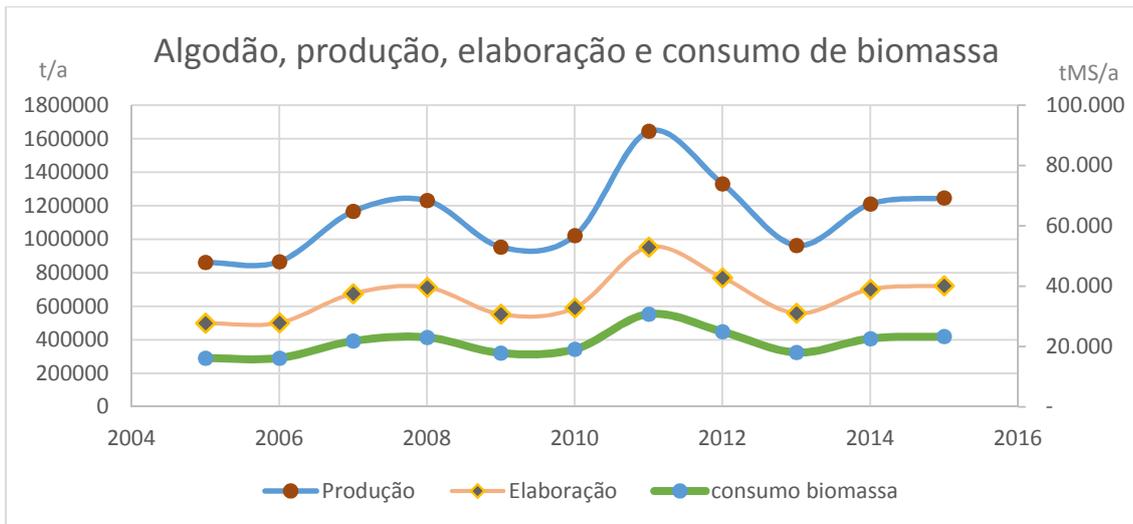


Figura 21: Evolução da produção, elaboração e consumo de biomassa no setor de algodão

Em resumo, o ramo de óleos vegetais tem um consumo total de biomassa nos estabelecimentos de grande porte da ordem de $357 \cdot 10^3$ tMS para o ano de 2015. Isto equivale a $1,66 \cdot 10^6$ estéreos de lenha por ano.

3.2.11. Outros Ramos

Neste estudo não foi considerada a demanda de biomassa dos seguintes ramos industriais:

- Caieira de cal
- Indústria de doces
- Indústria de bebidas
- Engenhos de rapadura e cachaça
- Olaria de telha
- Cimento

O ramo de caieira de cal se apresentou como segundo ramo mais importante na análise de Pareto no ano de 1990 com os dados dos estudos do PNUD/FAO. Neste período, esse ramo era composto principalmente por estabelecimentos informais, utilizando fornos abertos (“caieras”) com baixo uso de tecnologia e, portanto, alto consumo específico. Na atualidade, esse ramo se profissionalizou, há poucos estabelecimentos informais e o processo se industrializou. Ainda que a sua importância relativa possa ter diminuído muito, pode ser um ramo com demanda significativa em algumas regiões do NE.

Os ramos da indústria de doce e de bebidas, por serem localizados na região litorânea, têm acesso ao gás natural e a sua demanda por biomassa foi muito reduzida.

Os ramos de engenhos e de olaria de telha, já eram pouco significativos nos anos 80-90 e atualmente têm menor importância devido à redução do número de estabelecimentos e seu nível de atividade.

O ramo de cimento teve o seu consumo de biomassa drasticamente reduzido nos últimos vinte anos. Quase toda a produção era suportada por carvão vegetal nos anos oitenta; porém foi substituído pelo coque de petróleo que na atualidade é o único energético em quase todos os estabelecimentos.

3.2.12. Setor Comercial

A estimativa da demanda por biomassa do setor comercial se confronta com diversas características que dificultam a quantificação do consumo:

1. A informalidade de grande número de empreendimentos torna qualquer tipo de cadastro ou noção de universo praticamente impossível. Essa informalidade já ocorre frequentemente em estabelecimentos medianos (restaurantes, lanchonetes,...) e resulta praticamente total nos estabelecimentos de “comidas de rua” (galeto assado, espetinho, tapioca, milho cozido,.....)
2. A grande diversidade de porte dos estabelecimentos, tanto formais como informais, provoca grande dispersão no padrão de consumo de energia (fonte energética, equipamento utilizado, quantidade)

Essa dificuldade é traduzida na dispersão das estimativas de consumo comercial levantado pelo PNUD/FAO (anos noventa), no posterior levantamento no Estado de Sergipe (2010) e no levantamento em três municípios de PE (2015) (Tabela 51).

Tabela 51. Consumo comercial total e per capita em diversos estudos no Nordeste.

UF	Consumo comercial (st/a)	Consumo per capita (eq. Lenha kgMS/hab.a)
CE	25.600	0,65
RN	22.239	1,50
PB	139.342	7,92
PE	92.075	2,24
SE	35.813	3,71
PE (3 municípios)	13.959	6,82

Os resultados não são consistentes com o tamanho de cada estado nem da sua população. Além disso, os estudos citados não consideraram o consumo de biomassa nos ramos informais do tipo “comida de rua”, sendo, portanto, subestimações.

Uma alternativa para estimar o consumo comercial consiste em adotar um consumo médio per capita encontrado em outros países de comportamento e cultura alimentar similar (ex. México – 5 kg de carvão vegetal/habitante/ano, equivalente a 13,6 kgMS/cap/a). Assume-se que o consumo dos estabelecimentos dedicados ao comércio de alimentos corresponde a carvão vegetal o que é o caso em quase todos os informais e em boa parte dos formais.

Utilizando esse parâmetro e considerando a população da região do estudo de 46,5 milhões de habitantes, a demanda comercial equivaleria a 232,5 milhões kg de carvão vegetal por ano. Assumindo os fatores de conversão:

- 1 kg carvão vegetal = 4 kg de lenha verde
- 1 st de lenha = 315kg de lenha (peso verde)

a demanda comercial da região do estudo será de aproximadamente 2,95 milhões de estéreos por ano ou 0,632 10⁶ tMS de lenha

O padrão de consumo desses estabelecimentos é caracterizado pela compra de todo o carvão consumido, com provável origem conforme identificado no estudo anterior da APNE (60 % de fontes não sustentáveis).

4. Conclusões

A Tabela 52 apresenta o resumo de todas as demandas por biomassa na região de estudo por setor e subsetor. Também apresenta a estimativa de demanda de biomassa com impacto direto na emissão de GEE.

Tabela 52. Demanda de biomassa total e emissora de GEE por setor e subsetor na região NE (10⁶ tMS/a).

Setor	Subsetor/Ramo	Universo	Demanda total	Demanda com emissão de GEE	
Domiciliar	Grande Urbano	4.488.639 hab	0,19	0,19	
	Pequeno Urbano	5.657.361 hab	0,91	0,44	
	Rural	3.155.000 hab	3,78	1,48	
	Total	13.301.000 hab	4,88	2,24	
Não-energético	Cercas	2.044.900 prop	0,63	0,63	
	Total	2.044.900 prop	0,63	0,63	
Industrial	Celulose e Papel (energético)	6 estabelecimentos	1,46	0,00	
	Siderurgia	2 estabelecimentos	0,62	0,04	
	Sucro-alcooleira		-	0,00	
	Cerâmica vermelha	1.530 estabelecimentos	2,52	1,51	
	Padaria	4.600 estabelecimentos	0,30	0,29	
	Gesso	139 estabelecimentos	0,59	0,38	
	Beneficiamento mandioca	?	0,39	0,17	
	Têxtil	?	0,05	0,01	
	Óleos vegetais	?	0,36	0,36	
	Caieira de cal, engenho, indústria de doce, olaria de telha				
	Total			6,28	2,77
Comercial		?	0,63	0,63	
	Total		0,63	0,63	
Total			12,43	6,27	

A demanda total de biomassa na região de estudo é estimada em 12,43 10⁶ tMS/a, equivalente a aproximadamente 54,8 10⁶ st/a. Metade dessa demanda contribui diretamente com a emissão de GEE.

A Tabela 53 apresenta a distribuição da demanda total de biomassa por estado contemplado no estudo, expressa em milhões de esteres equivalentes de lenha.

Tabela 53. Distribuição da demanda total de biomassa por setor e por estado (em 10⁶ tMS/a).

UF	Domiciliar			Não-energético	Industrial								Comercial	Total
	Urbano	Rural	Total		Celulose e Papel	Siderurgia	Cerâmica vermelha	Padaria	Gesso	Mandioca	Têxtil	Óleos vegetais		
PI	0,07	0,35	0,42	0,08			0,16	0,02		0,02		0,09	0,04	0,84
CE	0,19	0,65	0,84	0,09		0,04	0,70	0,05		0,05	0,00		0,11	1,87
RN	0,07	0,21	0,29	0,03			0,47	0,02		0,02			0,04	0,87
PB	0,10	0,31	0,41	0,05			0,11	0,03		0,01	0,00		0,05	0,65
PE	0,21	0,55	0,76	0,07	0,06		0,30	0,06	0,59	0,03	0,04		0,12	2,02
AL	0,07	0,25	0,31	0,03			0,07	0,02		0,02			0,04	0,50
SE	0,05	0,17	0,22	0,02			0,15	0,00		0,04	0,01		0,03	0,47
BA	0,35	1,29	1,64	0,26	1,40	0,58	0,56	0,10		0,21		0,26	0,19	5,20
Total	1,11	3,78	4,89	0,63	1,46	0,62	2,52	0,30	0,59	0,39	0,05	0,36	0,63	12,42

O estado da Bahia concentra 42% da demanda total. Os estados de Pernambuco e Ceará representam individualmente em torno de 15%. Os demais estados apresentam cada um menos de 7% da demanda total.

Em comparação com estudos anteriores, é interessante observar que a demanda de biomassa na região continuou aumentando nos últimos 10 a 20 anos, com queda no setor domiciliar e aumento no setor industrial.

O consumo domiciliar de combustíveis florestais reduziu a menos de 50 % nos últimos 20 anos. O Projeto PNUD/FAO estimava para os estados de PE, PB, RN e CE nos anos noventa quase 24 10⁶ st/a enquanto que o atual estudo estima 11 10⁶ st/a para esses quatro estados. Ainda assim, o setor domiciliar representa 39% da demanda total de biomassa na região e, portanto, não pode ser desprezado.

Por outro lado, os setores industrial e comercial aumentaram a sua demanda em termos absolutos: o Projeto PNUD/FAO na década de noventa, estimou para os quatro estados uma demanda de 12,4 10⁶ st/a; o estudo atual estima uma demanda de 13,4 10⁶ st/a. Riegelhaupt em 2004 estimou uma demanda industrial e comercial total para todo o NE (inclusive MA) de 25 10⁶ st/a e o estudo atual estima 30 10⁶ st/a para 2014. Ainda que alguns ramos deixaram de consumir biomassa (ex. cimento, cal, têxtil, entre outros), outros ganharam em importância (ex. cerâmica vermelha, óleos vegetais) ou mantiveram uma demanda importante e constante (ex. padaria, beneficiamento de mandioca).

Logo, a biomassa continua se mantendo como uma fonte principal no atendimento da demanda por energia na região NE. No cenário mundial atual de busca de alternativas de energia renováveis, essa situação, a princípio, é favorável. Contudo, deve-se garantir que o fornecimento seja de fontes renováveis, o que atualmente apenas ocorre com 50% da demanda de biomassa na região.

Com base nas informações da Tabela 53 foram elaborados dois gráficos:

- Figura 22: diagrama de Pareto da demanda total de biomassa na região NE

- Figura 23: diagrama de Pareto da demanda geradora de emissões de GEE

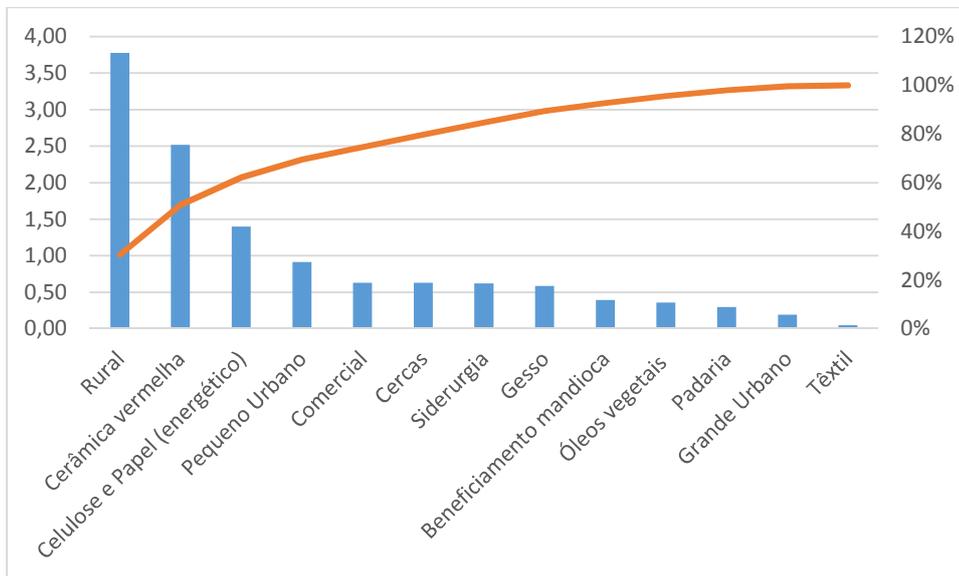


Figura 22. Diagrama de Pareto da demanda total de biomassa na região NE.

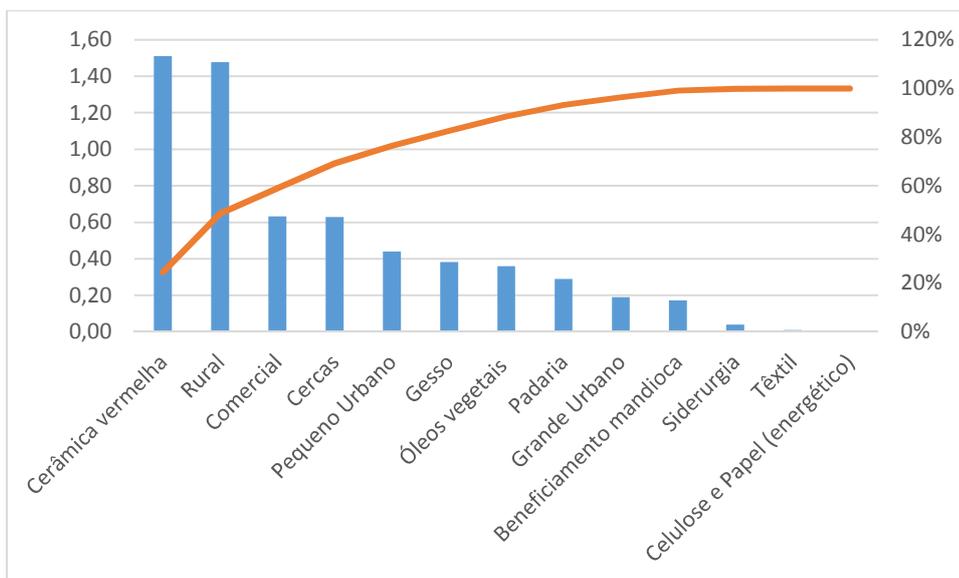


Figura 23. Diagrama de Pareto da demanda geradora emissões de GEE na região NE.

Em termos de demanda total, o sub-setor e ramos Domiciliar Rural, Cerâmica vermelha, Celulose e Papel, Domiciliar Pequeno Urbano, Comercial e Não-energético (cercas) representam 80% do consumo.

Com respeito à demanda geradora de emissões de GEE, observa-se que apenas o ramo da Cerâmica vermelha e o sub-setor Domiciliar Rural somam quase 50%, o setor Comercial e o consumo Não-energético (cercas) representam cada um 10% e outros ramos e setores são pouco representativos. Essa análise já fornece

indicação clara em quais ramos ou setores será importante e viável desenvolver políticas de intervenção voltadas para combate às mudanças climáticas.

A Figura 24 apresenta a distribuição geográfica da demanda total energética na região do estudo. Ainda que soma uma diversidade de ramos e setores, já se visualiza municípios ou polos de concentração da demanda:

- Bahia – polo de óleos vegetais no Oeste; polo de papel e celulose do Recôncavo e Sul
- Ceará – polo cerâmico de Russas
- Pernambuco – polo gesso de Araripe e polo cerâmico de Paudalho (próximo à RMR)
- Rio Grande do Norte – polo cerâmico do Seridó
- Sergipe – polo cerâmico e de beneficiamento de mandioca

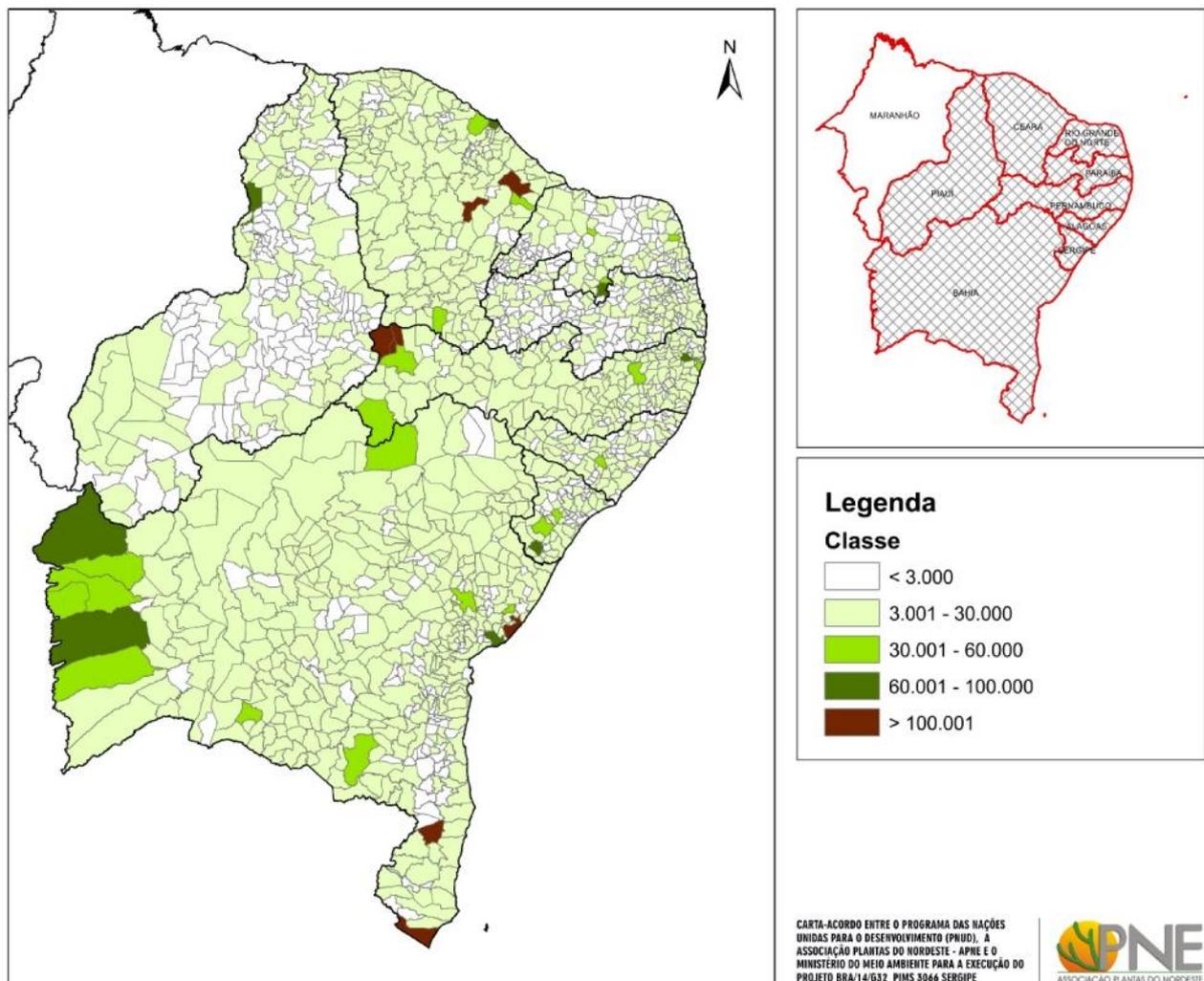


Figura 24. Demanda total de biomassa energética na região de estudo (tMS/a).

As Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28 apresentam a distribuição geográfica da demanda de biomassa energéticas do setor Domiciliar, Comercial, Não-energético e Industrial, respectivamente.

A Figura 28 explicita mais claramente a ocorrência dos polos industriais consumidores de biomassa, conforme mencionados anteriormente.

No Anexo 5 são apresentados os mapas de distribuição para cada ramo industrial contemplado no presente estudo.

Visando uma melhor visualização e interpretação dos mapas, adotou-se sempre a mesma classificação da demanda de biomassa (tMS/a):

- <3.000
- 3.001 – 30.000
- 30.001 – 60.000
- 60.001 – 100.000
- > 100.000

Contudo, considerando a demanda reduzida e dispersa, adotou-se outra classificação para o setor de “Demanda Não-energética” e o ramo “Beneficiamento de Mandioca”:

- < 1.500
- 1.501 – 3.000
- 3.001 – 4.500
- 4.501 – 6.000
- > 6.000

e o ramo “Padaria”

- < 500
- 501 – 1.500
- 1.501 – 3.000
- 3.001 – 4.500
- > 4.500

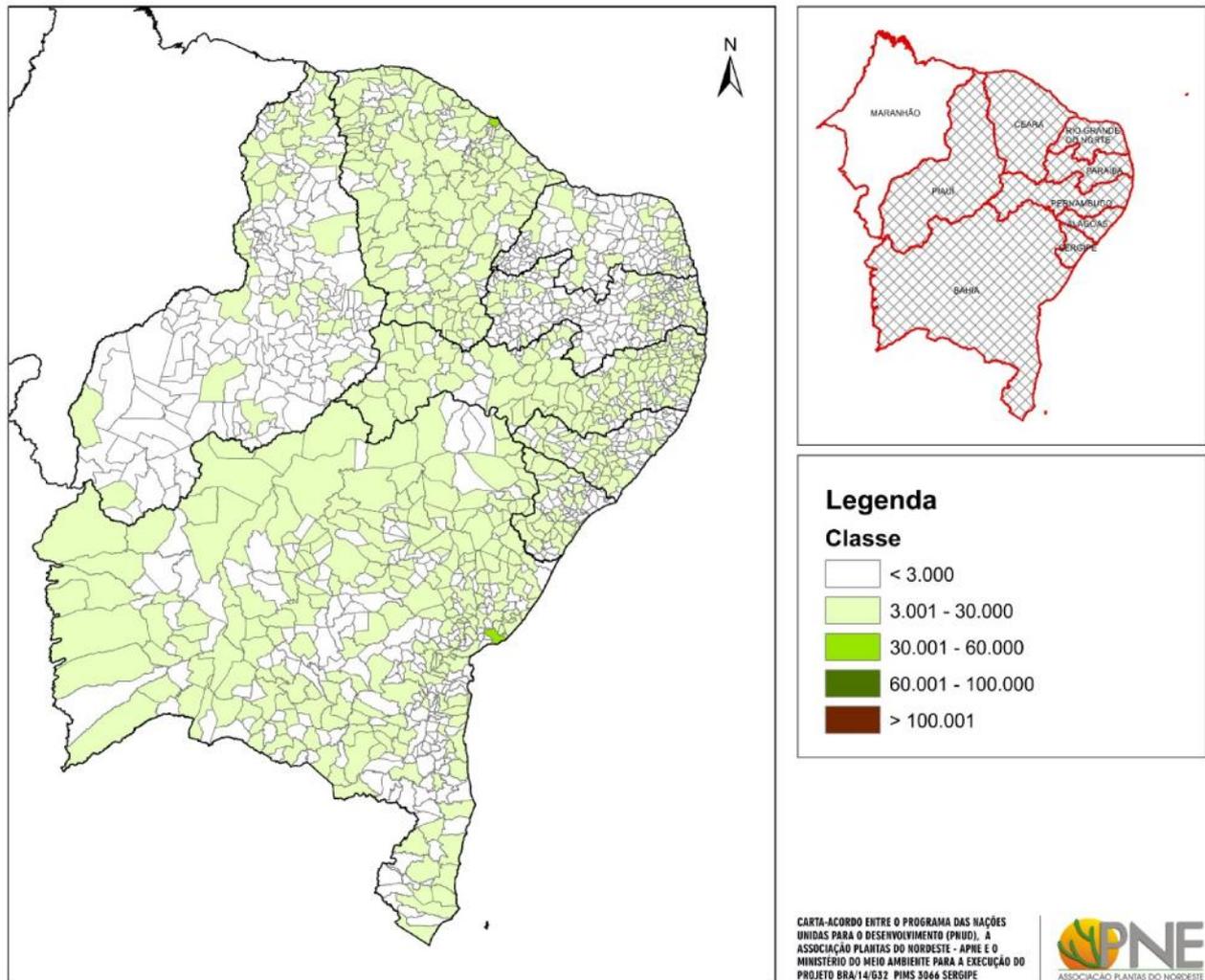


Figura 25. Demanda de biomassa energética do setor Domiciliar na região de estudo (tMS/a).

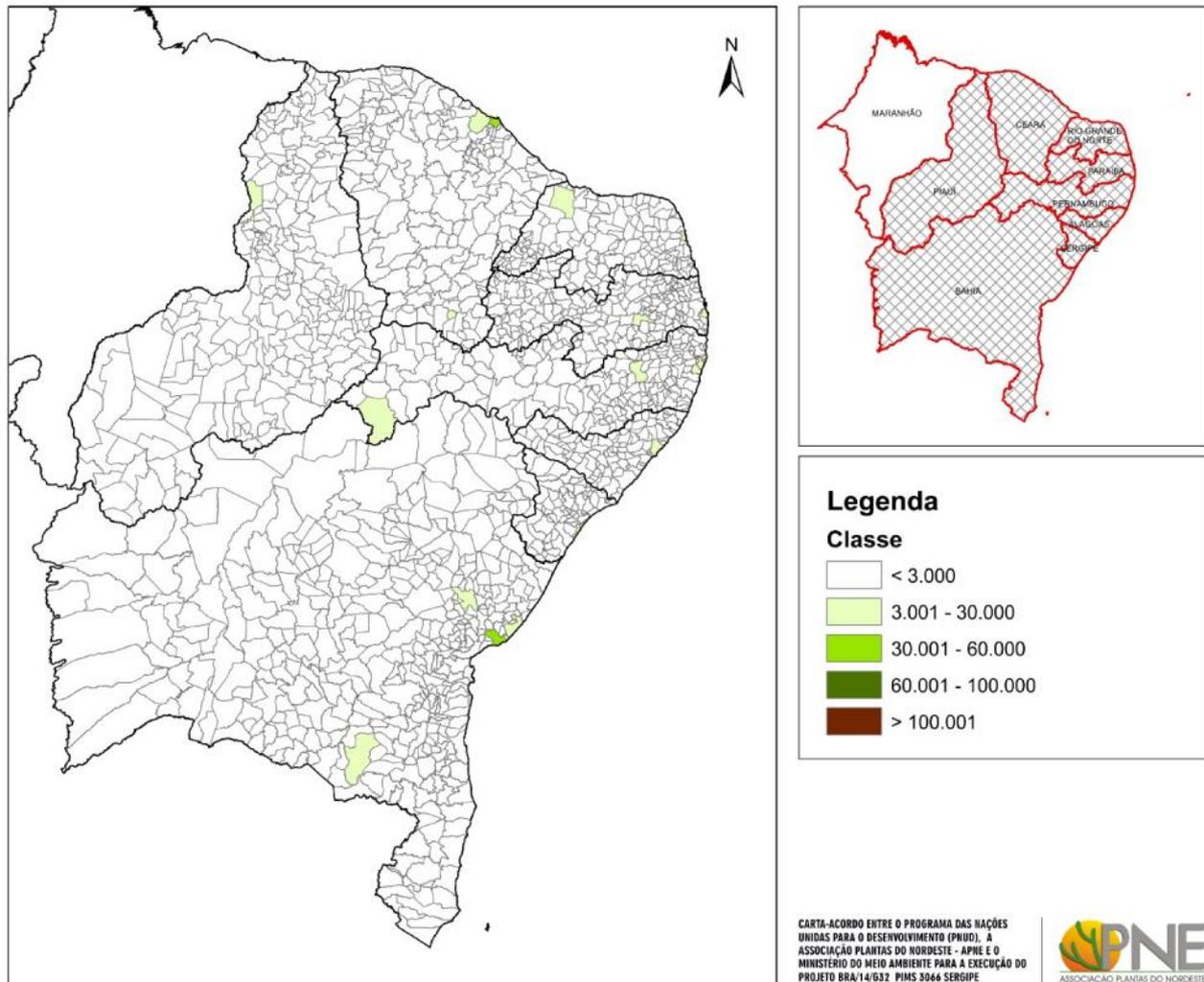


Figura 26. Demanda de biomassa energética do setor Comercial na região de estudo (tMS/a).

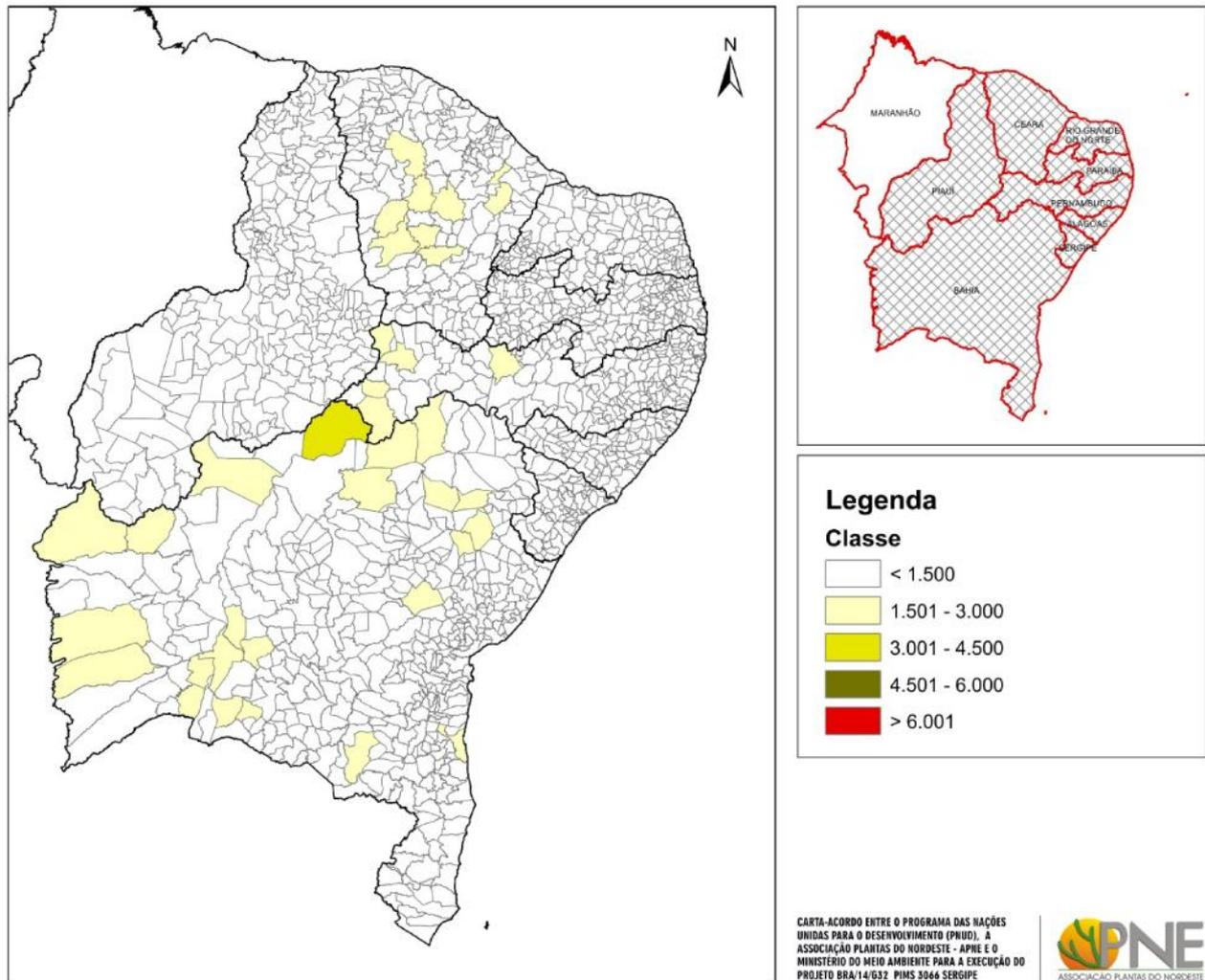


Figura 27. Demanda de biomassa não-energética (cercas) na região de estudo (tMS/a).

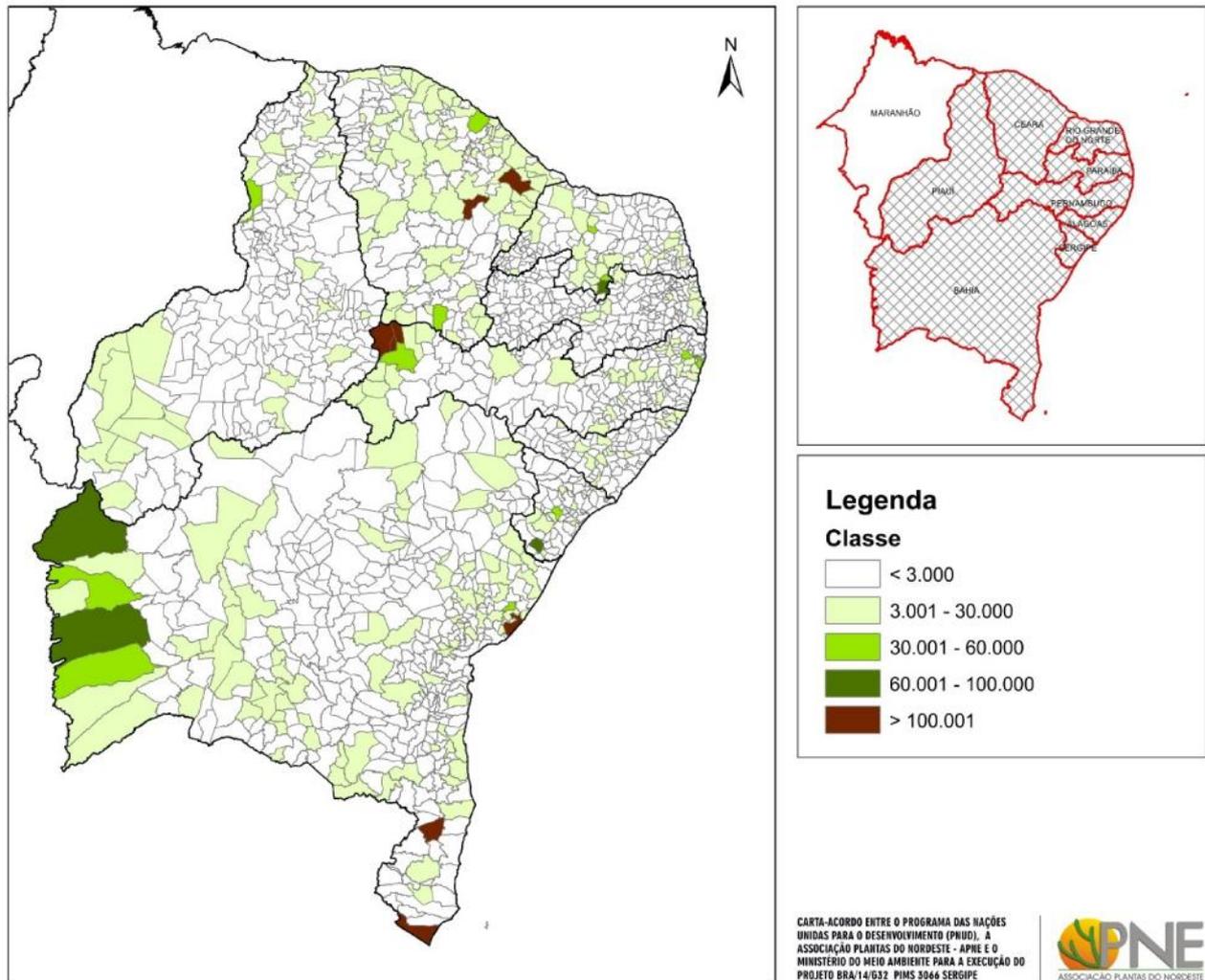


Figura 28. Demanda de biomassa energética do setor Industrial na região de estudo (tMS/a).

Referências

- ATECEL – Associação Técnica Científica Ernesto Luiz de Oliveira. **Diagnóstico energético do setor industrial do pólo gesso de Araripina PE**. Campina Grande, 2006, 126p
- Barbosa, W.B. **Demanda de biomassa florestal e a problemática ambiental associada à extração vegetal: abordagem no polo de confecções do agreste Pernambucano**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Bezerra, F. D. **Análise Retrospectiva e Prospectiva do Setor Têxtil no Brasil e no Nordeste**. Informe Técnico do ETENE. Informe Macroeconomia, Indústria e Serviços, Fortaleza, Ano VIII, n. 2, 2014
- Campelo, F.C.B. **Análise do consumo específico de lenha nas indústrias gessíferas: A questão Florestal e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável da região do Araripina-PE**. 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- FERBASA – Companhia de Ferro Ligas da Bahia. 2016. Disponível em: <<http://www.ferbasa.com.br/>>. Acesso em: 10 de agosto de 2016
- Ferreira, L.A. **Consumo de energéticos florestais no setor domiciliar do estado da Paraíba**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/9=87/007/GOVERNO DA PARAÍBA. Documento de Campo No 19. João Pessoa. 1994. 32p.
- Ferreira, L.A. **Consumo de energéticos florestais no setor industrial/comercial do estado da Paraíba**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/9=87/007/GOVERNO DA PARAÍBA. Documento de Campo No 26. João Pessoa. 1994. 60p.
- Governo do estado de Sergipe. **Política Florestal do Estado de Sergipe**. SEMARH. 2010. 93p.
- Pareyn, F., Riegelhaupt, E., Campos, J.S.N., Oliveira, M.C.R. 2016. **Manual para escolha da Biomassa Combustível em Indústrias de Cerâmica Vermelha no Nordeste**. INT/MCTIC, Rio de Janeiro. 60 p.
- Riegelhaupt, E. **Revisão e atualização da oferta e demanda de energéticos florestais no Nordeste**. Relatório Final do Consultor – Projeto TCP/BRA/2909. Brasília. 2004. 53p.
- Silva, P.S., Solange, E. e Pareyn, F. **Consumo de energéticos florestais do setor domiciliar no Estado de Pernambuco**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo No 14. Recife – PE. 1998. 48p.
- Silva, P.S., Solange, E. e Pareyn, F. **Consumo de energéticos florestais do setor industrial/comercial no Estado de Pernambuco**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo No 15. Recife – PE. 1998. 80p.
- SINDUSGESSO – Sindicato das Indústrias do Gesso do Estado de Pernambuco. 2008. Disponível em: <http://www.sindusgesso.org.br/polo_gesseiro.asp>. Acesso em: 02 de março de 2010.
- Viana, F. L. E. **A indústria têxtil e de confecções no Nordeste: características, desafios e oportunidades**. 2005. Disponível em: <http://www.bnb.gov.br/projwebren/exec/livroPDF.aspx?cd_livro=13> . Acesso em: 20 de Setembro de 2016.

Viana, F. L. E.; Rocha, R. E. V.; Nunes, F. R. M.; **A indústria têxtil na região Nordeste: gargalos, potencialidade e desafios**. 2008. Disponível em: <<http://producaoonline.org.br/rpo/article/viewFile/132/160>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

Vital, M.H.F., Pinto. M.A.C. **Condições para a sustentabilidade da produção de carvão vegetal para fabricação de ferro-gusa no Brasil**. Siderurgia. BNDES Setorial 30. pp. 237 – 297.

Zakia, M.J.B., Bezerra, F.M., Silva. M.A.C., Nogueira, R.C., Silveira. A.M., Holanda. O.G., Braid, E.C.M. **Consumo de Produtos florestais do setor industrial/comercial no estado do Ceará**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/9=87/007/GOVERNO DO CEARÁ. Documento de Campo No 25. Fortaleza. 1994. 20p.

Zakia, M.J.B., Bezerra, F.M., Silva, M.A.C., Nogueira, R.C., Holanda, O.G., Braid, E.C.M. **Consumo de Produtos florestais do setor domiciliar no estado do Ceará**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/9=87/007/GOVERNO DO CEARÁ. Documento de Campo No 24. Fortaleza. 1993. 32p.

Zakia, M.J.B., Verslype, C.G., Pareyn, F.G., Monte de Sena, C. e Gariglio, M.A. **O consumo de energéticos florestais no Rio Grande do Norte – Brasil**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo No 1. Natal – RN. 1990. 55p.

Zakia, M.J.B. e Verslype, C.G. **Guia para levantamento do consumo e fluxo de produtos florestais**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007. Documento de campo No 6. Brasil. 1992. 77p.

Anexo 1. Municípios caracterizados por sobrepastoreio na região do estudo.

Classe 1,01 - 2,0		
Bioma	UF	Município
Caatinga	AL	PALMEIRA DOS ÍNDIOS
Caatinga	AL	ARAPIRACA
Caatinga	AL	LAGOA DA CANOA
Caatinga	AL	FEIRA GRANDE
Caatinga	AL	PALESTINA
Caatinga	AL	COITÉ DO NÓIA
Caatinga	AL	QUEBRANGULO
Caatinga	AL	CORURIBE
Caatinga	BA	GUAJERU
Caatinga	BA	XIQUE-XIQUE
Caatinga	BA	CORAÇÃO DE MARIA
Caatinga	BA	UIBAÍ
Caatinga	BA	ACAJUTIBA
Caatinga	BA	SANTO ESTÊVÃO
Caatinga	BA	CASA NOVA
Caatinga	BA	BONINAL
Caatinga	BA	FEIRA DE SANTANA
Caatinga	BA	SEABRA
Caatinga	BA	RETIROLÂNDIA
Caatinga	BA	BELO CAMPO
Caatinga	BA	CAPIM GROSSO
Caatinga	BA	CANARANA
Caatinga	BA	IRARÁ
Caatinga	BA	SANTO AMARO
Caatinga	BA	ABAÍRA
Caatinga	BA	GENTIO DO OURO
Caatinga	BA	CENTRAL
Caatinga	BA	PILÃO ARCADO
Caatinga	BA	IRECÊ
Caatinga	BA	LAPÃO
Caatinga	CE	BELA CRUZ
Caatinga	CE	ABAIARA
Caatinga	CE	MAURITI
Caatinga	CE	PACUJÁ
Caatinga	CE	SENADOR SÁ
Caatinga	CE	GUARAMIRANGA
Caatinga	CE	ALTANEIRA
Caatinga	CE	MULUNGU
Caatinga	CE	LIMOEIRO DO NORTE
Caatinga	CE	CAPISTRANO
Caatinga	CE	UBAJARA
Caatinga	CE	ACARAÚ
Caatinga	CE	PORANGA

Caatinga	CE	JARDIM
Caatinga	CE	QUIXERÉ
Caatinga	CE	GRANJA
Caatinga	CE	ACARAPE
Caatinga	CE	COREAÚ
Caatinga	CE	AQUIRAZ
Caatinga	CE	ARACATI
Caatinga	CE	MUCAMBO
Caatinga	CE	SÃO LUÍS DO CURU
Caatinga	CE	IBIAPINA
Caatinga	CE	MARACANAÚ
Caatinga	CE	PACAJUS
Caatinga	CE	ITAITINGA
Caatinga	CE	CASCAVEL
Caatinga	CE	CAMOCIM
Caatinga	CE	TIANGUÁ
Caatinga	PB	RIACHO DE SANTO ANTÔNIO
Caatinga	PB	RIACHÃO DO POÇO
Caatinga	PB	MATINHAS
Caatinga	PB	RIACHÃO
Caatinga	PB	BANANEIRAS
Caatinga	PB	SAPÉ
Caatinga	PB	BORBOREMA
Caatinga	PB	SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA
Caatinga	PB	AREIAL
Caatinga	PB	AMPARO
Caatinga	PB	ESPERANÇA
Caatinga	PB	SERRA REDONDA
Caatinga	PB	DIAMANTE
Caatinga	PB	NOVA OLINDA
Caatinga	PB	MONTADAS
Caatinga	PE	BOM CONSELHO
Caatinga	PE	LIMOEIRO
Caatinga	PE	CARNAÍBA
Caatinga	PE	PESQUEIRA
Caatinga	PE	SÃO BENTO DO UNA
Caatinga	PE	CEDRO
Caatinga	PE	INAJÁ
Caatinga	PE	MACHADOS
Caatinga	PE	SANTA CRUZ DA BAIXA VERDE
Caatinga	PE	TABIRA
Caatinga	PE	CAMOCIM DE SÃO FÉLIX
Caatinga	PE	LAJEDO
Caatinga	PE	BELÉM DO SÃO FRANCISCO
Caatinga	PE	SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE
Caatinga	PE	CACHOEIRINHA
Caatinga	PE	MACAPARANA

Caatinga	PE	OROCÓ
Caatinga	PE	SÃO VICENTE FERRER
Caatinga	PE	TACARATU
Caatinga	PE	TRINDADE
Caatinga	PE	SÃO JOAQUIM DO MONTE
Caatinga	PI	BELA VISTA DO PIAUÍ
Caatinga	PI	JOÃO COSTA
Caatinga	PI	FRANCISCO AYRES
Caatinga	PI	SÃO JULIÃO
Caatinga	PI	AROAZES
Caatinga	PI	LAGOA DO SÍTIO
Caatinga	PI	ELISEU MARTINS
Caatinga	PI	COCAL
Caatinga	PI	BOQUEIRÃO DO PIAUÍ
Caatinga	PI	CARACOL
Caatinga	PI	JUREMA
Caatinga	PI	BURITI DOS LOPES
Caatinga	PI	INHUMA
Caatinga	PI	BOCAINA
Caatinga	PI	COCAL DE TELHA
Caatinga	PI	ALEGRETE DO PIAUÍ
Caatinga	PI	TERESINA
Caatinga	PI	CORONEL JOSÉ DIAS
Caatinga	PI	PAVUSSU
Caatinga	PI	PICOS
Caatinga	PI	COCAL DOS ALVES
Caatinga	PI	LUZILÂNDIA
Caatinga	PI	ANGICAL DO PIAUÍ
Caatinga	PI	SANTO ANTÔNIO DOS MILAGRES
Caatinga	PI	PARNAÍBA
Caatinga	PI	SANTO ANTÔNIO DE LISBOA
Caatinga	PI	TAMBORIL DO PIAUÍ
Caatinga	PI	LUÍS CORREIA
Caatinga	PI	FRANCISCO SANTOS
Caatinga	PI	SUSSUAPARA
Caatinga	RN	RAFAEL FERNANDES
Caatinga	RN	PASSA E FICA
Caatinga	RN	GUAMARÉ
Caatinga	RN	JANUÁRIO CICCO
Caatinga	RN	CRUZETA
Caatinga	RN	PEDRO VELHO
Caatinga	RN	POÇO BRANCO
Caatinga	RN	SERRA CAIADA
Caatinga	RN	MONTE ALEGRE
Caatinga	RN	DOUTOR SEVERIANO
Caatinga	RN	BREJINHO
Caatinga	RN	BOM JESUS

Caatinga	RN	SÃO PAULO DO POTENGI
Caatinga	RN	LAGOA SALGADA
Caatinga	RN	AREIA BRANCA
Caatinga	RN	LAGOA NOVA
Caatinga	SE	NOSSA SENHORA DE LOURDES
Cerrado	BA	XIQUE-XIQUE
Cerrado	BA	SANTA MARIA DA VITÓRIA
Cerrado	BA	PILÃO ARCADO
Cerrado	PI	ELISEU MARTINS
Cerrado	PI	CARACOL
Cerrado	PI	JUREMA
Cerrado	PI	BURITI DOS LOPES
Cerrado	PI	TERESINA
Cerrado	PI	PAVUSSU
Cerrado	PI	LUZILÂNDIA
Cerrado	PI	PARNAÍBA
Cerrado	PI	LUÍS CORREIA
> 2,0		
Caatinga	BA	CAMPO ALEGRE DE LOURDES
Caatinga	BA	CONCEIÇÃO DO JACUÍPE
Caatinga	BA	PRESIDENTE DUTRA
Caatinga	BA	REMANSO
Caatinga	CE	SÃO BENEDITO
Caatinga	CE	PARAIPABA
Caatinga	CE	VIÇOSA DO CEARÁ
Caatinga	CE	ALCÂNTARAS
Caatinga	CE	GRAÇA
Caatinga	CE	FORTALEZA
Caatinga	CE	PALMÁCIA
Caatinga	CE	ITAIÇABA
Caatinga	CE	JIJOCA DE JERICOACOARA
Caatinga	CE	HORIZONTE
Caatinga	CE	CHOROZINHO
Caatinga	CE	PACOTI
Caatinga	CE	PINDORETAMA
Caatinga	CE	EUSÉBIO
Caatinga	CE	BARROQUINHA
Caatinga	CE	CHAVAL
Caatinga	CE	PACATUBA
Caatinga	CE	CRUZ
Caatinga	PB	BARAÚNA
Caatinga	PB	CAPIM
Caatinga	PE	TIMBAÚBA
Caatinga	PE	JATOBÁ
Caatinga	PE	VICÊNCIA
Caatinga	PE	TORITAMA
Caatinga	PI	MIGUEL LEÃO

Caatinga	PI	AGRICOLÂNDIA
Caatinga	PI	LAGOINHA DO PIAUÍ
Caatinga	PI	ÁGUA BRANCA
Caatinga	PI	LAGOA DE SÃO FRANCISCO
Caatinga	PI	SÃO JOÃO DA CANABRAVA
Caatinga	RN	LAJES PINTADAS
Caatinga	RN	IPUEIRA
Caatinga	RN	MAXARANGUAPE
Caatinga	RN	VERA CRUZ
Caatinga	RN	SÃO JOSÉ DE MIPIBU
Caatinga	RN	MARTINS
Caatinga	RN	EXTREMOZ
Caatinga	RN	TENENTE LAURENTINO CRUZ
Caatinga	RN	NATAL
Cerrado	PI	SÃO GONÇALO DO GURGUÉIA

Anexo 2. Questionário de campo para levantamento do consumo domiciliar de energéticos.

Projeto BRA/14/G32 – Consumo Domiciliar de Combustíveis						
Data:		Responsável:				
Município	Rural	Pequeno Urbano	Urbano Grande			
Latitude:		Longitude:				
Bairro:		Endereço:				
Número de moradores						
Nível de renda do domicílio (A, M, B, P)						
Recebe auxílio do governo (bolsa família, bolsa gás, etc..)						
Quantas Pessoas comem na casa:	Café da manhã	Almoço	Jantar			
Combustíveis	QUANT	UNID	TEMPO	Unid T	PREÇO (R\$)	Equipamento
Lenha						
Carvão						
GLP						
Quando começou a usar GLP						
Procedencia da Lenha (L) consumida e de Lenha para fazer Carvão Vegetal(CV)						
Comprada	Na mata (L): %		Na casa(L): %			
Coletada	Viva(L): %		coletada viva para fazer CV %		Morta(L): %	coletada morta para fazer CV %
No caso de lenha coletada - para consumo ou para fazer carvão						
Roça %						
Pasto %						
Cerca %						
Estrada %						
Quintal %						
Mata %						

Anexo 3. Consumo de biomassa per capita no setor domiciliar encontrado nos estudos do Projeto PNUD/FAO

	Lenha (inclui CV)		
	st/a	População Total	st/hab.ano
RN – 1990	2.443.302	2.248.862	1,1
PE - 1998	8.907.056	7.120.862	1,3
PB -1994	5.176.391	3.221.677	1,6
CE- 1993	7.291.350	6.362.620	1,1

Anexo 4. Estimativa do consumo de biomassa no setor domiciliar por setor e por região para cada estado do estudo.

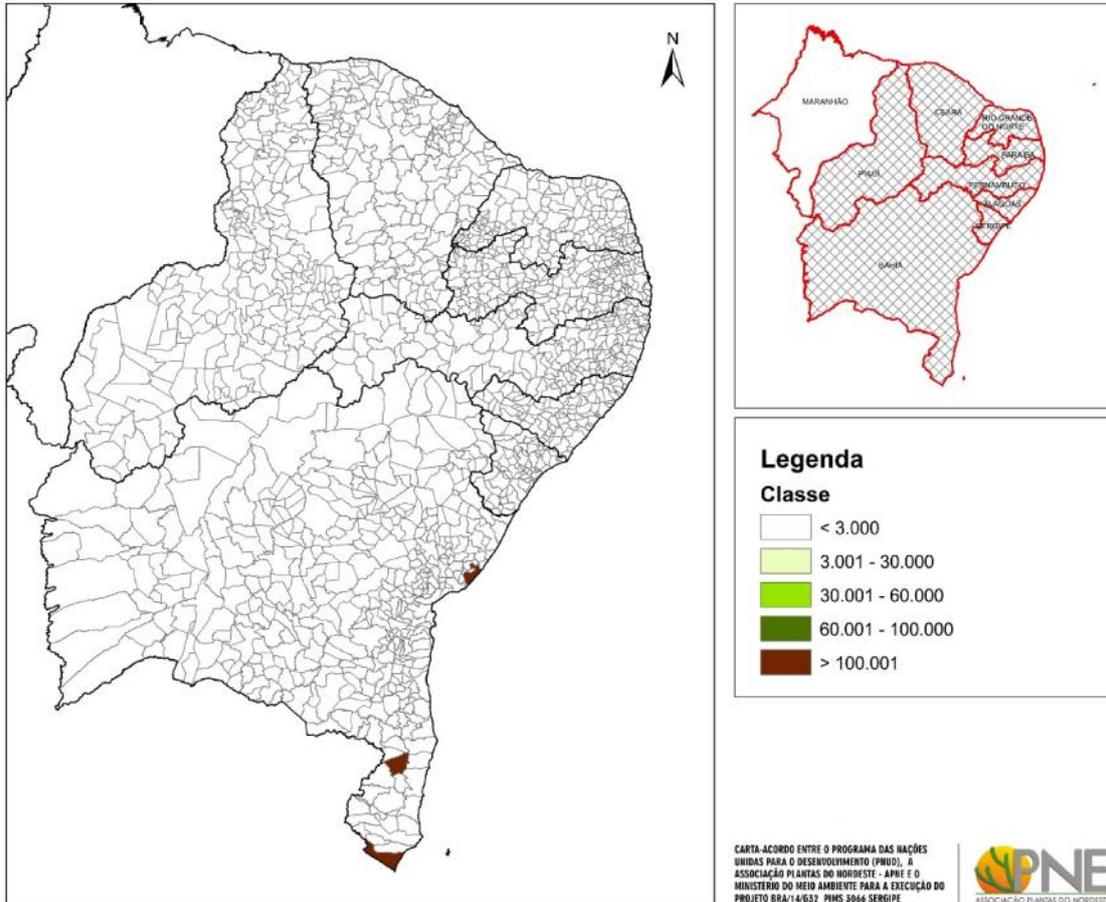
Subsetor/Região	Número de domicílios	Total de biomassa (tMS/a)
ALAGOAS		
GU	274.338	12.087
PU	366.427	55.280
Agreste	140.266	21.558
Litoral	186.630	26.597
Sertão	39.531	7.124
RU	206.487	245.061
Agreste	110.744	145.569
Litoral	61.575	56.522
Sertão	34.168	42.969
Total Alagoas	847.252	312.427
BAHIA		
GU	1.159.827	51.098
PU	1.881.651	301.004
Agreste	467.260	71.816
Litoral	681.979	97.189
Sertão	732.412	131.999
RU	1.064.019	1.290.674
Agreste	282.168	370.899
Litoral	186.881	171.546
Sertão	594.970	748.229
Total Bahia	4.105.497	1.642.777
CEARÁ		
GU	915.918	40.353
Litoral	849.187	37.413
Sertão	66.731	2.940
PU	896.847	150.564
Litoral	293.535	41.832
Sertão	603.312	108.732
RU	557.046	646.694
Litoral	158.523	145.515
Sertão	398.523	501.179
Total Ceará	2.369.811	837.610
PARAÍBA		
GU	319.853	14.092
PU	511.437	82.688
Agreste	153.558	23.601
Litoral	143.498	20.450
Sertão	214.381	38.637

RU	251.506	309.261
Agreste	106.641	140.176
Litoral	38.556	35.392
Sertão	106.309	133.693
Total Paraíba	1.082.796	406.041
PERNAMBUCO		
GU	1.013.492	44.651
PU	1.080.803	166.274
Agreste	406.728	62.513
Litoral	469.953	66.973
Sertão	204.122	36.788
RU	457.022	552.376
Agreste	204.215	268.433
Litoral	100.058	91.848
Sertão	152.749	192.096
Total Pernambuco	2.551.317	763.301
PIAUI		
GU	210.364	9.268
PU	358.982	62.860
Litoral	48.711	6.942
Sertão	310.271	55.919
RU	280.394	347.839
Litoral	14.078	12.923
Sertão	266.316	334.916
Total Piauí	849.740	419.968
RIO GRANDE DO NORTE		
GU	363.436	16.012
PU	349.923	56.299
Agreste	80.681	12.400
Litoral	122.646	17.478
Sertão	146.596	26.420
RU	187.980	212.797
Agreste	50.153	65.924
Litoral	77.895	71.503
Sertão	59.932	75.370
Total Rio Grande do Norte	901.339	285.108
SERGIPE		
GU	169.835	7.482
LITORAL	169.835	7.482
PU	272.867	40.365
Agreste	104.610	16.078
Litoral	160.070	22.812
Sertão	8.187	1.476

RU	150.546	172.097
Agreste	77.186	101.458
Litoral	63.649	58.426
Sertão	9.711	12.212
Total Sergipe	593.248	219.944
Total Nordeste	13.301.000	4.887.176

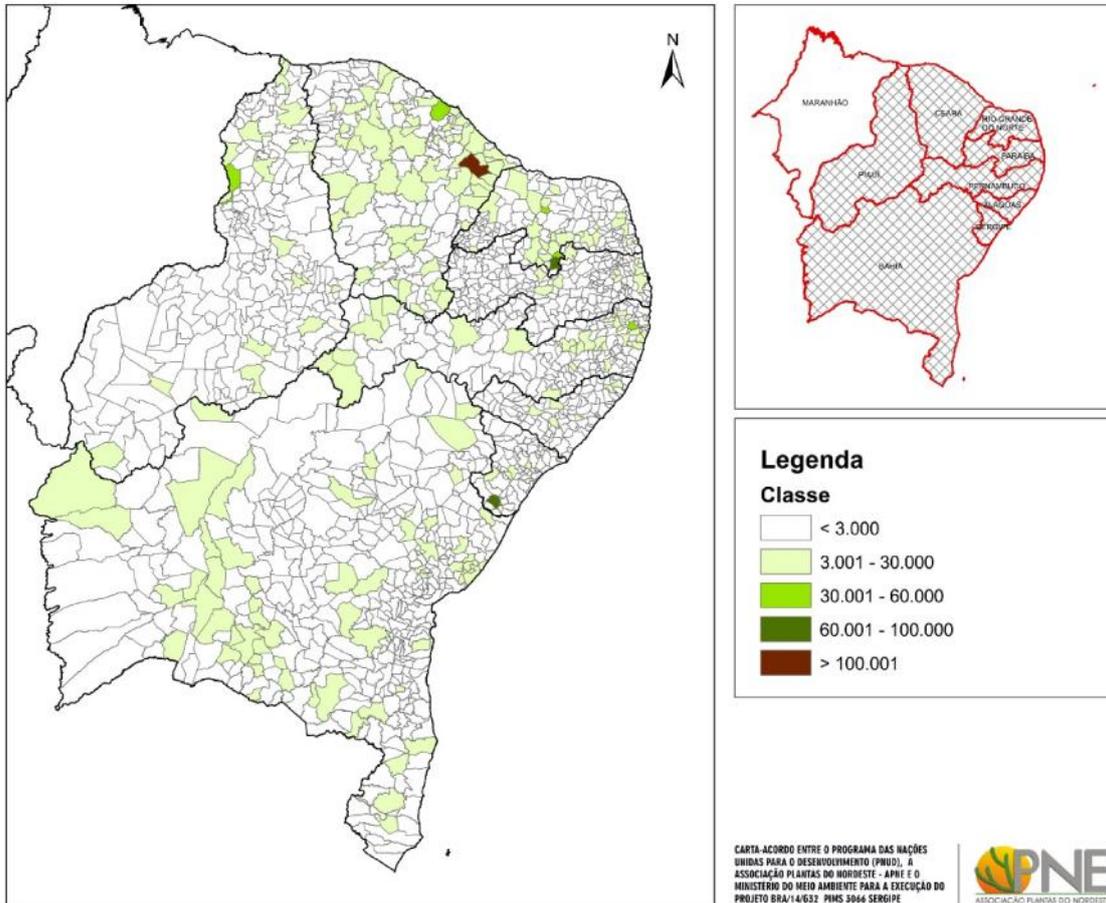
Anexo 5. Mapas de distribuição da demanda de biomassa energética para cada ramo industrial contemplado no estudo (tMS/a).

Ramo Celulose e Papel

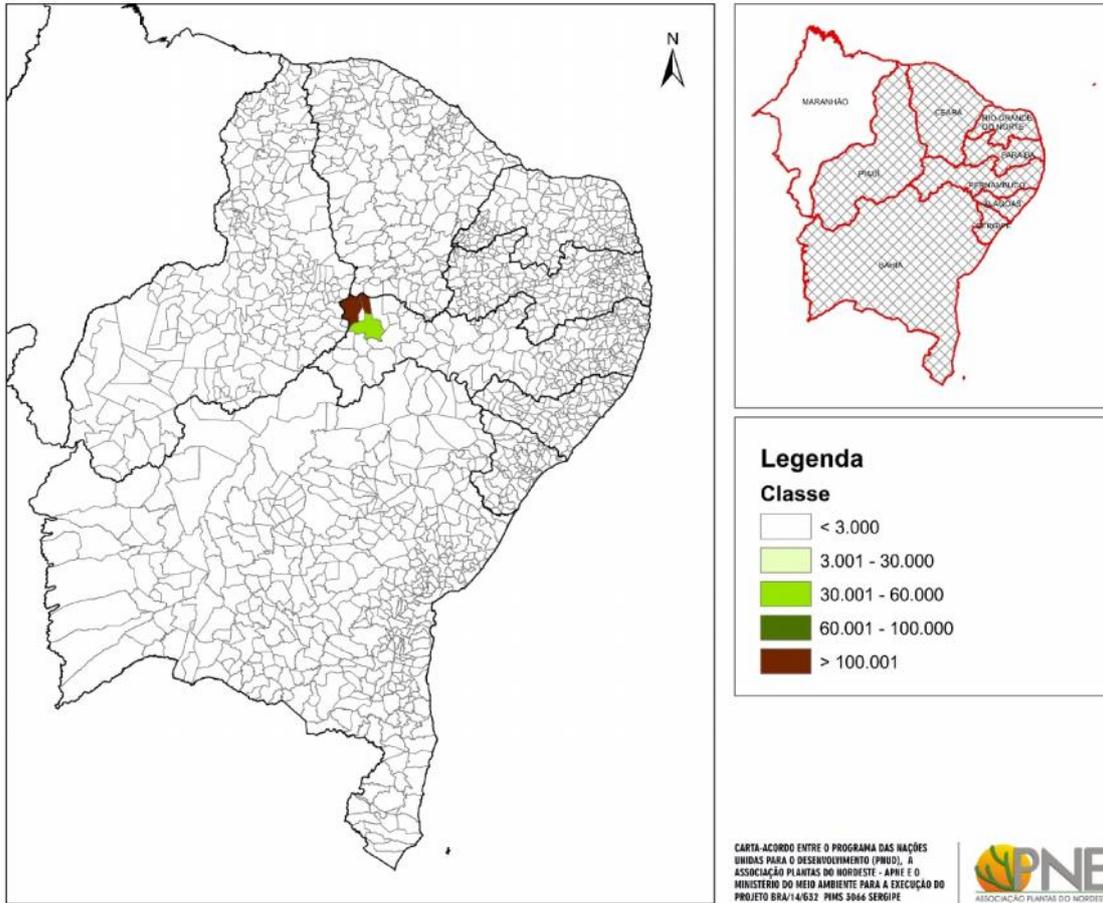


CARTA-ACORDO ENTRE O PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD), A ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE - APNE E O MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO BRA/14/632 PIMS 3066 SERGIPE

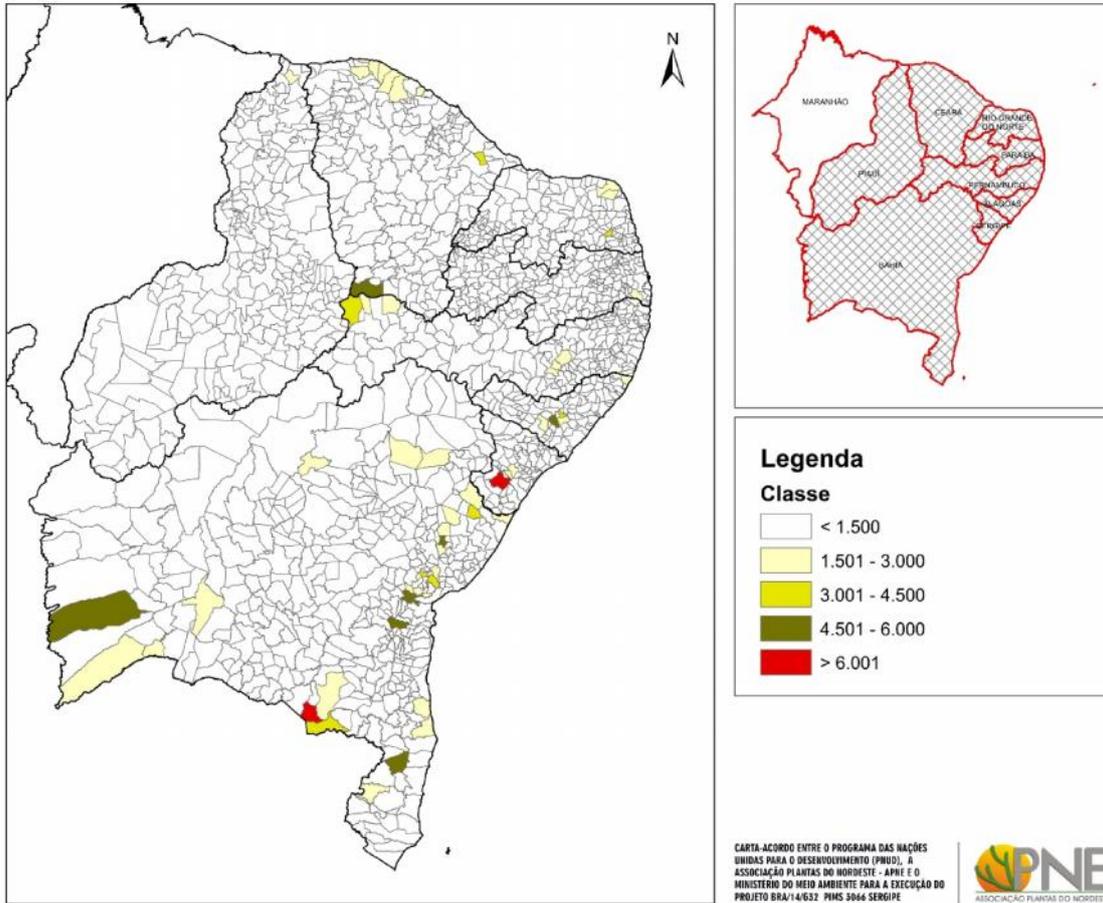
Ramo Cerâmica Vermelha



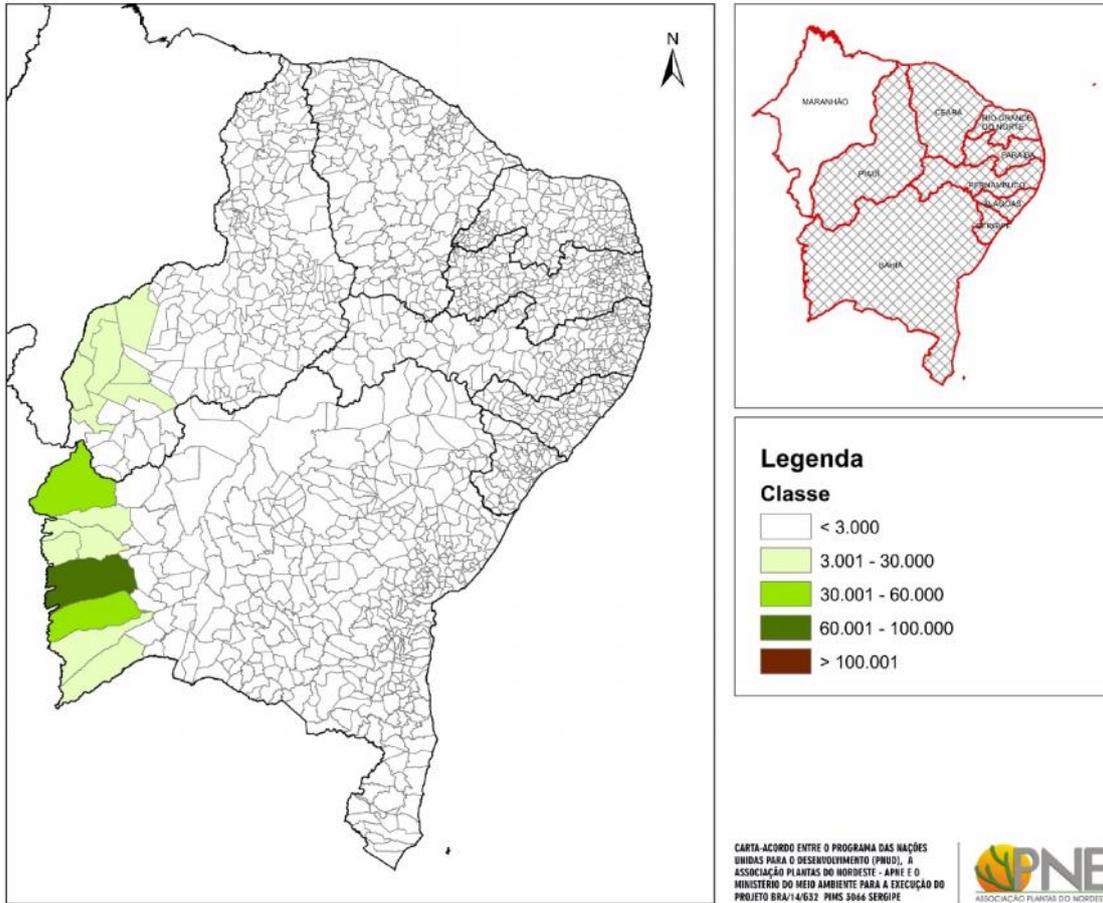
Ramo Gesso



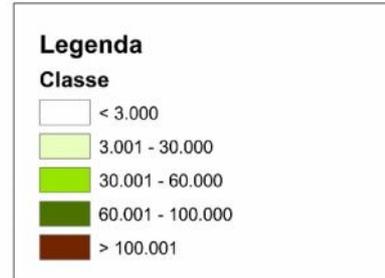
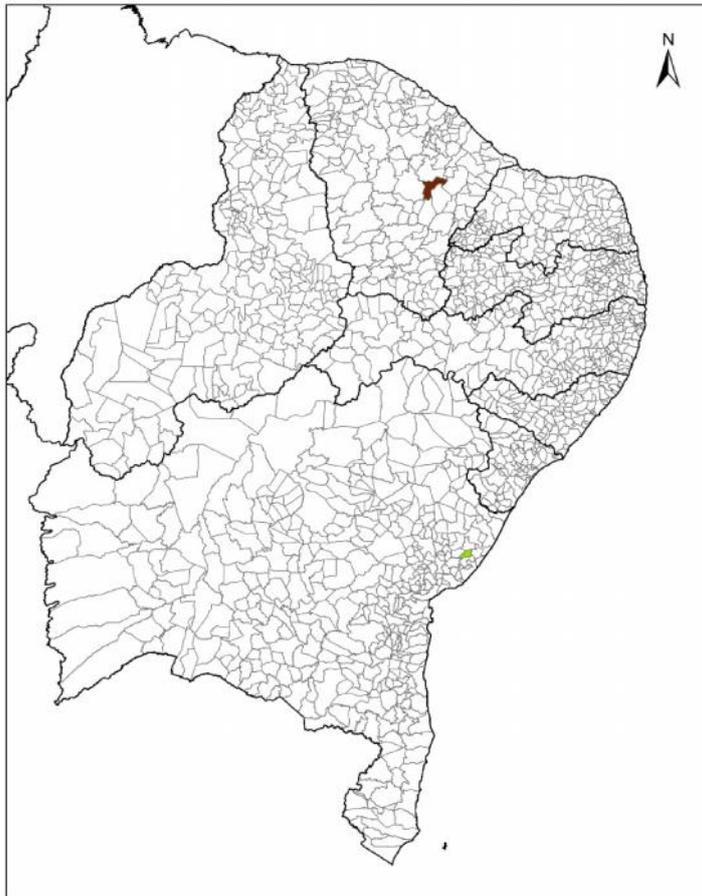
Ramo Beneficiamento de mandioca



Ramo Óleos Vegetais



Ramo Siderurgia



CARTA-ACORDO ENTRE O PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD), A ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE - APNE E O MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO BRA/14/032 PIMS 3066 SERGIPE

Ramo Padaria

