

GeoTC: Sistematização e análise da informação geoespacializada sobre recursos naturais e socioeconomia na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 230

GeoTC: Sistematização e análise da informação geoespacializada sobre recursos naturais e socioeconomia na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros

*Marcus Aurélio Soares Cruz
Marcos Aurélio Santos da Silva
José Coelho de Araújo Filho
Flávio Adriano Marques
Lauro Rodrigues Nogueira Junior
Marcia Helena Galina Dompieri
Julio Roberto Araujo de Amorim
Ana Alexandrina Gama da Silva
Manuel Alberto Gutierrez Cuenca
Alexandre Hugo Cezar Barros
Luciano Alves de Jesus Junior*

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2019

Unidade responsável pelo conteúdo e edição:

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Av. Beira Mar, 3250, Aracaju, SE
CEP 49025-040
Fone: (79) 4009-1300
www.embrapa.br/
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Marcus Aurélio Soares Cruz

Membros
*Amaury da Silva dos Santos, Ana da Silva
Lédo, Anderson Carlos Marafon, Joézio Luiz
dos Anjos, Julio Roberto Araújo de Amorim,
Lizz Kezzy de Moraes, Luciana Marques de
Carvalho, Tânia Valeska Medeiros Dantas,
Viviane Talamini*

Supervisão editorial
Flaviana Barbosa Sales

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Beatriz Ferreira da Cruz

Foto da capa
Marcus Aurélio Soares Cruz

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Tabuleiros Costeiros

GeoTC : sistematização e análise da informação geoespacializada sobre recurso naturais e
socioeconômica na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros / Marcus
Aurélio Soares Cruz... [et al.]. – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019.

123 p. : il. color. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1678; 230).

1. Geolocalização. 2. Recursos Naturais. 3. Pesquisa. 4. Embrapa Tabuleiros Costeiros.
5. Tabuleiros Costeiros. I. Cruz, Marcus Aurélio Soares. II. Silva, Marcos Aurélio Santos da.
III. Araújo Filho, José Coelho de. IV. Marques, Flavio Adriano. V. Nogueira Júnior, Lauro
Rodrigues. VI. Dompieri, Márcia Helena Galinda. VII. Amorim, Júlio Roberto Araújo de.
VIII. Silva, Ana Alexandrina Gama da. IX. Cuenca, Manuel Alberto Gutierrez. X. Barros,
Alexandre Hugo Cesar. XI. Jesus Júnior, Luciano Alves de. XII. Série.

CDD 634.912 6 Ed. 21

Autores

Marcus Aurélio Soares Cruz

Engenheiro Civil, doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Marcos Aurélio Santos da Silva

Graduado em Ciência da Computação, doutor em Computação - Inteligência Artificial, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

José Coelho de Araújo Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências área de concentração em Geoquímica e Geotectônica, pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE

Flávio Adriano Marques

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE

Lauro Rodrigues Nogueira Junior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Florestais, Pesquisador da Embrapa Territorial, Campinas, SP

Marcia Helena Galina Dompieri

Geógrafa, doutora em Geografia - Organização do Espaço, pesquisadora da Embrapa Territorial, Campinas, SP

Julio Roberto Araujo de Amorim

Engenheiro-agrônomo, mestre em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Ana Alexandrina Gama da Silva

Meteorologista, doutora em Irrigação e Drenagem, pesquisadora aposentada da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Manuel Alberto Gutierrez Cuenca

Economista, mestre em Economia Rural, pesquisador aposentado da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Alexandre Hugo Cezar Barros

Engenheiro-agrônomo, doutor em Física do Ambiente Agrícola, Pesquisador da Embrapa Solos, Recife, PE

Luciano Alves de Jesus Junior

Estatístico, mestre em Ciência da Propriedade Intelectual, analista da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Apresentação

A Embrapa Tabuleiros Costeiros, como centro de pesquisa ecorregional, possui atuação definida em 570 municípios situados em uma faixa contínua no Nordeste brasileiro, que se estende do Ceará ao sul da Bahia. A unidade tem buscado maior eficiência de atuação por meio do conhecimento da dinâmica das atividades agropecuárias que ocorrem em sua área de atuação e, principalmente, das interrelações destas atividades com os recursos naturais existentes.

Neste contexto, vem sendo desenvolvido desde 2014, um trabalho de organização e disponibilização da informação geoespacial existente sobre recursos naturais e aspectos socioeconômicos na sua área de atuação, por meio do projeto GeoTC. Nesse projeto estão sendo caracterizados, por meio de informações geoespaciais, os recursos naturais, incluindo solos, água, clima e vegetação, bem como aspectos socioeconômicos de relevância para a agropecuária na região de atuação da Unidade, visando a disponibilização de bases especializadas por meio de um portal na web.

O Portal GeoTC tem previsão de disponibilidade para acesso ao público no final de 2019, no entanto, diversas informações levantadas até o momento apontam para a importância de seu conteúdo, não apenas para a identificação de linhas prioritárias de pesquisa e desenvolvimento, mas também para os processos de tomada de decisão de gestores públicos, identificando por exemplo, tendências de desenvolvimento das atividades agropecuárias em escala municipal, localização de polos produtores na região, bem como as interações dessas atividades com os recursos naturais locais.

Assim, este documento visa ilustrar o conteúdo de informações geoespaciais levantadas durante a execução do projeto, fornecendo elementos para a prospecção de linhas prioritárias de PD&I para a Embrapa e parceiros. Espera-se que o Portal GeoTC se constitua na principal fonte de consulta aos interessados em informações sobre os Tabuleiros Costeiros do Nordeste, contribuindo de forma efetiva para a identificação de sinais de mudanças relevantes na região, subsidiando a tomada de decisão dos setores público e privado e aumentando a capacidade das instituições de responderem às oportunidades e aos riscos que se apresentem ao setor agrícola regional.

Marcelo Ferreira Fernandes

Chefe-Geral da Embrapa Tabuleiros Costeiros

Sumário

Introdução.....	6
Bases de dados e linhas temáticas	7
Solos.....	7
Clima.....	11
Hidro.....	26
Agro.....	37
Mapas síntese	111
Considerações finais	119
Referências	120

Introdução

A região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros (AATC) estende-se pela faixa litorânea do Nordeste, incluindo regiões dos Tabuleiros Costeiros, Zona da Mata, Agreste e transição para o Sertão, englobando uma área de aproximadamente 224.000 km² cobrindo terras de 570 municípios distribuídos por sete estados: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará (Dompieri et al., 2015).

Dada a sua extensão, a AATC apresenta grande diversidade climática, florestal e de atividades antrópicas, incluindo a agropecuária como forte fonte geradora de riqueza para as populações residentes. Esta complexidade de interações entre os processos econômicos, sociais e ambientais, aliada à sua grande extensão territorial, constituem-se em fatores que dificultam a identificação de demandas e o desenvolvimento de ações efetivas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) pela Embrapa nessa região.

Estudos e pesquisas sobre diferentes aspectos relativos a recursos naturais e atividades socioeconômicas vem sendo realizados há décadas na AATC, não apenas pela Embrapa, mas por institutos de pesquisa e universidades sediados nesta região. No entanto, o que se observa é uma pulverização dessas informações em bases de dados individuais, publicações acadêmicas, técnicas e mapeamentos, dificultando a realização de análises integradas que possam indicar claramente gargalos, potencialidades e linhas de pesquisa prioritárias.

O projeto “GeoTC - Organização e disponibilização da informação geoespacial sobre recursos naturais e aspectos socioeconômicos da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros” foi executado no intuito de agregar diversas bases de dados secundários de diferentes temas na região de estudo, consolidados e disponibilizados ao público por meio de um portal na internet. O Portal GeoTC abriga bases de dados espacializados com informações sobre solos e geoambientes (Solos), recursos hídricos e bacias hidrográficas (Hidro), clima e mudanças climáticas (Clima), agrossocioeconomia e meio ambiente (Agro), além de mapas síntese de indicadores interpretativos.

O Portal GeoTC constitui-se em uma importante ferramenta que apoia a identificação de sinais de mudanças relevantes na região e o fornecimen-

to de informações para a tomada de decisão, dos setores público e privado, aumentando a sua capacidade de responder às oportunidades e aos riscos que se apresentem ao setor agrícola. Este documento busca sintetizar o conteúdo das bases de dados do Portal GeoTC bem como tomar-se em estudo prospectivo fornecendo diretrizes iniciais sobre possíveis temas de interesse para PD&I na Embrapa Tabuleiros Costeiros e parceiros.

Bases de dados e linhas temáticas

A seguir são descritos os principais resultados obtidos nas bases de dados do projeto bem como os procedimentos realizados. Todas as bases são compostas por arquivos vetoriais e rasters, georreferenciadas no Datum SIRGAS 2000 WGS. Os procedimentos de geoprocessamento foram realizados por meio dos softwares Quantum GIS (QGIS, 2016), ArcGIS (ESRI, 2015), R (R Core Team, 2017) e TerraSOM (Silva et al., 2015). A interpretação inicial das informações levantadas permitiu o delineamento de algumas linhas temáticas prioritárias para PD&I na região, no entanto entende-se que a disponibilização das bases e seus cruzamentos futuros possibilitarão ainda a definição de muitas outras.

Solos

A base de dados Solos foi elaborada sob a coordenação da Embrapa Solos e contempla a caracterização dos tipos de solos na AATC. Foram realizadas as seguintes atividades: (a) levantamento, recuperação e organização de informações de dados morfológicos e analíticos de 382 perfis de solos (Tabela 1) com a classificação taxonômica atualizada para apoiar a confecção dos mapas; (b) elaboração de um mapa de solos na escala 1:600.000 (Figura 1); (c) elaboração de um novo mapa de solos na escala 1:250.000 com detalhes de informações provenientes de mapas elaborados em escalas 1:100.000, 1:50.000 e 1:250.000; (c) e a organização de um acervo fotográfico de todas as unidades geoambientais da área do GeoTC com mais de 4000 fotos. substrato alimentar ou ao lado. 3) Telecoprídeos, rolam as esferas até uma certa distância da fonte e as enterram em galerias no solo (Halffter; Edmonds, 1982; Nichols et al., 2008).

Tabela 1. Perfis de solos recuperados e organizado por estado na área do GeoTC.

Estado	Perfis recuperados	Observação
Bahia	103	Foram encontradas classes novas para implementar o SiBCS ⁽¹⁾
Sergipe	41	Foram encontradas classes novas para implementar o SiBCS
Alagoas	55	Foram encontradas classes novas para implementar o SiBCS
Pernambuco	48	-
Paraíba	30	Foram encontradas classes novas para implementar o SiBCS
Rio Grande do Norte	46	Foram encontradas classes novas para implementar o SiBCS
Ceará	59	Foram encontradas classes novas para implementar o SiBCS
Total	382	

⁽¹⁾SiBCS: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros ocorrem diversas variações geológicas, climáticas, topográficas e pedológicas. Em termo geológicos, tem-se dois grandes domínios: as bacias sedimentares e o embasamento de rochas cristalinas. Os materiais sedimentares ocupam, sobretudo, a região da Baixada Litorânea, Tabuleiros Costeiros e as Superfícies Cársticas. Nos domínios de rochas cristalinas predominam rochas ácidas e em áreas localizadas constata-se a presença de rochas básicas. Em termos climáticos, ocorrem variações desde o muito quente e semiárido (BSw'h') onde se destaca a caatinga hiperxerófila, até o tropical úmido (Af), onde ocorre a floresta tropical perenifólia. Quanto ao relevo, ocorrem variações desde o plano até o montanhoso. Neste contexto, os solos (Figura 1) apresentam uma grande diversidade de classes taxonômicas. Por isso, a região como um todo mostra uma diversificação muito grande de condições edafoclimáticas que requerem manejos agrícolas diferenciados.

Devido à insuficiência de informações para tais manejos, destaca-se a necessidade de aprofundar pesquisas nas seguintes linhas temáticas:

- Natureza do caráter coeso dos solos dos Tabuleiros Costeiros, pois ainda é um assunto com muitas controvérsias;
- Avaliação da capacidade de água disponível (CAD) dos diferentes solos visando subsidiar os zoneamentos agroecológicos e de riscos climáticos por cultura;
- Avaliação dos riscos climáticos por cultura conforme a CAD dos solos e com base no volume de água requerido pelas mesmas.
- Avaliação mais precisa da aptidão agrícola dos solos de textura leve (solos arenosos, isto é, com menos de 20% de argila) vigente nos Tabuleiros Costeiros, sobretudo no Ceará e Rio Grande do Norte;
- Estudar a implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) nos geoambientes dos Tabuleiros Costeiros como opções de manejo com critérios de sustentabilidade;
- Avaliar o manejo da fertilidade dos solos considerando macro e micronutrientes, levando em conta as exigências das culturas;
- Alternativas de usos e manejos para as áreas mais declivosas, isto é, com relevo ondulado e forte ondulado. O desafio é substituir a cultura da cana por outros cultivos mais sustentáveis.
- Culturas adaptadas aos diversos ambientes pedoclimáticos por meio de zoneamentos específicos.

Clima

A caracterização temporal e espacial das variáveis climáticas na AATC bem como a avaliação de tendências de alterações climáticas nas precipitações foram objeto de estudo na elaboração da base de dados Clima. As variáveis climáticas analisadas foram: precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C), radiação solar (MJ/m²), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s). Todas as variáveis foram espacializadas tendo o polígono de cada município como limite, realizando processos de interpolação a partir das estações de monitoramento disponíveis. Estas estações climatológicas foram buscadas em diferentes fontes secundárias, como Agência Nacional de Águas (ANA, 2018), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2018), Embrapa (Agritempo, 2018) além de estações de domínio dos governos estaduais. As variáveis climáticas foram trabalhadas nas escalas temporais mensal e anual.

Assim foi considerado um buffer de cinco quilômetros nos limites internos da AATC, com a finalidade de abranger também postos pluviométricos e climatológicos na região de transição (Agreste–Semiárido), sendo obtidos 760 postos no total. Posteriormente, elaborou-se uma rotina em R (R Core Team, 2017) para realizar a seleção, considerando-se apenas os postos que dispunham de séries com mais de 30 anos de dados, menos de 20% de falhas e período recente (até pelo menos dezembro de 2017). Esta rotina procedeu ainda ao preenchimento das falhas e à análise de consistência das séries, utilizando-se, como base comparativa, o produto Brazil Gridded Meteorological Data (Xavier et al., 2016). Após o processamento, foram selecionadas 158 estações de monitoramento com séries históricas diárias completas para o período de 1980 a 2017 (38 anos).

A precipitação média anual varia, como pode ser observado na Figura 2, com maiores valores situados junto a faixa litorânea, reduzindo em direção ao interior. As maiores alturas pluviométricas médias estão situadas no centro-leste da Bahia, atingindo 1900 mm ao ano, com valores da ordem de 1600 mm na porção sul de Sergipe, divisa de Alagoas, Pernambuco e Paraíba. A partir da divisa da Paraíba com o Rio Grande do Norte seguindo ao Ceará, os volumes são menores, com valores no litoral variando de 1100 mm a 600 mm na porção do semiárido nordestino. Na porção agreste da AATC com transição ao semiárido, predominam baixas pluviosidades anuais, da ordem de 700 mm a 600 mm em todos os estados.

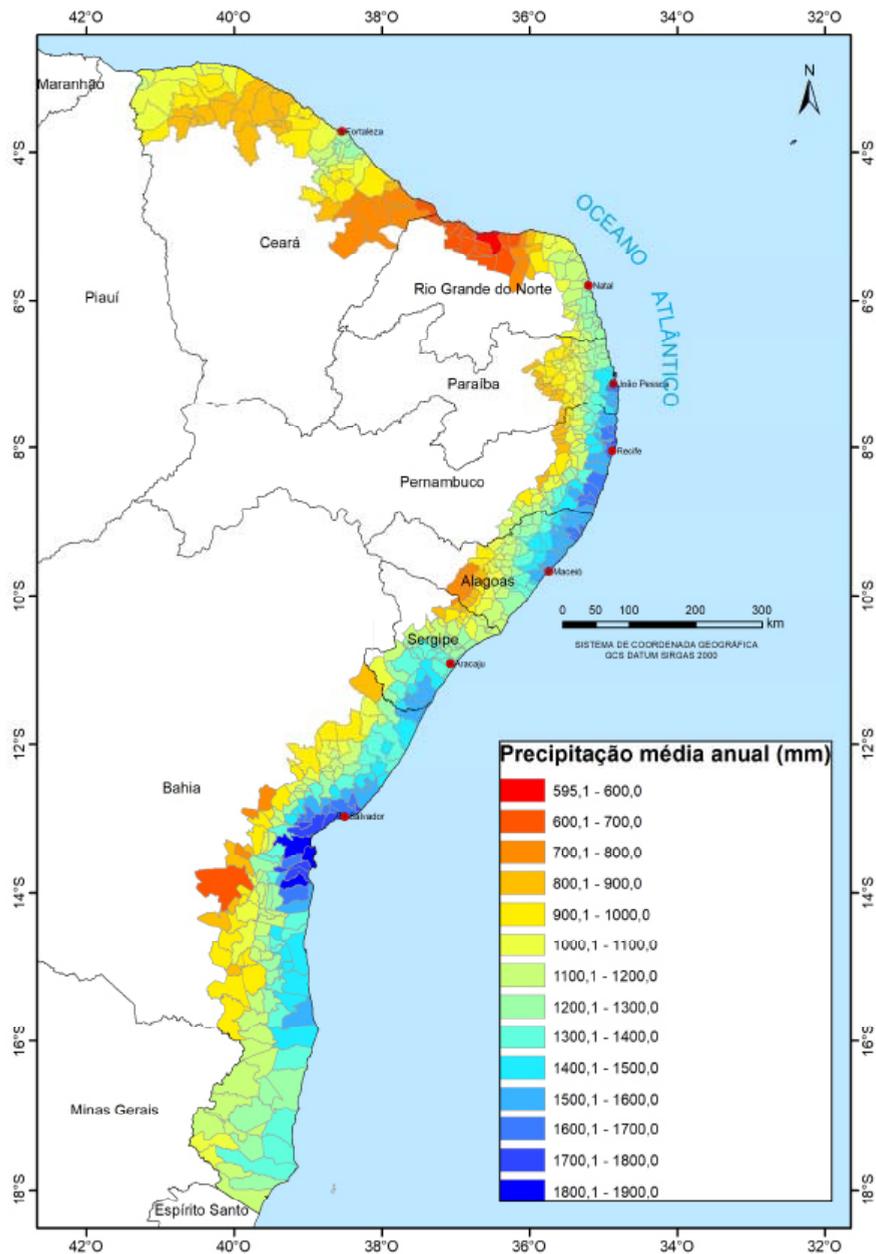


Figura 2. Distribuição espacial da precipitação anual média nos municípios da AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A temperatura máxima média anual nos municípios da AATC (Figura 3A) situou-se majoritariamente no intervalo de 28 °C a 29 °C, principalmente nos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba. A partir da porção central do Rio Grande do Norte, há um aumento nos valores, ultrapassando os 30 °C até 34 °C no Ceará, porção de clima Semiárido. Com relação à temperatura mínima média anual (Figura 3B), observa-se uma diferenciação entre regiões: com o centro-sul da Bahia predominando temperaturas no intervalo 18 °C a 20 °C; deste local até o estado de Pernambuco, temperaturas de 20 °C a 22 °C; e do centro-leste de Pernambuco até o Ceará, temperaturas mínimas médias entre 22 °C e 24 °C. Observa-se ainda uma redução nos valores de temperaturas mínimas médias à medida que se avança no sentido do interior, com valores de até 17 °C em alguns municípios situados na transição com o Semiárido. Tais valores podem estar relacionados à menor presença de umidade do ar nesses municípios, bem como às cotas altimétricas mais altas.

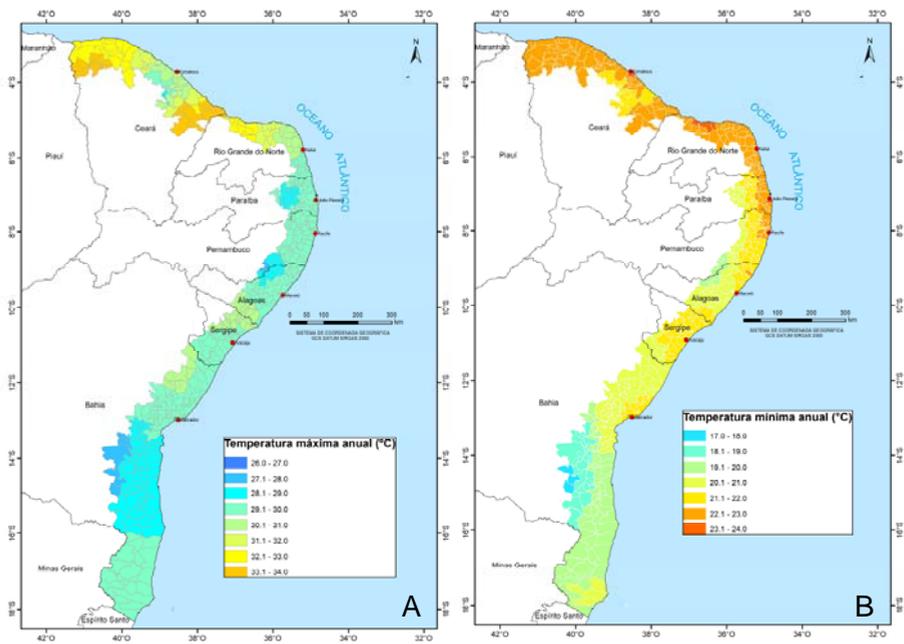


Figura 3. Distribuição espacial da temperatura máxima anual média (A) e mínima anual média (B) nos municípios da AATC. Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A Figura 4 detalha a distribuição espacial dos valores médios anuais da umidade relativa do ar na AATC. Observa-se uma tendência de redução da umidade no sentido litoral-interior, com predominância da ordem de 77% na região da Bahia até o sul do estado de Sergipe; 74% no trecho do centro de Sergipe até o sul-oeste de Alagoas; voltando a 77% no centro-norte de Alagoas, estados de Pernambuco, litoral da Paraíba; com nova redução ao atingir o Rio Grande do Norte e Ceará, chegando a valores médios anuais de 66% a 73%.

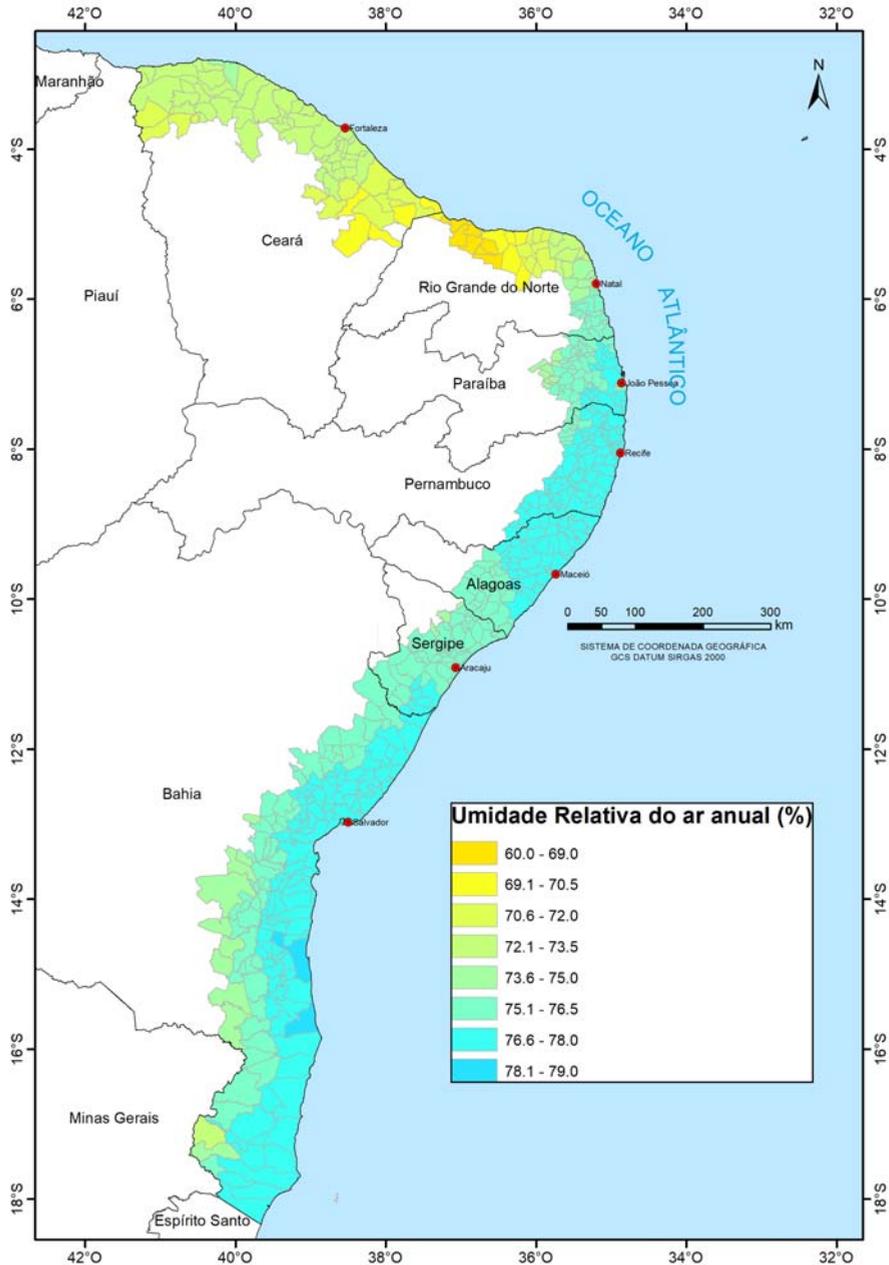


Figura 4. Distribuição espacial da umidade relativa do ar anual média nos municípios da AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A variável radiação solar média anual está apresentada na Figura 5. Pode ser verificado que os maiores valores se concentraram na porção de clima Semiárido da AATC, principalmente no Rio Grande do Norte e Ceará, contabilizando muitos municípios com valores entre 20,0 MJ/m² e 21,0 MJ/m². A radiação solar média anual ficou em torno de 19 MJ/m² a 20 MJ/m² nos municípios de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Paraíba, reduzindo à medida que se avança para o sul, chegando a 18 MJ/m²-19 MJ/m² no centro norte da Bahia e a 17 MJ/m²-18 MJ/m² no sul da Bahia.

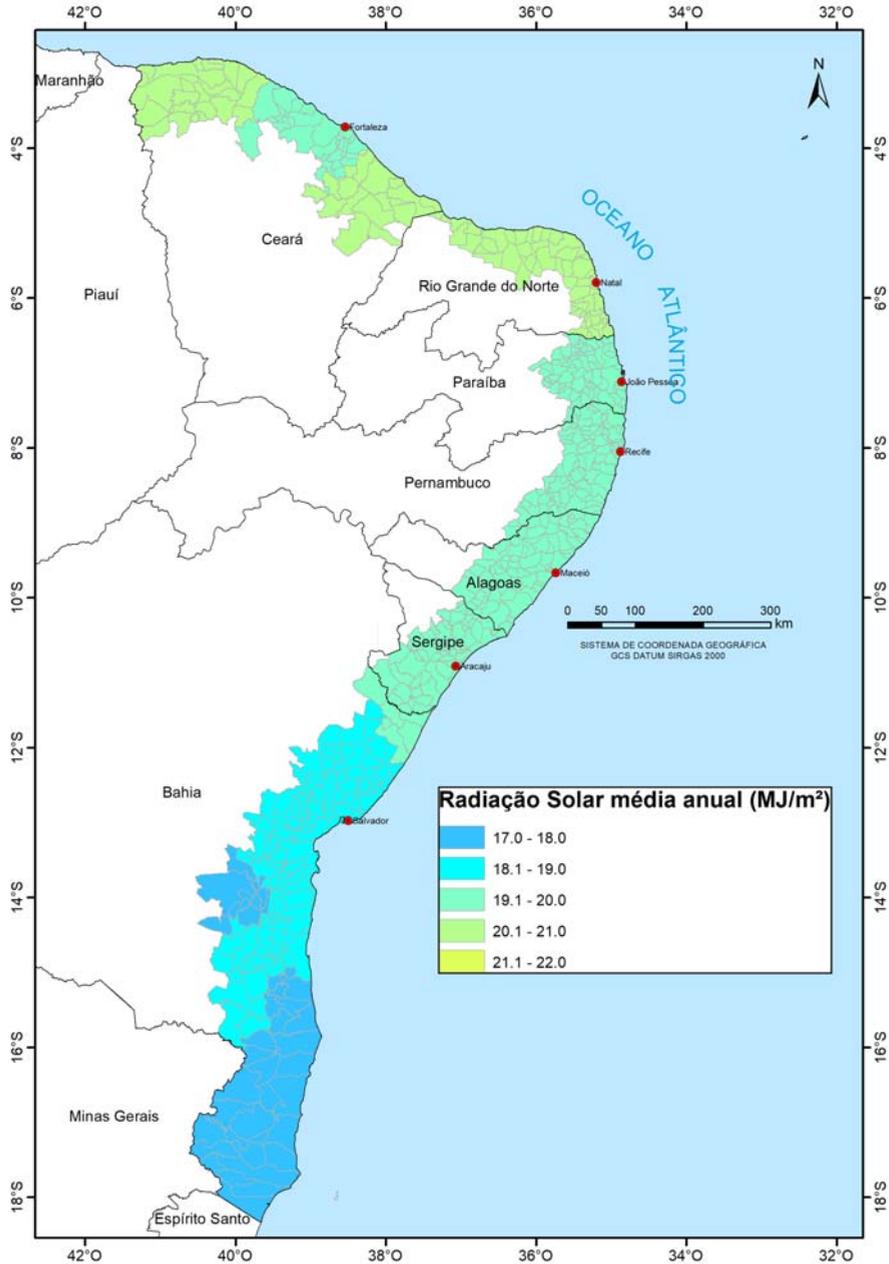


Figura 5. Distribuição espacial da radiação solar anual média nos municípios da AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A Figura 6 ilustra a distribuição espacial da velocidade do vento medido a 2,0 m de altura nos municípios da AATC. No Rio Grande do Norte predominam as maiores velocidades médias, chegando a 3,0 m/s. A partir do RN, observa-se uma redução gradual das velocidades médias do vento nas direções sul e oeste: nos estados da Paraíba, Pernambuco e centro-norte de Alagoas, bem como no leste do Ceará, as velocidades médias giram em torno de 2,7 m/s; diminuindo para valores inferiores a 2,0 m/s nos municípios do centro-sul da Bahia e oeste do Ceará.

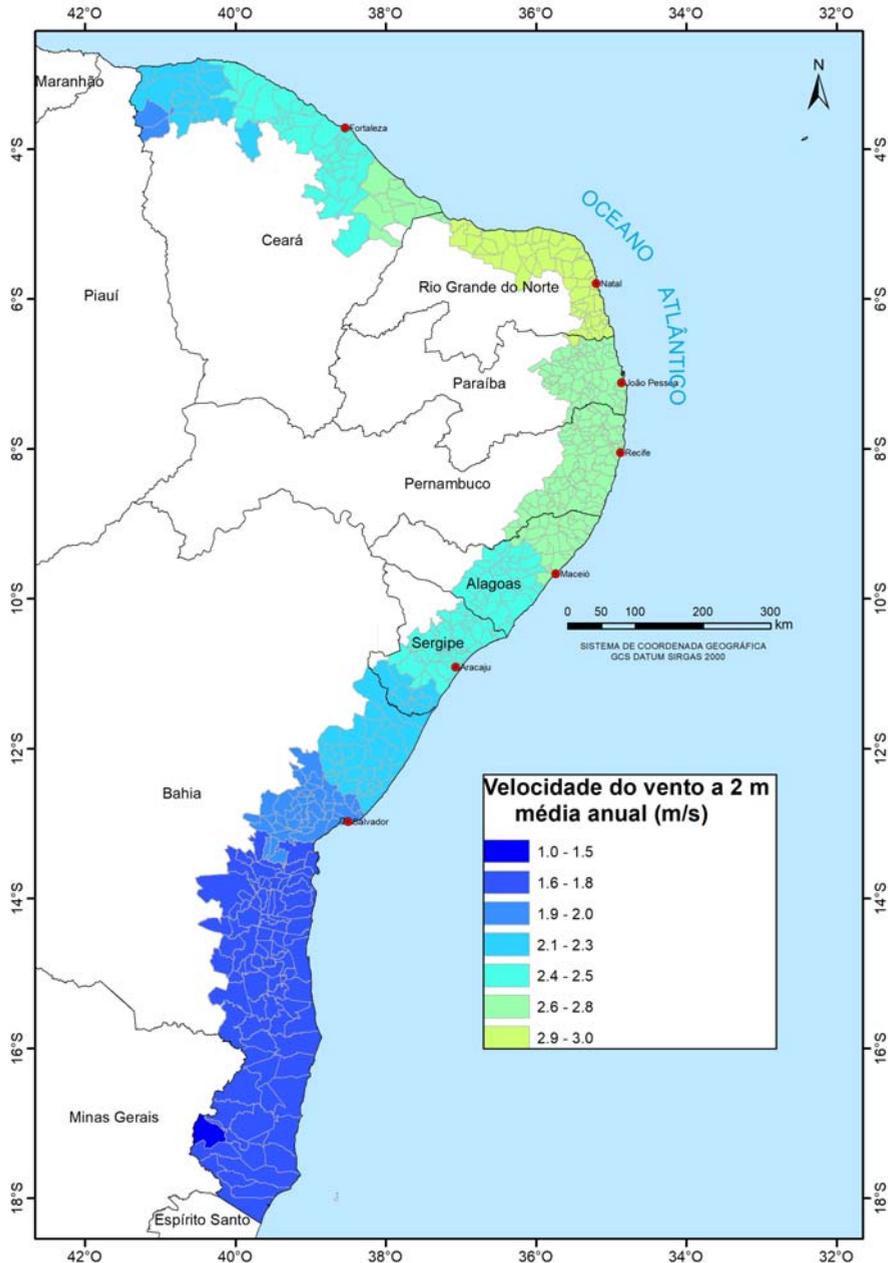


Figura 6. Distribuição espacial da velocidade do vento anual média nos municípios da AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A partir da distribuição espacial das variáveis anteriores, foi possível estimar a evapotranspiração potencial (ET_p) aplicando a equação de Peaman-Monteith (Allen et al., 1998). Na Figura 7 pode-se observar que a ET_p anual aumenta do sul para o norte da AATC, com os menores valores ocorrendo no centro-sul da Bahia, da ordem de 1400 mm, e os maiores nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará, em torno de 2000 mm. A determinação da evapotranspiração real depende de outros fatores como a disponibilidade de água no solo, cobertura vegetal, etc.

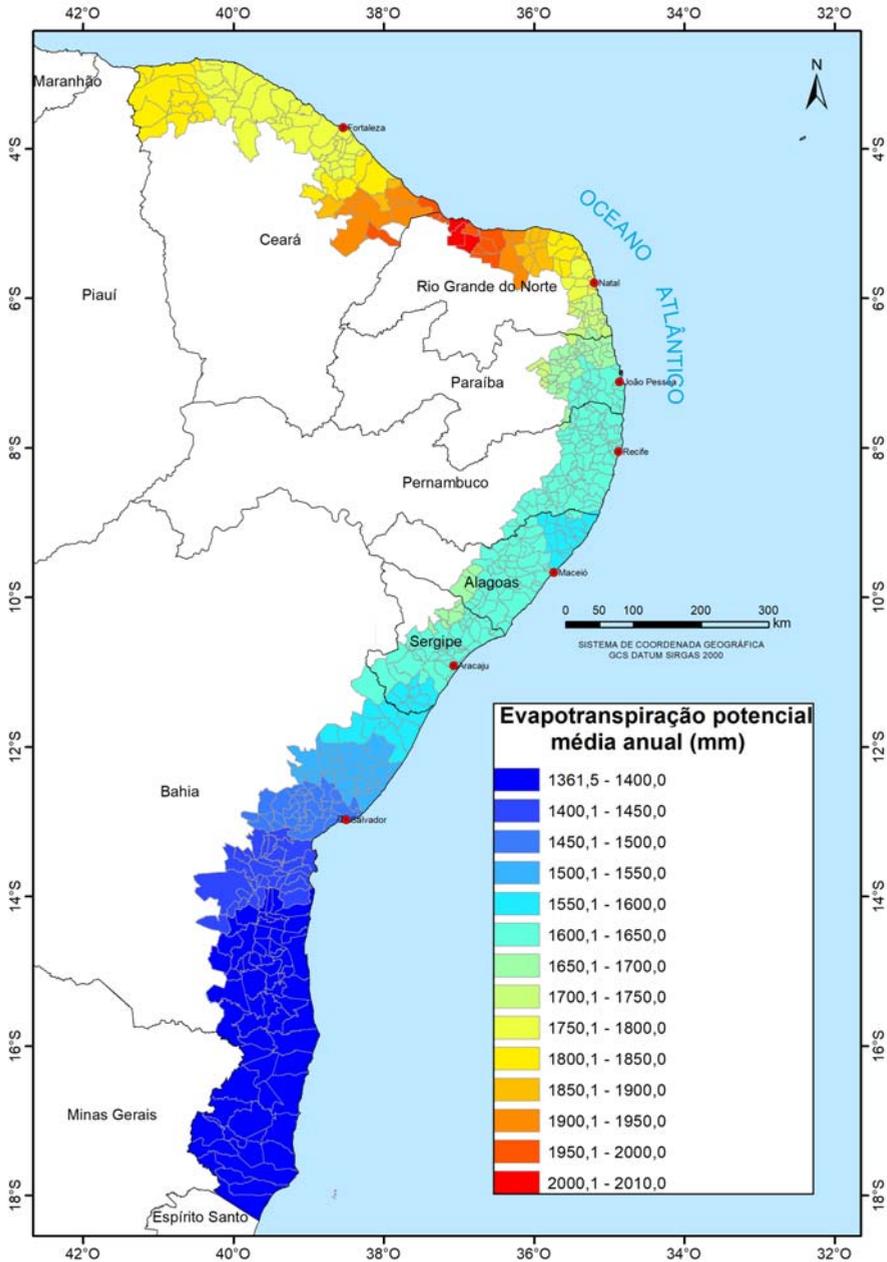


Figura 7. Distribuição espacial da evapotranspiração potencial anual média nos municípios da AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A existência de tendências de alterações nas precipitações na AATC foi avaliada por meio da análise de índices de eventos climáticos extremos (Tabela 2) conforme orientações do Projeto CLIMDEX (Alexander et al., 2006). Neste estudo foram utilizados postos pluviométricos com dados no período de 1985 a 2015. Uma rotina em R foi desenvolvida para calcular os valores dos índices e estimar o coeficiente angular da reta ajustada a esses valores históricos plotados com relação aos anos, indicando a tendência, positiva ou negativa, de aumento ou redução no valor de cada índice ao longo das séries. Para esta análise ser facilitada, foram consideradas quatro regiões homogêneas de comportamento das precipitações (Figura 8). Aos grupos de coeficientes em cada região, foi aplicado o teste t-Student no R, com um nível de significância de 5%, visando-se indicar a tendência predominante nos postos pluviométricos em cada região. Em seguida, foram gerados mapas de tendências dos índices para todos os postos por região por meio do SIG ArcGIS 10.3 (ESRI, 2015).

Tabela 2. Índices RCLIMDEX utilizados na avaliação na AATC.

Índice	Identificação	Fórmula
Rx1day	Máxima precipitação diária mensal por ano	$Rx1day_j = \max(RR_{ij})$, onde RR_{ij} é a precipitação diária no dia i no período j
Rx5day	Máxima precipitação de cinco dias consecutivos mensal por ano	$Rx5day_j = \max(RR_{kj})$, onde RR_{kj} é a precipitação de cinco dias consecutivos terminando no dia k no período j
R1mm	Número de dias com precipitação superior a 1 mm (dias úmidos) por ano	$RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$
R10mm	Número de dias com precipitação superior a 10 mm por ano	$RR_{ij} \geq 10 \text{ mm}$
R20mm	Número de dias com precipitação superior a 20 mm por ano	$RR_{ij} \geq 20 \text{ mm}$
CDD	Máximo número de dias secos consecutivos por ano	$RR_{ij} < 1 \text{ mm}$
CDW	Máximo número de dias úmidos consecutivos por ano	$RR_{ij} \geq 1 \text{ mm}$
SDII	Índice simples de intensidade da precipitação	,
PRCP-TOT	Precipitação anual total nos dias úmidos	,

Fonte: adaptado de Alexander et al. (2006).

Na produção dos mapas de tendências foi considerada uma classificação com três classes para os postos: “redução”, “estável” e “aumento”. Estas classes foram definidas após a avaliação dos valores de todos os coeficientes angulares adimensionais, buscando-se selecionar limites. Assim, convencionou-se, após vários testes, que o intervalo localizado entre -0,25% e 0,25% seria o mais indicado para classificar um posto sem variação significativa, ou seja, seria classificado como “estável”. Postos com coeficientes situados abaixo de -0,25% indicariam “redução” e acima de 0,25%, “aumento”. A seguir são apresentados alguns mapas como exemplo, para os índices PRCP-TOT (Precipitação anual total nos dias úmidos) (Figura 8A), CDD (Máximo número de dias secos consecutivos por ano) (Figura 8B) e R1mm (Número de dias úmidos por ano) (Figura 8C).

A variabilidade entre as regiões pode ser atribuída possivelmente aos diferentes sistemas climáticos que atuam na porção norte e nordeste da região Nordeste do Brasil como, por exemplo, na parte norte tem-se a atuação a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) e VCAN (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis), e em casos isolado a ondas de leste, enquanto, na parte sul os sistemas mais ativos são as frentes frias e seus remanescentes, ondas de leste e VCAN, quando associado à frente fria (Kousky, 1979; Kousky, 1980; Kousky; Gan, 1981). A ocorrência de efeitos inversos em alguns postos pluviométricos pode ser justificada pela característica altimétrica distinta do posto ou ainda pela existência de microclimas locais, como os decorrentes de áreas urbanas, por exemplo, alterando a ocorrência dos eventos chuvosos em comparação aos demais postos na região.

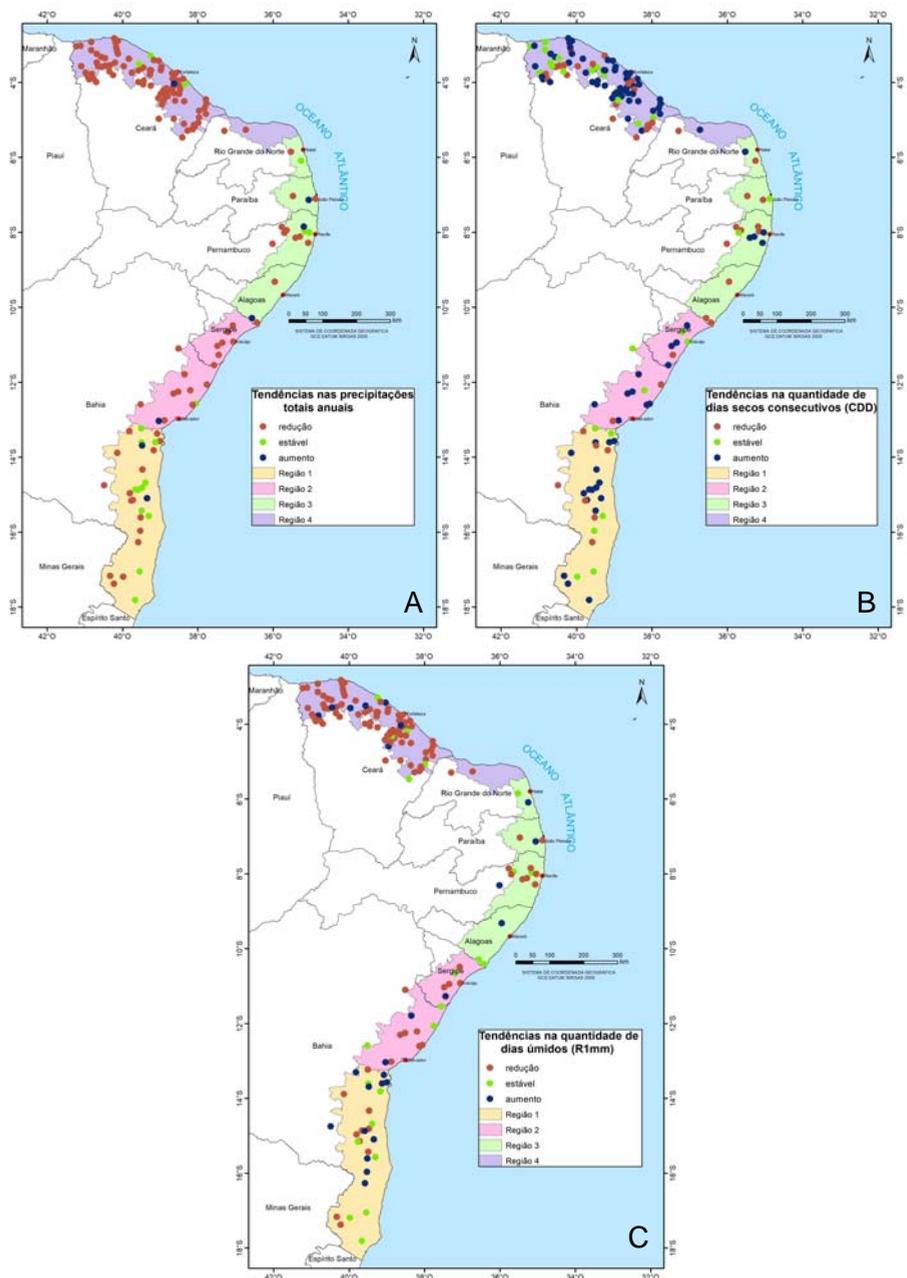


Figura 8. Tendências nas precipitações totais anuais (PRECTOT) (A); dias secos consecutivos (CDD) (B) e dias úmidos (R1mm) (C) das estações pluviométricas e regiões homogêneas utilizadas na avaliação de tendências de mudanças climáticas na AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Os resultados da análise estatística (teste t-Student) para cada região indicaram a predominância de tendências de redução nos índices avaliados que quantificam os volumes de chuvas, apenas foi detectada significância com tendência de aumento para o índice CDD, que representa a quantidade de dias secos consecutivos. A maioria das regiões da AATC apresenta tendências de redução nos volumes precipitados. A Região 4, composta pelo estado do Ceará e parte oeste do Rio Grande do Norte, apresentou índices com tendências mais críticas considerando a disponibilidade de chuvas. Apenas os índices R10mm (Número de dias com precipitação superior a 10 mm por ano), R20mm (Número de dias com precipitação superior a 20 mm por ano) e PRECPTOT (Precipitação anual total nos dias úmidos) mostraram significância estatística nas tendências de redução para todas as quatro regiões da AETC.

A análise espacial permitiu avaliar que postos pluviométricos com tendências de maior criticidade nos índices, do ponto de vista de disponibilidade de chuvas, situaram-se, em grande parte, na porção interior da AATC, próximos à zona de transição com o Semiárido do Nordeste do Brasil.

Considerando a complexidade de estudos de clima na região Nordeste do Brasil, ressaltando-se a sua faixa litorânea, onde atuam diversos sistemas climáticos de influência global, entende-se que há espaço para avanços nos seguintes temas na AATC:

- identificação de vazios espaciais de monitoramento de variáveis climáticas visando o planejamento de instalação de equipamentos e ferramentas alternativas de monitoramento;
- avaliação da influência de veranicos nas perdas de produção de culturas cultivadas em condição de sequeiro;
- avaliação das alterações no clima sobre mudanças nas variáveis definidoras da produção agrícola;
- zoneamento de culturas agrícolas sobre cenários de alterações climáticas;
- desenvolvimento de pesquisas envolvendo sistemas de produção de culturas agrícolas adaptados a condições críticas de clima;
- avaliação das perdas de solo decorrentes de condições de eventos climáticos extremos mais intensos;

- avaliação do uso de sensoriamento remoto como ferramenta de obtenção de variáveis climáticas em tempo real;
- previsão climática de médio prazo como ferramenta de suporte à tomada de decisão de períodos de plantios agrícolas.

Hidro

A delimitação das bacias hidrográficas presentes na AATC, bem como a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea e a qualidade da água dos corpos hídricos foram objeto dessa base de dados. Para tanto, foram realizados levantamentos nas bases de dados secundários nacionais, principalmente da Agência Nacional de Águas (ANA, 2018) e Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2018). Foram ainda utilizadas como apoio bases de dados internacionais, como do Serviço Geológico Americano (USGS, 2018), principalmente relativo às informações de relevo e topografia.

A base para a determinação das bacias hidrográficas presentes na AATC foi a existência de estação de monitoramento de vazões no rio principal, uma vez que as informações das bacias seriam utilizadas em estudos de correlação com as vazões de referência, visando o fornecimento de informações úteis à tomada de decisão na gestão dos recursos hídricos. Foram inicialmente levantadas 188 estações de monitoramento de vazões presentes em municípios da AATC, essas foram reduzidas a 92, após a análise de consistência dos dados, onde foram avaliados o período disponível e o número de falhas nos registros. Assim, partindo do Modelo Digital de Elevação (SRTM com 30 m de resolução espacial) (Figura 9), obtido no site da USGS, foram realizados todos os processamentos de delimitação de áreas de bacias contribuintes aos postos de medição existentes por meio de técnicas de geoprocessamento nos softwares ArcGIS e QGIS.

A altimetria na região da AATC concentra em sua maior parte (88%) regiões de cotas inferiores a 100 m pouco acidentadas. Observa-se a ocorrência de maiores altitudes no centro-sul do estado da Bahia, em Pernambuco e Paraíba e no estado do Ceará já na divisa com o estado do Piauí. Esta altimetria favorece a mecanização agrícola, tendo em vista a predominância de terrenos com declividades de leve a moderada (Cruz et al., 2017).

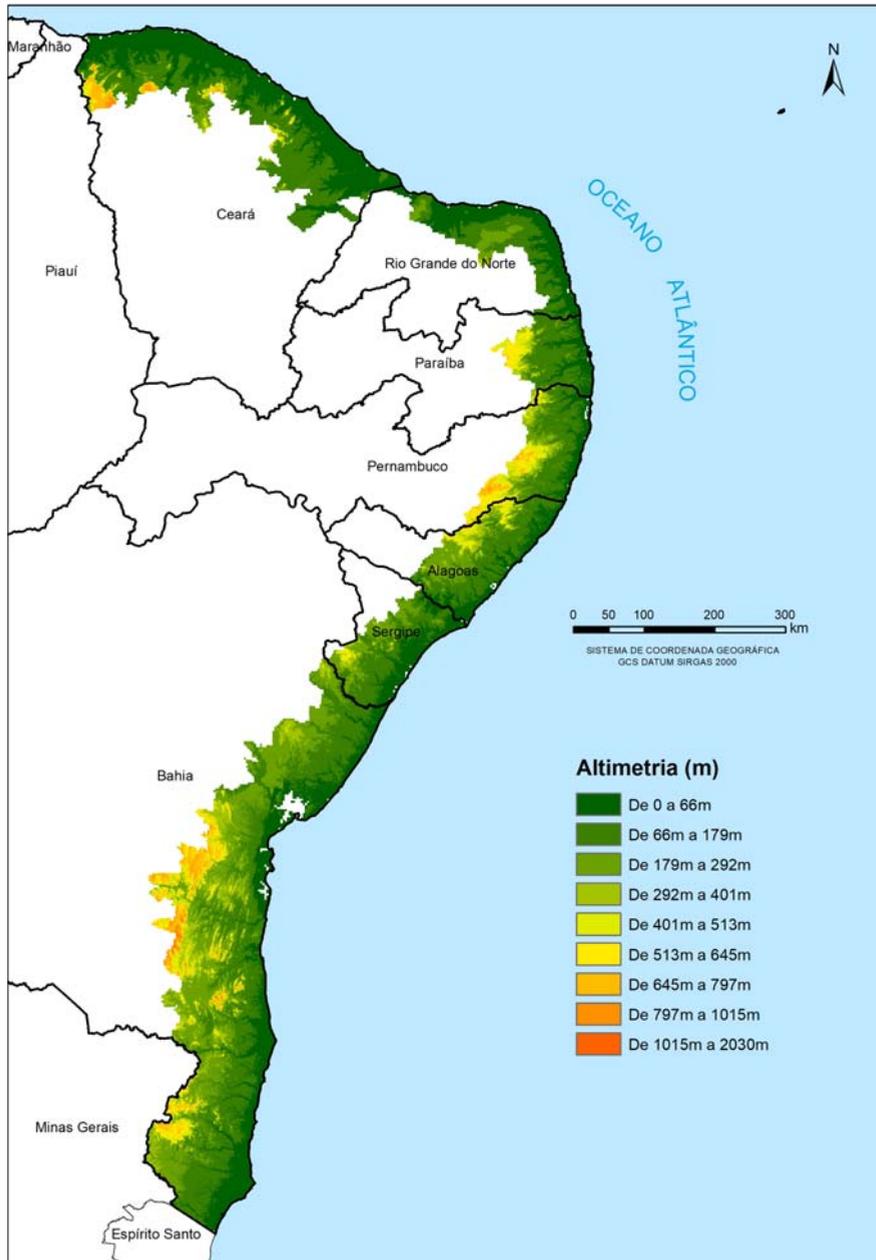


Figura 9. Distribuição espacial da variação altimétrica na AATC.
Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Os postos de monitoramento de vazões selecionados estão apresentados na Figura 10A. Pode-se observar que apesar de mostrar-se com um número baixo de estações fluviométricas, estas apresentam uma distribuição praticamente sobre toda a AATC, exceção do norte do Rio Grande do Norte e a baixa densidade nos estados do Ceará e Alagoas. A partir da localização espacial dos postos fluviométricos, foram delimitadas as bacias hidrográficas contribuintes, o que pode ser observado na Figura 10B. Nesta figura está também mostrada em cinza a bacia do Rio São Francisco que tem grande influência sobre a AATC e apresenta sua área inserida ao longo de grande extensão no Nordeste.

As bacias hidrográficas monitoradas que têm suas águas contribuindo para municípios da AATC são em sua grande maioria médias e pequenas, com áreas variando de 200,0 km² a 10.000,0 km². Isso indica uma predominância de bacias com baixa disponibilidade hídrica, acrescendo-se ainda o elevado grau de intermitência de muitas que tem sua origem em regiões mais secas. Como pode se perceber na Figura 15, grande parte das bacias de maiores áreas (acima de 10.000,0 km²) ficam situadas fora dos limites da AATC, no entanto suas águas passam pelos municípios componentes, principalmente no estado da Bahia e na divisa com Minas Gerais, como as bacias dos rios Jequitinhonha, Pardo, Contas, Paraguaçu e Itapicuru; Bahia e Sergipe, como o Rio Vaza Barris; Paraíba, do Rio Paraíba; Ceará, do Rio Jaguaribe, além de, a bacia do Rio São Francisco, que tem parte da região do Baixo São Francisco contida na AATC na divisa dos estados de Sergipe e Alagoas.

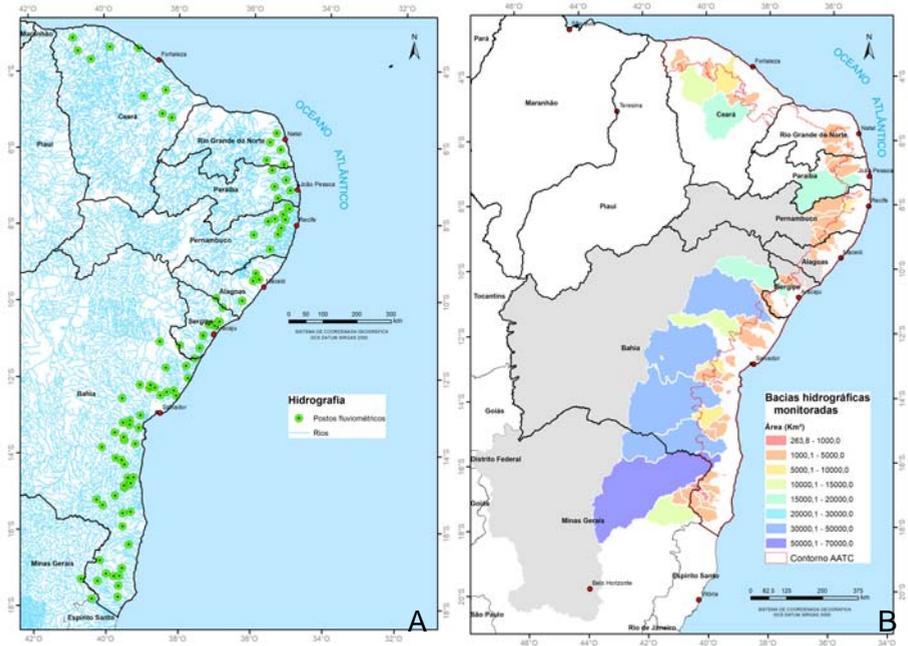


Figura 10. Distribuição espacial dos postos de monitoramento de vazões (A) e bacias hidrográficas (B) nos rios que tem influência sobre a AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

As séries históricas de vazões diárias foram avaliadas nas estações fluviométricas em escala mensal e anual, e foram gerados produtos de utilização em estudos de disponibilidade hídrica superficial, como a vazão média de longo período (Q_{med}) e para determinação de limites outorgáveis para usos múltiplos (Q_{90}) (Tucci, 2013). Na Figura 11A pode ser observada a variação espacial de Q_{med} anuais na região da AATC. Verifica-se um predomínio de vazões médias inferiores a 14 m³/s, indicando baixas resiliências hídricas superficiais e alto grau de incerteza quanto a garantias de atendimento a demandas múltiplas. Apenas algumas estações fluviométricas no centro sul da Bahia e aquelas que monitoram o Rio São Francisco apresentam valores médios superiores a 100 m³/s médios ao ano, o que indica a baixa disponibilidade hídrica da grande maioria dos corpos hídricos na região.

Com relação à vazão de garantia de 90% do tempo da série histórica (Q_{90}), observa-se na Figura 11B que cerca de 50% das bacias apresentam valores inferiores a 1,0 m³/s, principalmente aquelas localizadas em Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, onde as áreas de clima semiárido se aproximam mais do litoral do Nordeste. Os maiores valores para emissão de outorgas hídricas estão nas estações de monitoramento do Rio São Francisco, entre Sergipe e Alagoas; além de bacias no centro-sul da Bahia, como nos rios Jequitinhonha, Pardo e Contas.

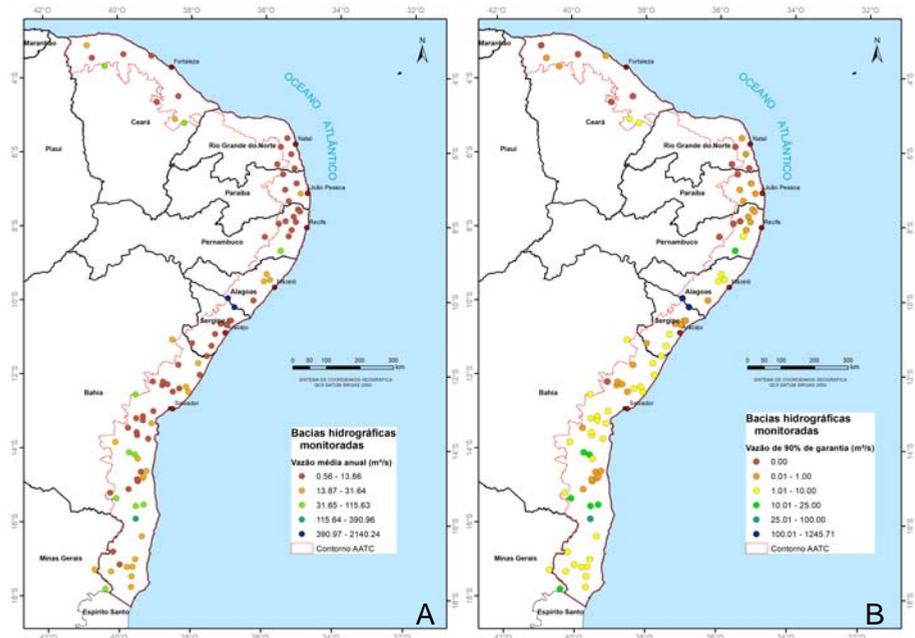


Figura 11. Vazões médias anuais (A) e vazões com 90% de garantia (B) nas bacias hidrográficas monitoradas com influência sobre a AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando os principais parâmetros de qualidade das águas superficiais que são monitorados continuamente na AATC, foram obtidas séries históricas a partir do ano 2000 e gerados mapas de distribuição espacial dos valores médios anuais e mensais das variáveis: pH, Temperatura (°C), Turbidez (UnT), Condutividade Elétrica - CE (dS/cm), Oxigênio Dissolvido – OD (mg/l), Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/l), Nitrato (mg/l) e Fosfato (mg/l).

A seguir são apresentados alguns desses mapas. Observa-se na Figura 12A uma predominância de águas com valores baixos de CE (inferiores a 700 dS/cm), que são águas sem maiores implicações par ao uso agrícola quanto ao teor de sais (Resende et al., 2009). Pode ser verificado que os maiores valores de CE ocorrem em estações de monitoramento mais próximas ao Semiárido nordestino, que apresenta formações geológicas cristalinas e alimentam esses rios com suas águas subterrâneas muitas vezes salinizadas.

Com relação à temperatura média das águas superficiais durante o ano, observa-se na Figura 12B uma predominância de valores entre 24 °C e 30 °C, com valores mais altos no Rio Grande do Norte e Ceará, bem como redução nestes valores até 21 °C no sul da Bahia. A temperatura dos corpos hídricos é um parâmetro importante por influenciar nos processos físico-químicos associados à água bem como na definição de habitats prioritários para espécies animais, vegetais e de microrganismos aquáticos.

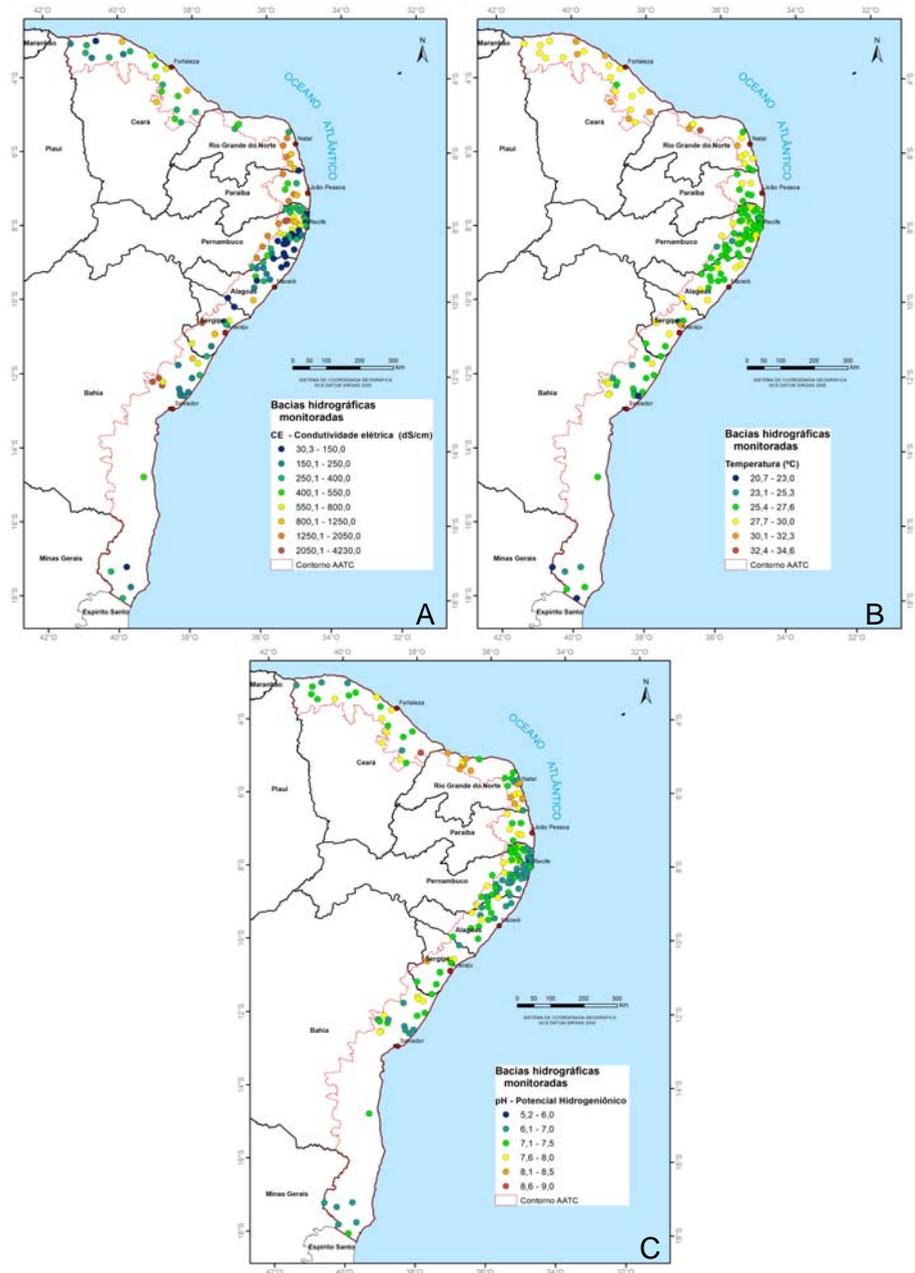


Figura 12. Variação espacial da Condutividade Elétrica – CE (dS/cm) (A), temperatura da água (°C) (B) e pH (C) em valores médios anuais nas bacias hidrográficas monitoradas com influência sobre a AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

O pH da água caracteriza seu grau de acidez ou alcalinidade (Resende et al., 2009), e mostra alta correlação com os processos físico-químicos que ocorrem nos corpos hídricos, assim como com a temperatura. Pela Figura 12C, pode-se observar que predominam valores entre 6,0 e 7,5, ou seja, próximos da neutralidade (pH = 7,0), com mudanças de caráter alcalino nas águas provenientes de ambientes próximos ao Semiárido, onde predominam as formações geológicas fissurais e cársticas, contribuindo para a presença mais significativa de águas alcalinas.

Com relação às águas subterrâneas, no projeto GeoTC foram levantados dados de séries históricas de poços disponíveis no portal SIAGAS, vinculado ao Serviço Geológico brasileiro (CPRM, 2018a). Nos arquivos em formato “csv” foram selecionados os poços que apresentavam data de perfuração posterior a primeiro de janeiro de dois mil. Buscou-se avaliar a vulnerabilidade dos aquíferos por meio da aplicação do Método GOD (Groundwater – Overall lithology - Depth), conforme indicado em Foster e Hirata (1988). Assim, foram utilizadas as coordenadas geográficas em SIRGAS 2000 para cada poço, além de características como grau de confinamento do aquífero, litologia e profundidade do nível estático. Para o processamento foi utilizado o software livre QGIS com interpolação espacial por IDW (Inverse Distance Weighthing) e krigagem (Soares, 2006).

A partir da Figura 13, pode-se verificar que as áreas mais suscetíveis à contaminação estão localizadas mais próximas do litoral. No extremo sul e no litoral norte da Bahia estão as maiores concentrações de áreas com vulnerabilidade extrema, sendo as outras localizadas em Sergipe, nos municípios de Estância, Indiaroba e Santa Luzia do Itanhhy e no Ceará, no município de Jaguaruana. As áreas com vulnerabilidade intermediária e alta estão localizadas desde o litoral norte do Ceará até os arredores de Recife, em Pernambuco, com exceção de Alagoas, que, em geral, possui áreas com baixa e insignificante vulnerabilidade (Rocha; Cruz, 2018).

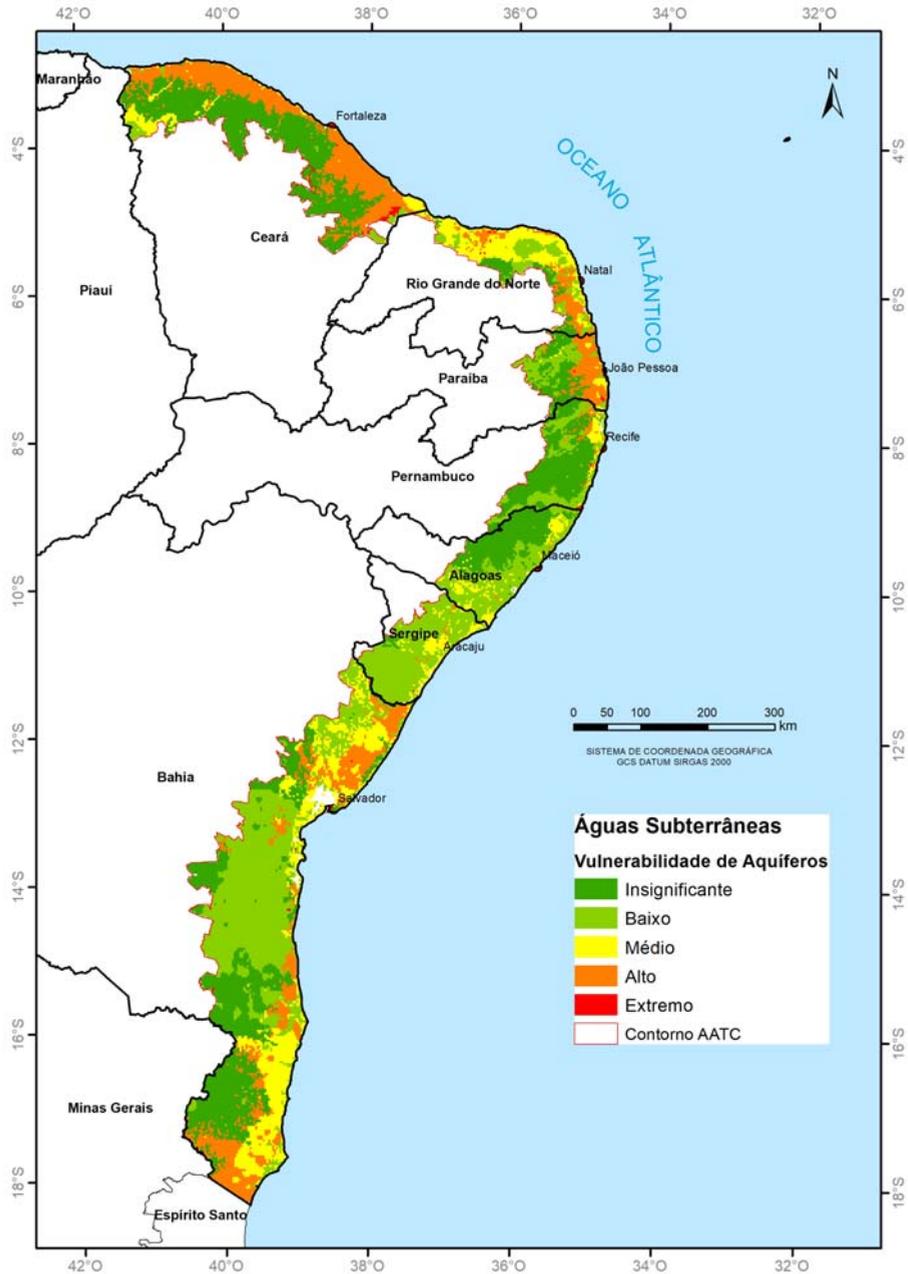


Figura 13. Distribuição espacial da vulnerabilidade de aquíferos presentes na AATC segundo o método GOD.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Quanto aos recursos hídricos na AATC, alguns pontos que precisam de aprofundamento da pesquisa:

- identificação de fontes alternativas de suprimento hídrico em decorrência da alta dependência de muitos estados do Nordeste ao Rio São Francisco;
- avaliação do real potencial de aproveitamento das águas subterrâneas considerando aspectos relacionados à presença de sais;
- avaliação das condições atuais de produção de água das bacias hidrográficas presentes na AATC bem como sua influência sobre o atendimento das demandas agrícolas nos municípios;
- caracterização experimental da influência de técnicas alternativas de manejo de culturas sobre a produção de água e o controle da perda de solos;
- avaliação da influência de fertilizantes e agrotóxicos nos parâmetros de qualidade das águas dos rios bem como estratégias de minimização dos impactos ambientais associados aos recursos hídricos;
- estudos relativos ao aumento da eficiência de usos da água nos de sistemas de produção das culturas agrícolas e pecuária;
- avaliação dos possíveis efeitos das mudanças no clima sobre a disponibilidade hídrica dos rios e aquíferos locais;
- identificação de possíveis fontes de poluição pontuais e difusas considerando a vulnerabilidade dos aquíferos;
- identificação e avaliação de áreas de passivo ambiental das áreas de preservação permanente (APP) relativas a nascentes e corpos d'água e definir áreas prioritárias para restauração florestal.

Agro

A caracterização das atividades agrícolas e do meio ambiente na AATC foi objeto de estudos na Agro. Na Figura 14, pode ser observada a presença de dois Biomas brasileiros que fazem parte da AATC: a Caatinga, com predominância nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, cobrindo cerca de 41,2% da área; e a Mata Atlântica, com maiores parcelas nos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, correspondendo a 58,8% da área.

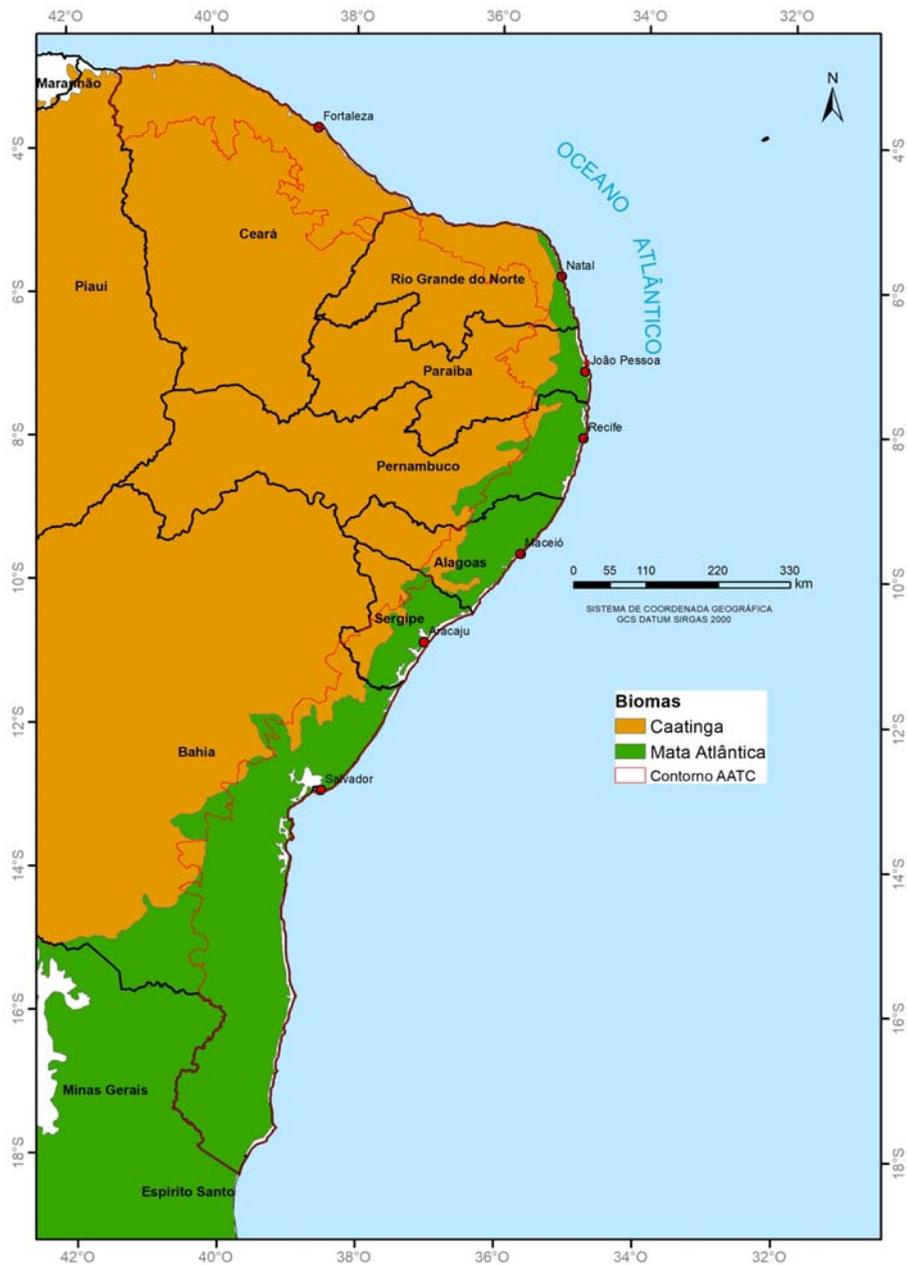


Figura 14. Biomas brasileiros presentes na AATC (Geo Catálogo, 2017).
Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando a caracterização desses biomas, segundo IBGE (2018), as áreas antropizadas totalizam 77,0% da AATC, sendo 10,0% ocupadas por vegetação secundária, e 66,9% por atividades rurais (Tabela 4). Geralmente, a antropização está relacionada a atividades de extrativismo de produtos vegetais em vegetação secundária, extração seletiva de madeira, desmatamento, queimadas, preparo do solo, cultivo agrícola e de pastagem, incluindo também o uso inadequado do solo e a degradação da área.

Tabela 3. Tipos de cobertura vegetal em área antrópica e em área de vegetação natural na AATC.

TIPOS DE COBERTURA VEGETAL ha	Área total	
		%
ÁREA ANTRÓPICA	16.383.172	77,00
Agropecuária	7.730.476	36,33
Pecuária (pastagens)	3.248.639	15,27
Vegetação Secundária	2.137.813	10,05
Agricultura com Culturas Cíclicas	1.494.846	7,03
Agricultura com Culturas Permanentes	662.206	3,11
Agricultura	215.783	1,01
Florestamento/Reflorestamento	893.409	4,20
ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL	4.893.655	23,00
Floresta Ombrófila Densa	280.922	1,32
Floresta Ombrófila Aberta	255.980	1,20
Floresta Estacional Semidecidual	312.089	1,47
Floresta Estacional Decidual	32.513	0,15
Campinarana Arborizada e Gramíneo-Lenhosa	18.731	0,09
Formação Pioneira com influência fluvial e/ou lacustre	98.745	0,46
Formação Pioneira com influência fluvio-marinha	308.870	1,45
Formação Pioneira com influência marinha	481.990	2,27
Savana-estépica Florestada	136.421	0,64
Savana-estépica Arborizada	2.320.780	10,91
Savana-estépica Parque	354.895	1,67
Savana-estépica Gramíneo-Lenhosa	2.394	0,01
Savana Florestada	159	0,00

Continua...

Tabela 3. Continuação.

TIPOS DE COBERTURA VEGETAL ha	Área total	
	ha	%
ÁREA ANTRÓPICA	16.383.172	77,00
Savana Arborizada	163.331	0,77
Savana Parque	35.998	0,17
Savana Gramíneo-Lenhosa	9.835	0,05
Contato Savana-estépica/Floresta Estacional	20.079	0,09
Contato Savana-estépica/Formações Pioneiras	16.588	0,08
Contato Savana-estépica/Savana	8.801	0,04
Contato Savana/Floresta Estacional	21.207	0,10
Contato Savana/Formações Pioneiras	13.327	0,06
TOTAL = área antrópica + área de vegetação natural	21.276.827	100

Fonte: IBGE (2018).

A presença antrópica pode ser quantificada pela sua população total, com aproximadamente 27,1 milhões de pessoas, sendo destes 22,6 milhões nas áreas urbanas e 4,5 milhões na zona rural, assim a população do campo representa cerca de 16,6% da população total residente nos municípios (IBGE, 2010). As maiores cidades (acima de 100.000 habitantes) estão concentradas na Bahia (12), Pernambuco (9), e Ceará (5) (Figura 15). Na Bahia também estão as maiores concentrações de municípios pequenos, totalizando 33 municípios com menos de 10 mil habitantes, seguido pela Paraíba (29), Sergipe (24) e o Rio Grande do Norte (22).

O número de municípios onde a população rural supera a urbana, varia pouco proporcionalmente entre a maioria dos estados, excetuando-se Pernambuco, onde seu percentual é muito baixo (apenas 8,9% dos municípios possuem população rural superior à urbana). Nos demais estados este valor gira em torno de 30% a 40%, como no Ceará (30,9%), Rio Grande do Norte (37,5%), Paraíba (35,2%), Alagoas (31,5%), Sergipe (39,7%) e Bahia (30,0%).

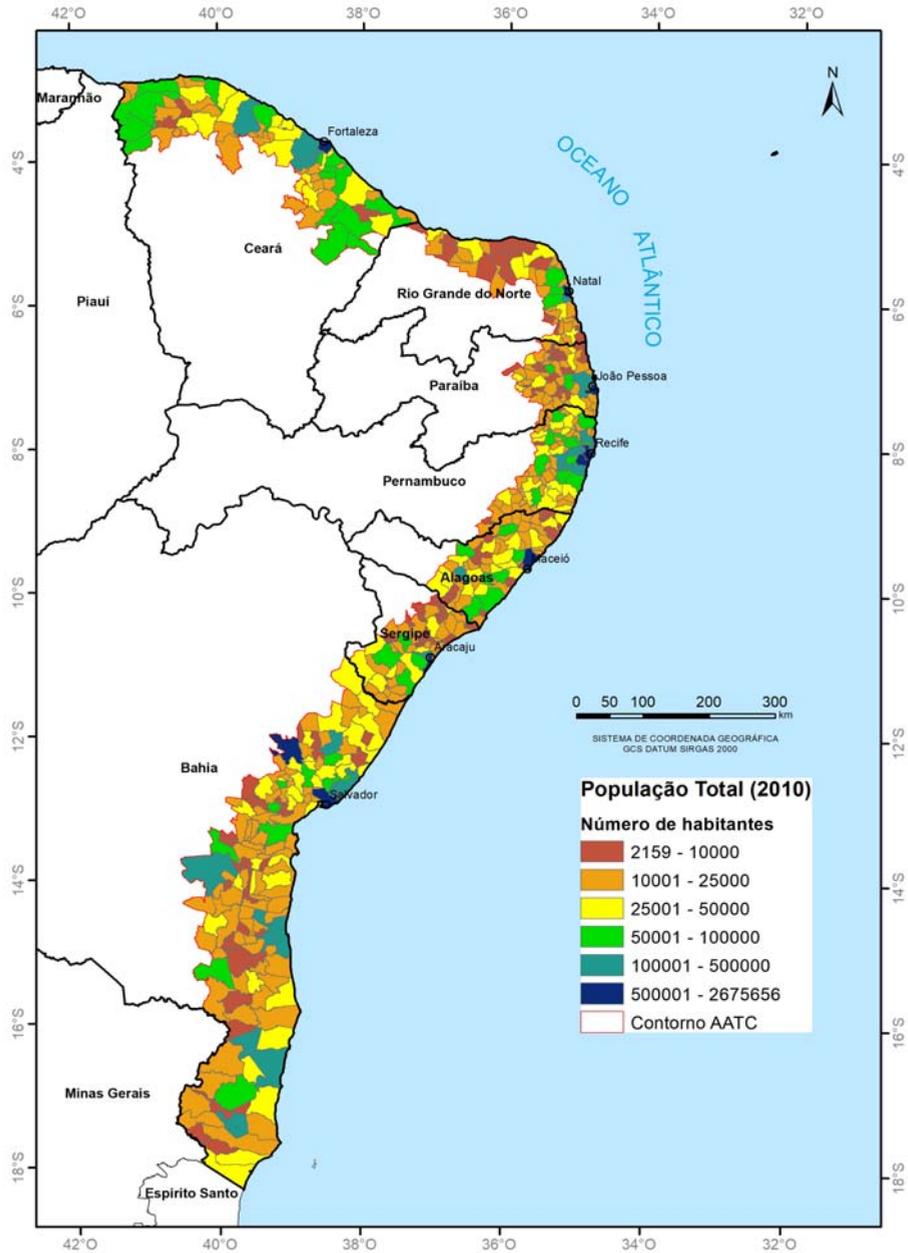


Figura 15. População total residente nos municípios da AATC (IBGE, 2010).
Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Segundo o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), elaborado e divulgado pela Organização das Nações Unidas (PNUD, 2010), há uma predominância de municípios da AATC com baixos valores de IDHM (312 municípios dos 570), concentrados em Alagoas, 82% dos municípios; Paraíba, 80%; Rio Grande do Norte, 55%; Bahia e Sergipe 51% cada; Pernambuco, 47% e Ceará com 19% (Figura 16). Itapicuru na Bahia apresenta IDHM muito baixo. Os municípios com IDHM classificado como alto foram as capitais dos estados além de Paramirim (RN), Cabedelo (PB), Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Paulista (PE); Feira de Santana, Itabuna, Lauro de Freitas, Madre de Deus e Santo Antônio de Jesus (BA) (Figura 16).

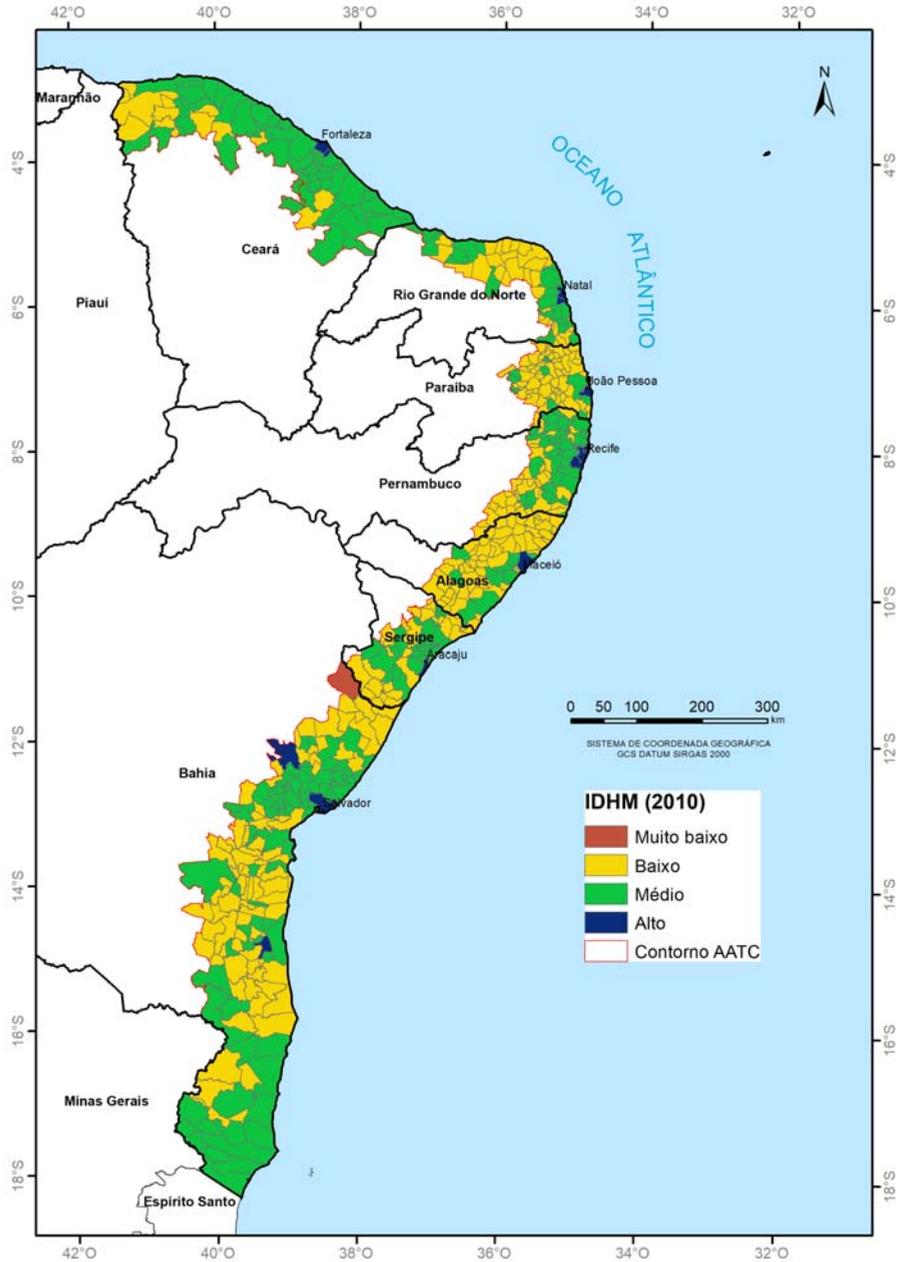


Figura 16. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal no ano de 2010 na AATC (PNUD, 2010).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Quanto ao Produto Interno Bruto (PIB) municipal como indicador de socioeconômico, há uma predominância de valores inferiores a 1 bilhão de reais (IBGE, 2016), com concentração dos maiores valores nas capitais dos estados e em seus entornos (Figura 17A). Observa-se ainda que há municípios na Bahia com valores de PIB médio a alto em regiões afastadas das metrópoles. A participação da agropecuária na composição do PIB pode ser visualizada na Figura 17B. Nota-se uma concentração de regiões com alta participação percentual da agropecuária no PIB, como no centro-sul e norte da Bahia, sul e centro-norte de Alagoas, onde os percentuais atingem de 50% a mais de 80% de participação, nas demais regiões esta participação de forma geral situa-se abaixo dos 30%.

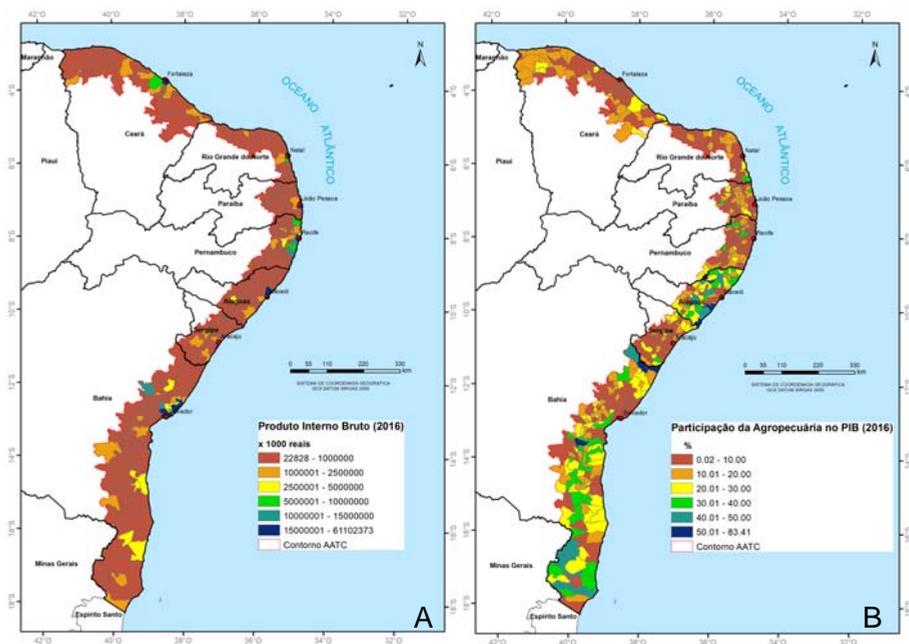


Figura 17. Produto Interno Bruto municipal (A) e participação percentual da atividade agropecuária no PIB municipal (B) no ano de 2016 na AATC. (IBGE, 2016).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando a capacidade das atividades agropecuárias gerarem riquezas, a caracterização do atual quadro agrário está ilustrada na Figura 18, onde percebe-se que a dimensão das propriedades rurais predominante é de 1,0 ha a 10,0 ha, representando 52,2% do total de propriedades da região em 2017 (IBGE, 2017). Se forem considerados ainda as propriedades menores que 1,0 ha, este percentual sobe para 79,6%, o que indica a predominância do pequeno produtor. Observa-se por exemplo, que na maioria dos municípios do Ceará, Paraíba, Pernambuco, norte de Alagoas e centro da Bahia, os percentuais de propriedades de 1,0 ha a 10,0 ha é superior a 60%. Esses percentuais caem na região sul da Bahia, Sergipe e Rio Grande do Norte.

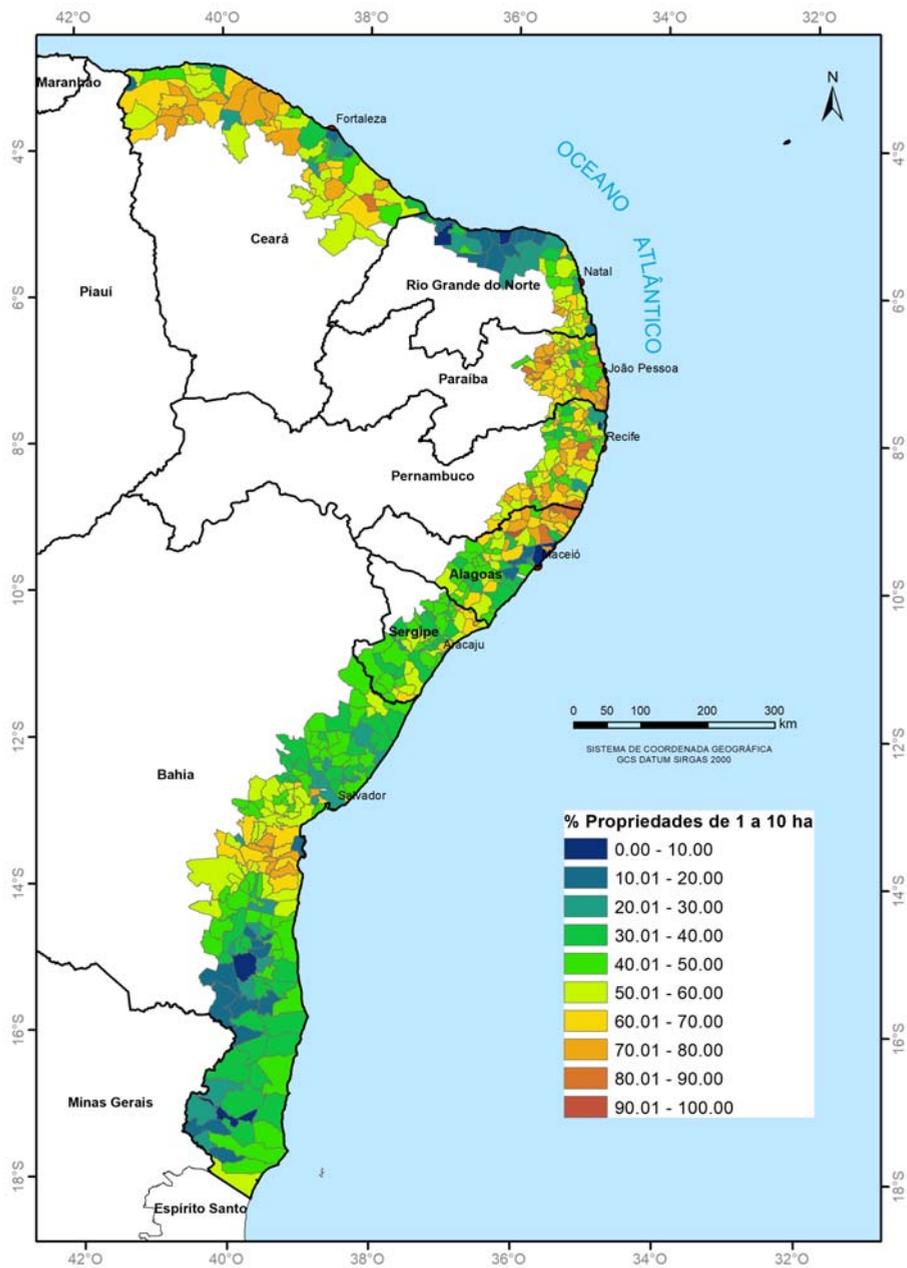


Figura 18. Distribuição espacial dos percentuais de propriedades com área de 1,0 ha a 10,0 ha nos municípios da AATC.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

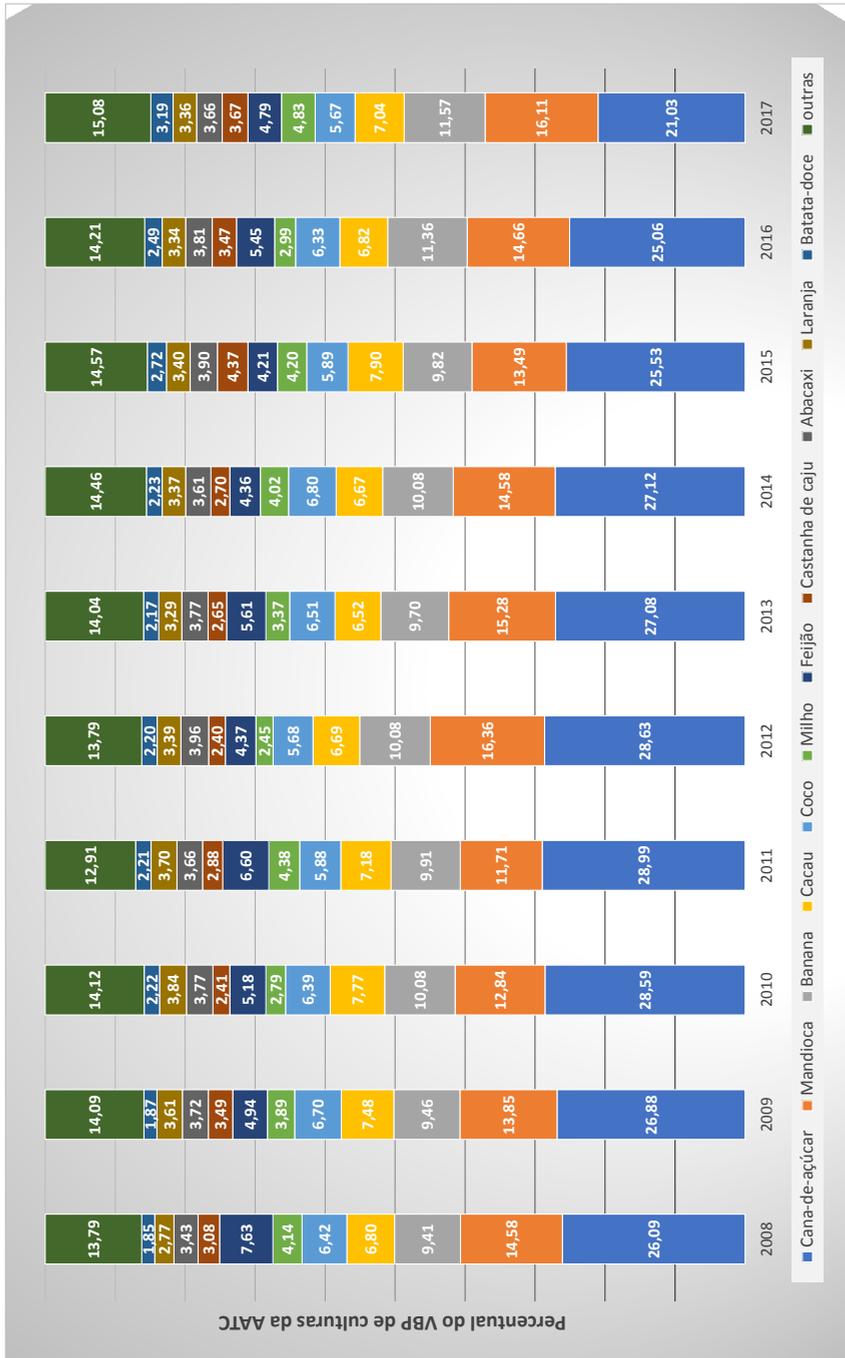


Figura 19. Principais culturas agrícolas conforme percentual do Valor Bruto da produção (VBP) na AATC de 2008 a 2017 (IBGE, 2018).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando o Valor Bruto da Produção (VBP), como uma forma de quantificar o peso de cada cultura agrícola no desenvolvimento econômico da AATC, na Figura 19 pode ser observada a contribuição das dez principais culturas agrícolas ao longo de dez anos. Percebe-se que a cana-de-açúcar tem contribuição relevante na série histórica, chegando a um valor máximo de 28,99% de todo o VBP da AATC em 2011, no entanto vem apresentando reduções nessa participação ao longo do tempo, chegando a 21,03% em 2017. A segunda cultura agrícola em relevância econômica é a mandioca, que vem apresentando aumento nas participações no VBP total no período de 2008 para 2012, com queda em 2015 e aparente recuperação em 2017, chegando a 16,11%. A banana ocupa a terceira posição nesta classificação, em 2017 responde por cerca de 11,57% do VBP da AATC, o maior valor de toda a sua série histórica desde 2008. Posteriormente vem o cacau, com valor aproximadamente constante ao longo dos anos, agora em 7,04%; seguido pelo coco, que apresentou seu menor percentual em 2017: 5,67%. Em sexto lugar tem-se o milho, respondendo em 2017 por 4,83% do VBP total da AATC, seu valor mais alto desta série. Destaque nesta lista para a décima cultura agrícola em VBP, a batata-doce, que em 2008 representava apenas 1,85% e em 2017 já responde por 3,19% do VBP global das culturas agrícolas na AATC.

Visando uma melhor interpretação das séries históricas disponíveis, foram indicadas também as tendências de crescimento e redução dos valores brutos das produções agrícolas, obtidas a partir do ajuste de equações de regressão simples. Assim, na Figura 20, pode-se observar que, supondo a série disponível de 10 anos, as dez culturas agrícolas com maiores tendências positivas de crescimento são: banana, mandioca, café *Canephora*, batata-doce, castanha de caju, milho, pimenta-do-reino, limão, fava e goiaba. Um recorte temporal mais curto também traz informações importantes, assim na Figura 21 pode-se observar qual seriam as culturas ao se considerar apenas os últimos cinco anos da série. Assim, verifica-se que algumas culturas surgem, como cacau e limão, mas outras mudam de posição, mostrando tendências positivas de crescimento maiores neste período, como castanha-de-caju e batata-doce.



Figura 20. Principais culturas agrícolas com tendência de crescimento percentual do Valor Bruto da produção (VBP) na AATC de 2008 a 2017 (IBGE, 2018).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.



Figura 21. Principais culturas agrícolas com tendência de crescimento conforme percentual do Valor Bruto da produção (VBP) na AATC de 2013 a 2017 (IBGE, 2018).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A mesma análise pode ser feita para indicar quais culturas agrícolas estão perdendo espaço para as que estão em crescimento, ou seja, quais culturas apresentam tendências de redução na participação do VBP da AATC ao longo da série histórica: cana-de-açúcar, feijão, tomate, mamão, coco, arroz, fumo, cacau, sorgo e algodão herbáceo. Ressalte-se a tendência negativa do cacau ao considerar toda a série, no entanto este mostra tendências positivas nos últimos cinco anos. Ao considerar os últimos cinco anos, o coco passa a ser a segunda cultura agrícola com maior perda de representação no VBP do AATC, seguido de maracujá, manga, feijão, tomate, fava, melão e dendê.

A seguir são apresentadas figuras que ilustram a distribuição espacial das principais culturas agrícolas nos municípios da AATC no ano de 2017.

A cana-de-açúcar é a principal cultura agrícola em termos de valor bruto da produção na AATC. A produção concentra-se nos estados de Alagoas e Pernambuco (Figura 22), com destaque para os municípios de Coruripe, que é o maior produtor do Nordeste, e Penedo, assim como Sirinhaém em Pernambuco. A produção de cana-de-açúcar na AATC em 2017 foi de aproximadamente 44,3 milhões de toneladas, que corresponde a 89% da produção do Nordeste e 6,0% da produção nacional. Nos últimos cinco anos os municípios de Coruripe, São Miguel dos Campos, Marechal Deodoro, Atalaia e Teotônio Vilela em Alagoas tem apresentado as maiores tendências de redução da produção; enquanto que tendências de aumento tem sido detectadas nos municípios de Escada e Itambé em Pernambuco, São José da Laje e Penedo em Alagoas, além de Pedras de Fogo na Paraíba.

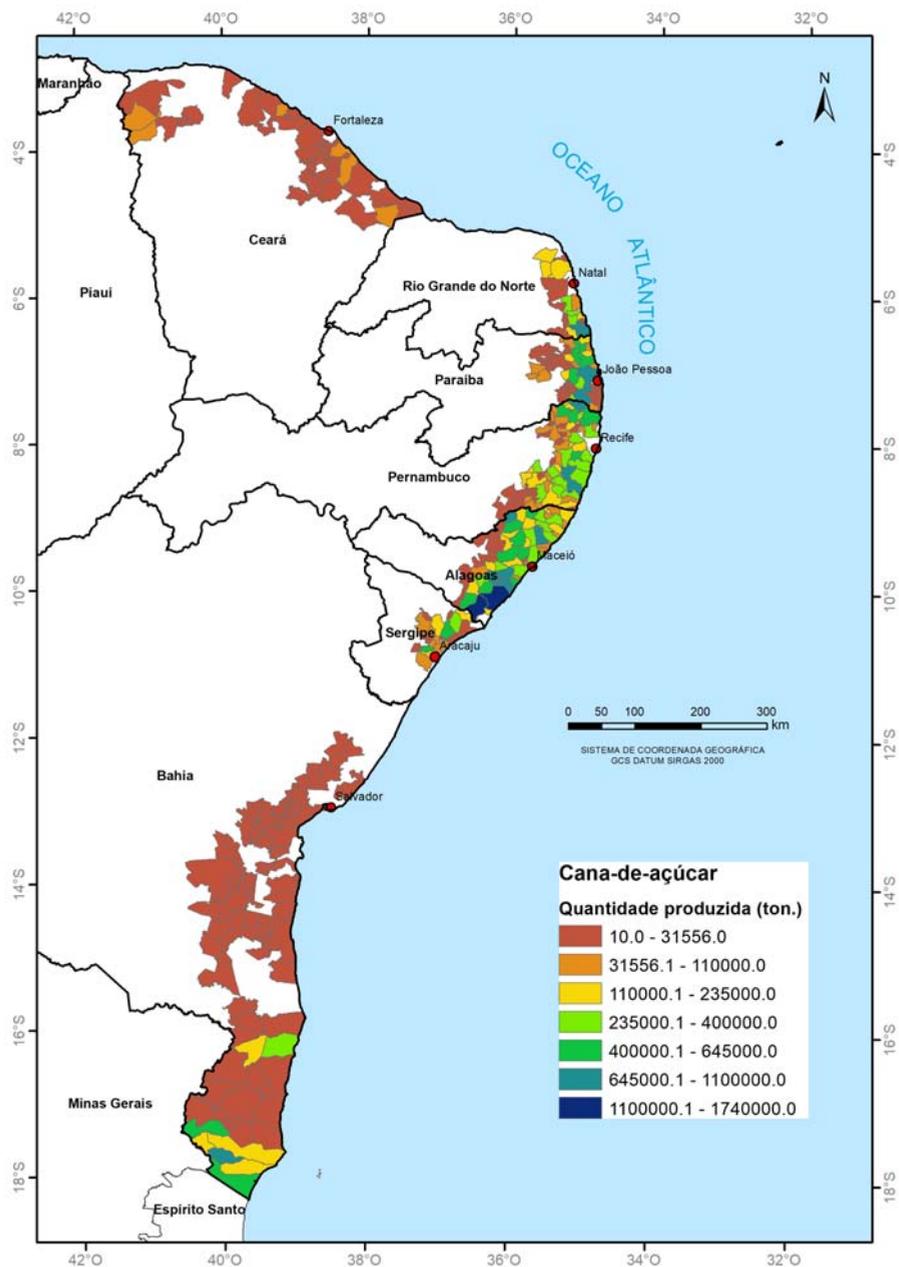


Figura 22. Quantidade produzida de canva-de-açúcar nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A mandioca é uma cultura agrícola de extrema importância para o Nordeste, no entanto a maior produção no Brasil ocorre na região Norte, que responde por 38,2% da produção nacional, representando cerca de 7,2 milhões de toneladas (IBGE, 2017). A região Nordeste está em terceiro lugar, com 20,6%, atrás ainda da região Sul. Na AATC, atualmente são produzidos 43,7% de toda a produção do Nordeste, o que representa em 2017, 1,7 milhão de toneladas, cerca de 10% da produção nacional. Os municípios de Lagarto em Sergipe, Laje na Bahia, Teotônio Vilela em Alagoas e Granja no Ceará são os maiores produtores na AATC (IBGE, 2017). Os estudos realizados para essa cultura indicam que na AATC os municípios de Teotônio Vilela e Limoeiro de Anadia em Alagoas, Granja no Ceará e Laje na Bahia, vem apresentando tendências de aumento na produção nos últimos cinco anos, enquanto que Crisópolis na Bahia, Lagarto em Sergipe, Arapiraca em Alagoas e Presidente Tancredo Neves na Bahia, indicadores de redução nas suas produções anuais. Na Figura 23, pode-se observar que a cultura da mandioca está presente em grande parte da AATC, e que se configuram polos produtores no norte do estado do Ceará e centro-sul de Alagoas.

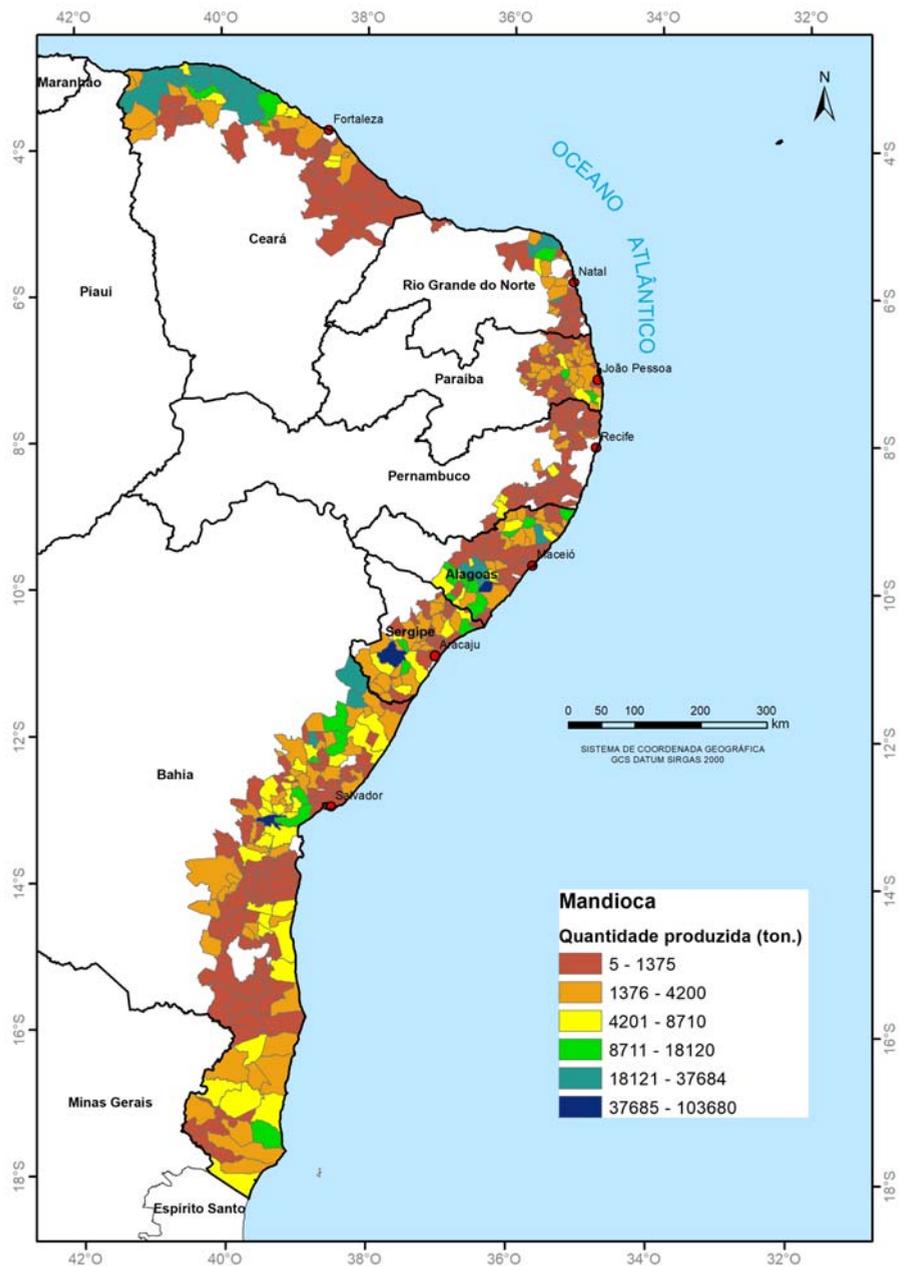


Figura 23. Quantidade produzida de mandioca nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A terceira cultura agrícola em participação no VBP da AATC é a banana. Atualmente, a região Nordeste é a maior produtora, com 33,7% da produção nacional, representando 2,25 milhões de toneladas, seguida pela região Sudeste com 32,9% (IBGE, 2017). A produção na AATC representa 55,1% da produção no NE e 17,8% da produção brasileira em 2017. Os maiores produtores são os municípios de Vicência em Pernambuco, Wenceslau Guimarães e Teolândia na Bahia, além de Touros no Rio Grande do Norte e Limoeiro do Norte no Ceará. Na Figura 24 pode-se observar a distribuição espacial da produção da cultura nos municípios da AATC, com concentração de maiores municípios produtores no centro sul da Bahia, divisa de Alagoas e Pernambuco, centro de Pernambuco e divisa com Paraíba, norte da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Nos municípios da AATC nos últimos cinco anos, verifica-se uma tendência de crescimento na produção em municípios como: Vicência (PE), Teolândia (BA), Touros e Rio do Fogo (RN) e Uruburetama (CE). Reduções foram apontadas nas produções de alguns municípios incluindo Ibirataia e Wenceslau Guimarães (BA) e Quipapá e Palmares (PE).

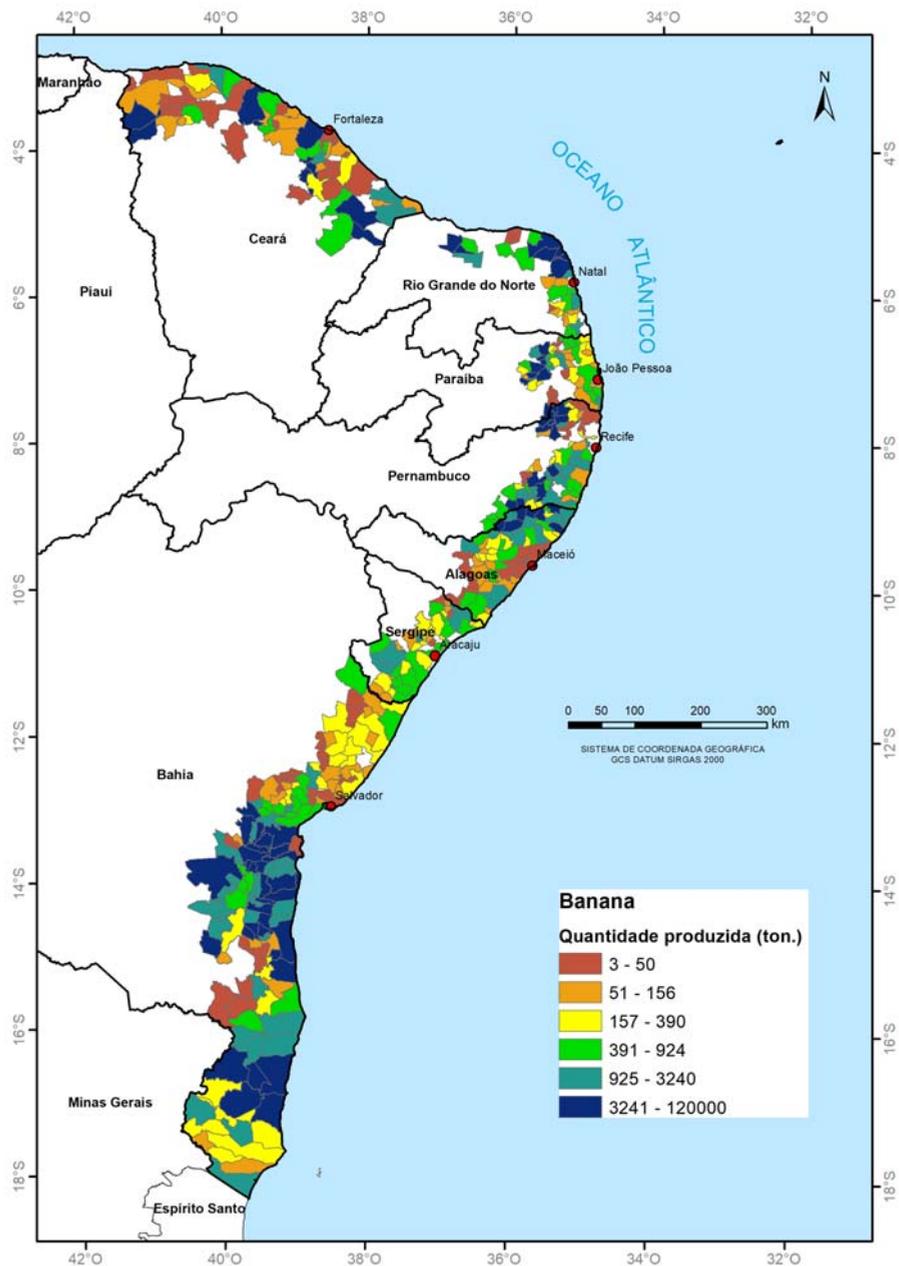


Figura 24. Quantidade produzida de banana nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Com concentração no estado da Bahia, o cacau representa a quarta cultura agrícola em VBP na AATC em 2017. A maior região produtora é a Norte, que responde por 51,8% da produção nacional, seguida da Nordeste, com 45,1%, totalizando 106,2 mil toneladas em 2017 (IBGE, 2017). Dessa produção da região Nordeste, 99,6% está em municípios da AATC, destacando-se os municípios de Ilhéus, Mascote, Wenceslau Guimarães e Uruçuca na Bahia. Na Figura 25 pode ser observada a distribuição espacial do cacau, no centro sul da Bahia na AATC. As maiores tendências brasileiras de redução da produção do cacau têm ocorrido nesta região da Bahia nos últimos cinco anos, principalmente nos municípios de Ilhéus, Itamaraju, Arataca, Camamu e Ibirapitanga.

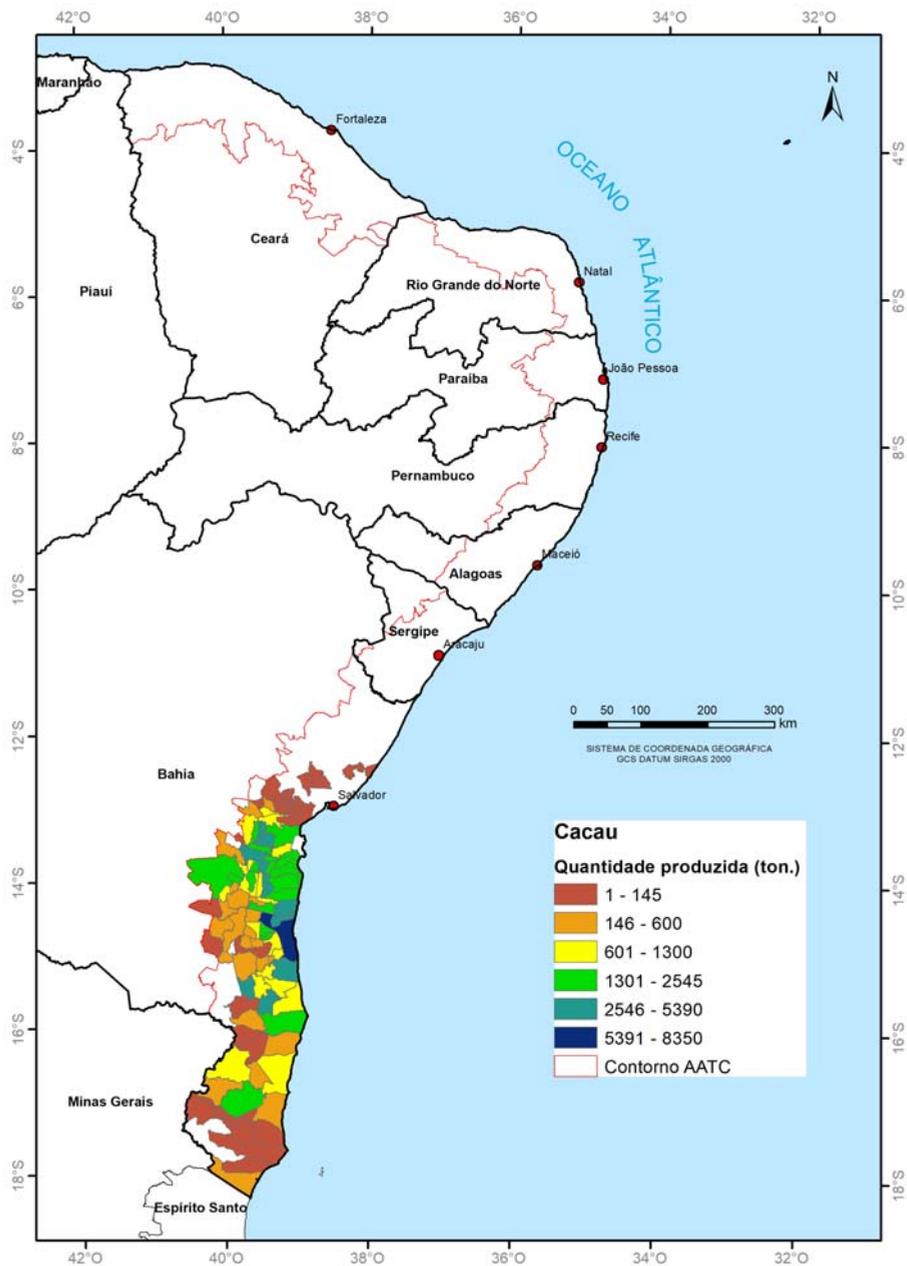


Figura 25. Quantidade produzida de cacau nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Da produção nacional de coco em 2017, a região Nordeste responde por 74,0%, com 1,15 milhões de frutos, onde os municípios da AATC produziram 78,7% deste total. Os principais produtores da AATC são Conde na Bahia (terceiro maior produtor nacional), Estância (quarto produtor nacional) e Santa Luzia do Itanhy (Sergipe), Trairi no Ceará e Goiana em Pernambuco. Nos últimos cinco anos observam-se tendências positivas principalmente nos municípios de Conde (BA), Paraipaba (CE), Goiana (PE), Coruripe e Porto de Pedras (AL). A produção tem indicativos de tendência negativa em municípios da Bahia, como Acajutiba, Valença, Jandaíra e Cairu, além de Pentecoste no Ceará. Na Figura 26, pode ser observada a predominância da localização dos principais municípios produtores junto ao litoral, exceção apenas a costa do estado de Pernambuco, onde apenas um município na divisa com a Paraíba (Goiana), apresenta-se entre os maiores produtores e muitos municípios litorâneos não há produção de coco.

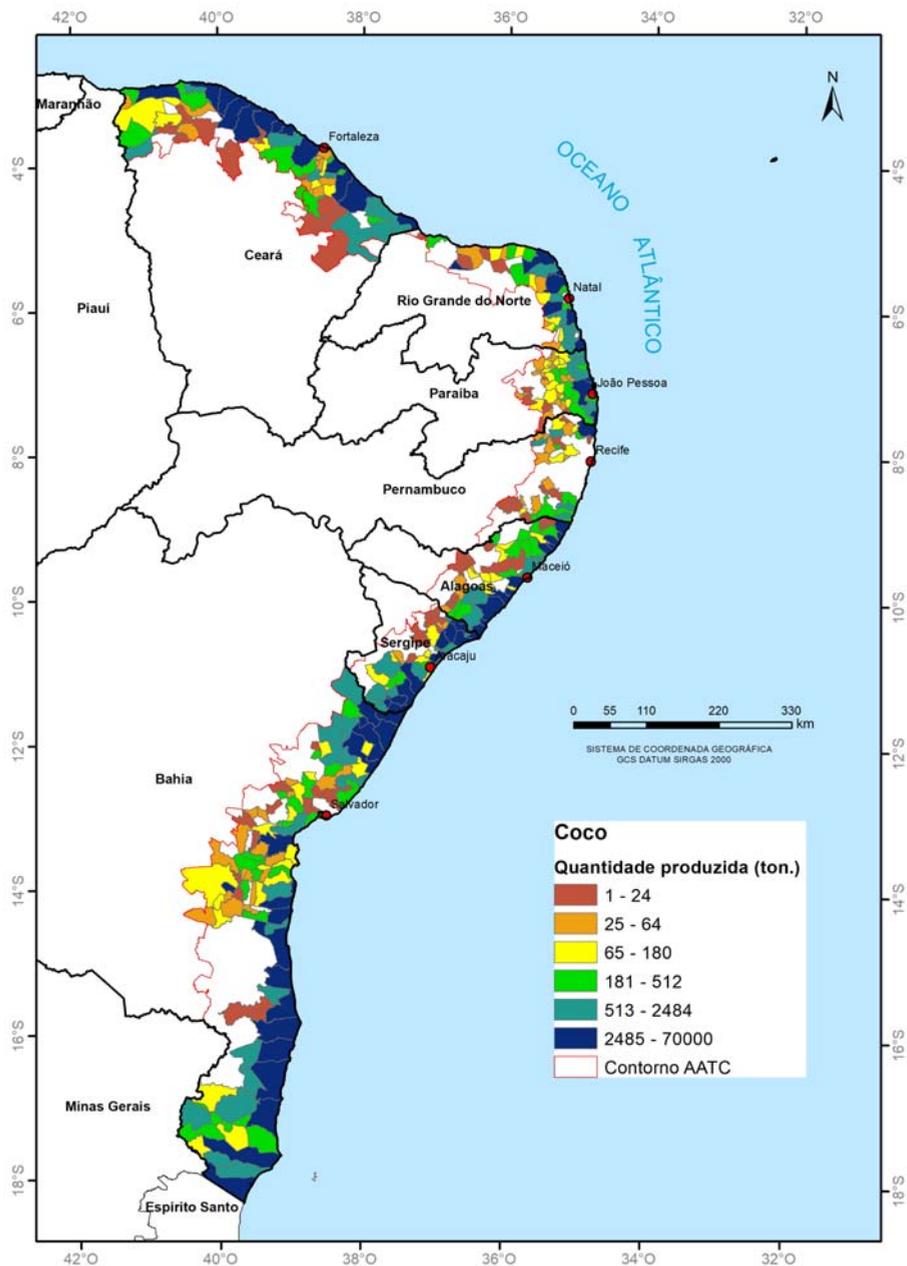


Figura 26. Quantidade produzida de coco nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de milho no Brasil ultrapassou 97 milhões de toneladas de grãos em 2017, destas a maior parte é produzida na região Centro-oeste (51,4%), estando a região Nordeste apenas na quarta colocação com 6,5% do total nacional (IBGE, 2017). Nos estados com influência da AATC, a maior parte das lavouras de milho estão na porção Semiárida, apenas cerca de 8,5% da produção se dá em municípios da AATC. Destaque para os estados de Sergipe e Bahia, com municípios como Simão Dias e Frei Paulo (SE) e Itapicuru, Inhambupe e Entre Rios (BA). Pode ser verificado na Figura 27 a existência de um polo de produção na parte sudoeste de Sergipe e divisa norte da Bahia, bem como alguns municípios mais no interior do Ceará, Pernambuco e Alagoas. As análises de tendências no período de 2013 a 2017 indicam aumentos em municípios baianos, como Inhambupe, Itapicuru, Entre Rios e Rio Real, e quedas de produção em alguns outros, como em Simão Dias (SE), Limoeiro do Norte (CE), Mulungu (PB), Irará e Faria de Santana (BA).

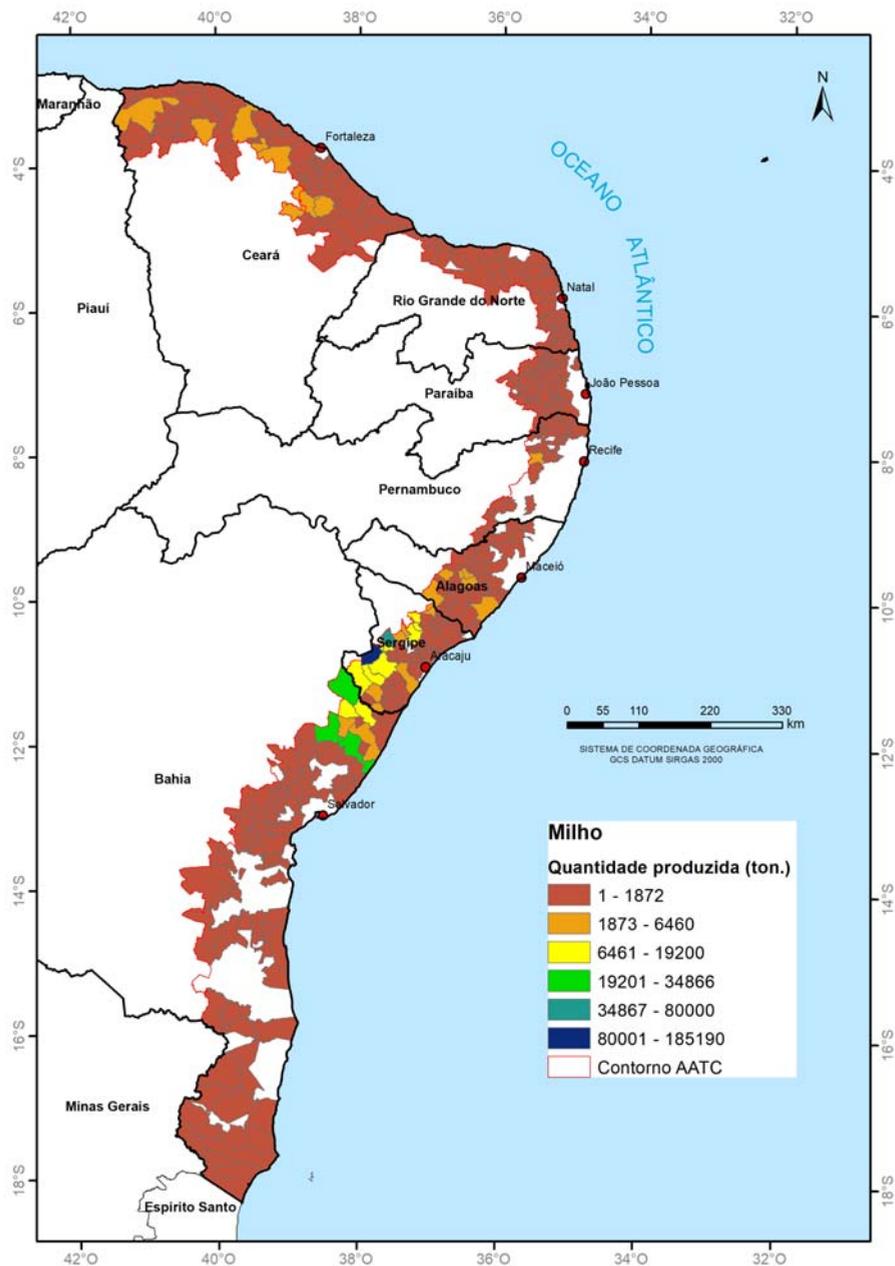


Figura 27. Quantidade produzida de milho nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A região Sul do Brasil foi a maior produtora de feijão em 2017, respondendo por cerca de 30,3% da produção nacional em 2017 que foi de aproximadamente 3,0 milhões de toneladas. Em seguida vem a região Centro-Oeste (25,7%), Sudeste (25,6%) e Nordeste (16,1%). Os municípios da AATC respondem por 15,9% dessa produção do Nordeste, pois a maior parte ocorre em áreas do interior. Na AATC destacam-se os municípios do estado do Ceará, como Itapipoca, Granja e Ocara; Serra do Mel no Rio Grande do Norte e Jurema em Pernambuco. Ressalte-se que este último município pernambucano foi o que apresentou maiores índices para crescimento da produção nos últimos cinco anos, seguido por Granja (CE), Canhotinho (PE) e Serra do Mel (RN). Índices negativos foram obtidos para municípios na Bahia, como Feira de Santana, Irará, Acajutiba e Esplanada, assim como em Morada Nova no Ceará. Pode ser observado na Figura 28 a existência de uma concentração de municípios produtores no estado do Ceará, Paraíba, no centro-sul de Alagoas e divisa de Sergipe com a Bahia.

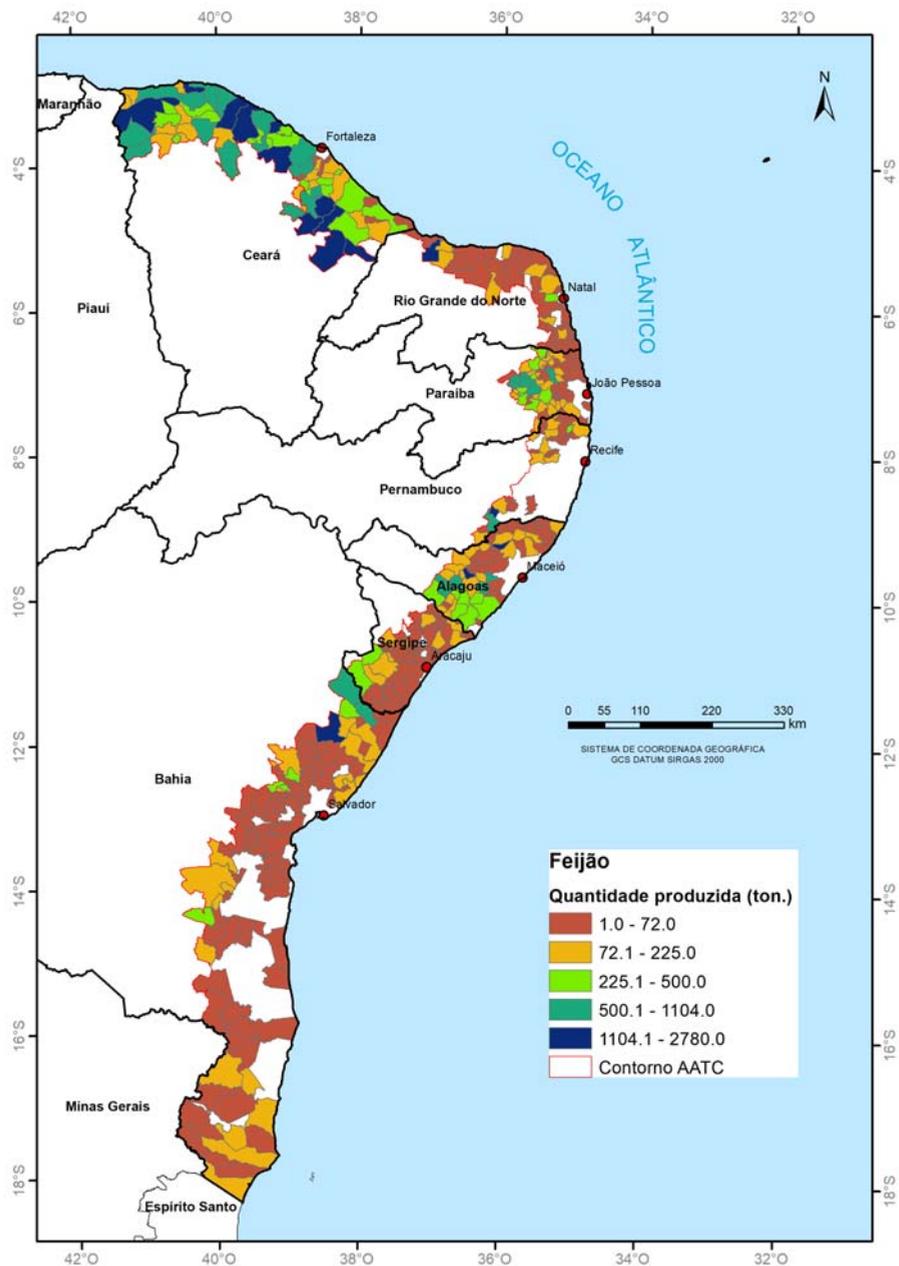


Figura 28. Quantidade produzida de feijão nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de castanha de caju no Brasil é realizada basicamente na região Nordeste do Brasil, respondendo em 2017 por cerca de 98,8% da produção nacional de mais de 133 mil toneladas. Dessa participação da região Nordeste, 70,9% é produzida nos municípios da AATC, principalmente nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. Os dez maiores produtores nacionais de castanha de caju estão na área da AATC: sendo oito no estado do Ceará, como os municípios de Bela Cruz, Chorozinho e Beberibe; e dois no Rio Grande do Norte, Serra do Mel e Macaíba. Os municípios de Bela Cruz, Cruz, Trairi, Chorozinho e Itapipoca no Ceará apresentam os maiores índices de crescimento da produção, enquanto registra-se tendências de redução em municípios como Icapuí, Beberibe e Fortim (CE), bem como em Macaíba e João Câmara (RN). A concentração dos municípios de maior produção pode ser bem visualizada na Figura 29, nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte.

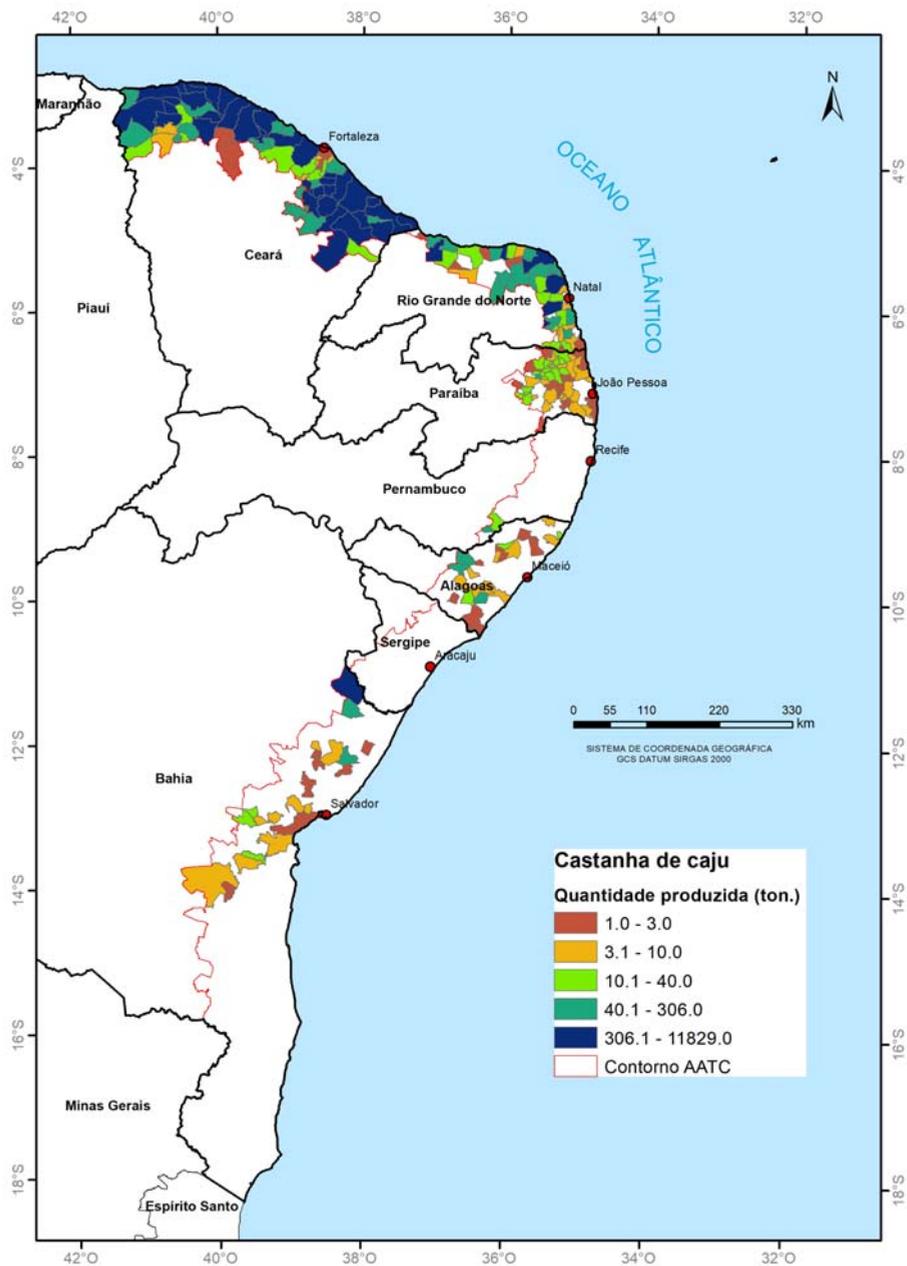


Figura 29. Quantidade produzida de castanha de caju nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Uma das fruteiras de destaque na AATC é o abacaxi, sendo que os municípios dessa região produziram, em 2017, 89,2% da fruta na região Nordeste, principal região produtora do Brasil, que responde por 39,6% da produção nacional de 1,5 milhões de toneladas (IBGE, 2017). O estado da Paraíba é o principal produtor na AATC e no Nordeste, com municípios como Araçagi, Itapororoca, Santa Rita e Pedras de Fogo; além desses pode-se destacar Touros no Rio Grande do Norte e Riachão do Dantas em Sergipe. Pode ser observada na Figura 30 a concentração de maiores municípios produtores na Paraíba, um polo no norte do Rio Grande do Norte, norte e sul de Alagoas, além de municípios mais isolados em Pernambuco e Sergipe. O estudo de tendências indica que os municípios de Araçagi e Itaporoca (PB), Riachão do Dantas (SE), Limoeiro de Anadia e Coruripe (AL) são os cinco com maiores aumentos de produção nos últimos cinco anos. Maiores tendências de redução de produção são apontadas nos municípios de Touros e São Miguel do Gostoso (RN), Icapuí (CE), Cuité de Maranguape (PB) e Prado (BA).

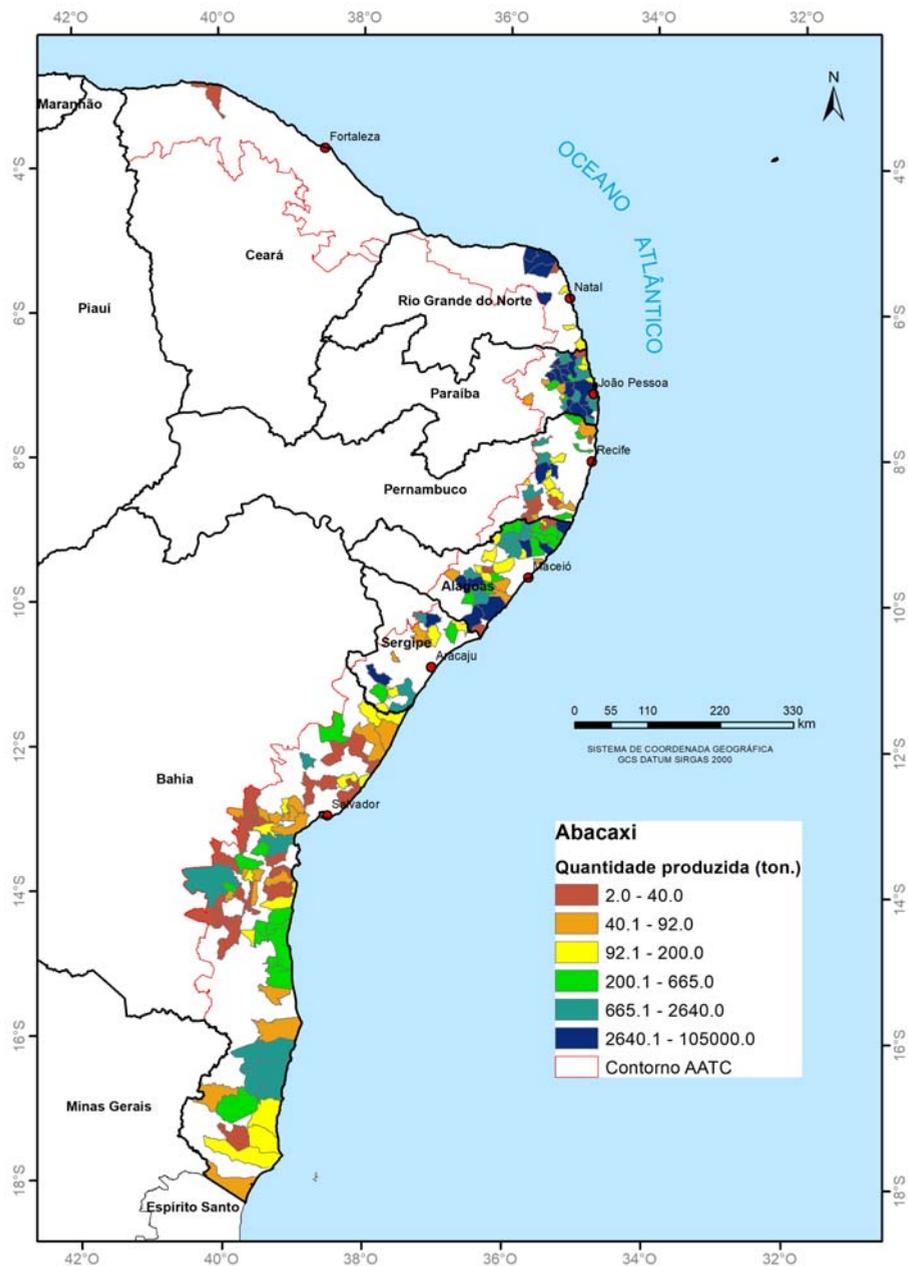


Figura 30. Quantidade produzida de abacaxi nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Uma outra fruta de destaque considerando o valor bruto da produção nos municípios da AATC em 2017 é a laranja. Da produção nacional de 17,4 milhões de toneladas, a maior parcela é produzida na região Sudeste (82,4%), estando a região Nordeste apenas na terceira colocação com 7,3% da produção brasileira em 2017. Os municípios da AATC respondem por 97,1% da produção de laranja nordestina, caracterizando-se como cultura estratégica para o desenvolvimento regional. Destacam-se os estados da Bahia, Alagoas e Sergipe, com municípios como Rio Real, Inhambupe, Esplanada e Itapicuru (BA), Santana do Mundaú (AL), Cristinápolis, Itabaianinha e Lagarto (SE). Na Figura 31, pode se observar a existência de polo de municípios produtores de laranja no sul de Sergipe e norte da Bahia, bem como norte de Alagoas. A análise de tendências indica aumentos de produção recente significativa nos municípios de Inhambupe, Esplanada, Santo Antônio de Jesus, Aporá e Acajutiba na Bahia; Santana do Mundaú, Branquinha, União dos Palmares e Jacuípe em Alagoas. Reduções registradas em municípios da Bahia, como Itapicuru, Rio Real e Cruz das Almas, bem como de Sergipe, como em Itabaianinha, Salgado e Arauá.

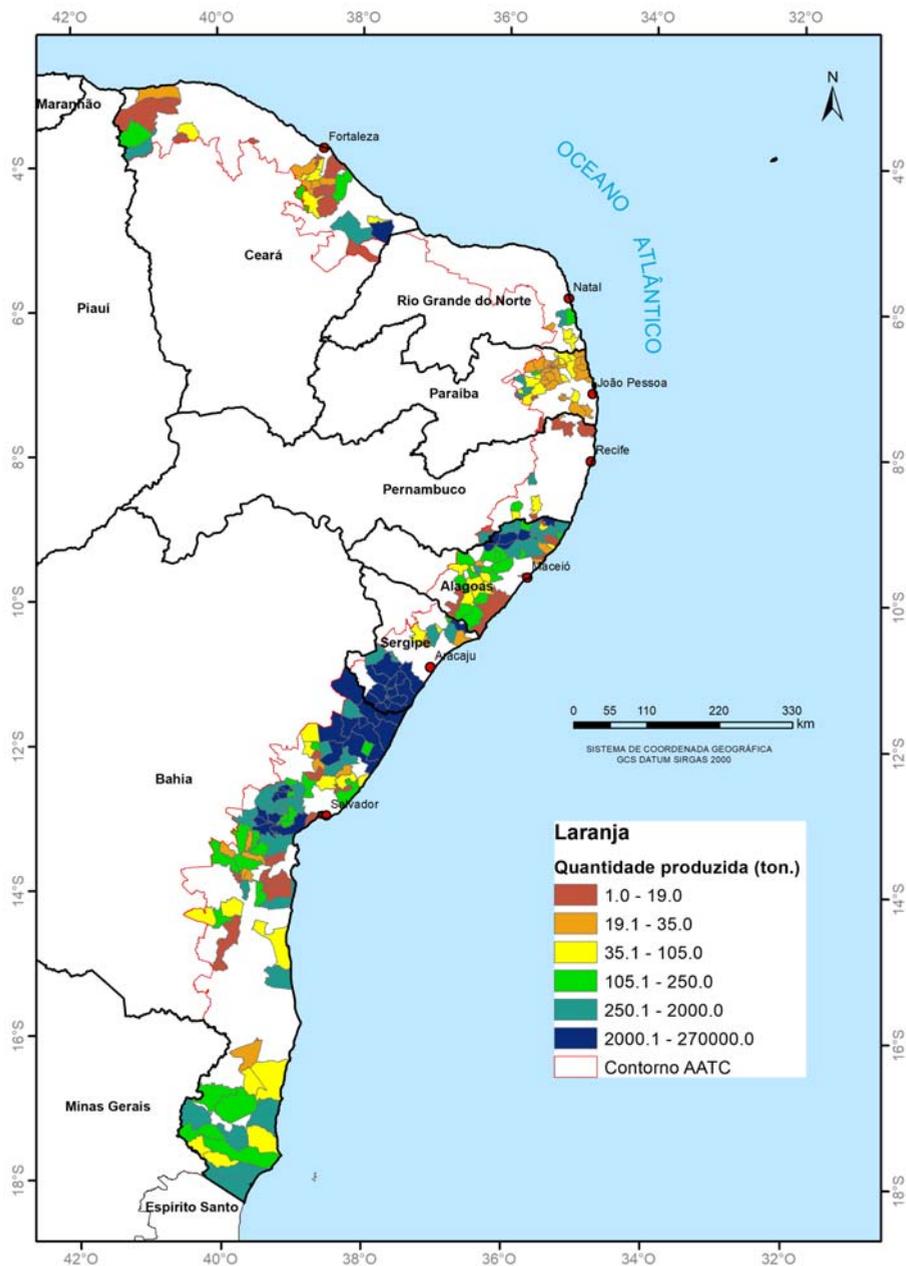


Figura 31. Quantidade produzida de laranja nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A região Nordeste é a segunda maior produtora de batata-doce do Brasil, com 31,1% da produção nacional, ficando atrás apenas da região Sul (35,7%). Em 2017, o Brasil produziu mais de 776 mil toneladas de batata-doce, sendo que 22,3% em municípios da AATC, correspondendo a 71,8% de toda a produção do Nordeste. O maior produtor nacional é o município de Itabaiana em Sergipe, com destaque ainda para Touros (RN) e Moita Bonita (SE) situados entre os dez maiores produtores nacionais. Na Figura 32 pode ser observada a predominância de municípios produtores em Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte. Em Sergipe há um polo produtor em torno do município de Itabaiana de alta relevância produtiva, assim como no extremo sul da Bahia. Tendências de aumento de produção nos últimos cinco anos foram identificadas em municípios como Touros e Poço Branco (RN), Bonito e Correntes (PE), Boca da Mata, Limoeiro de Anadia e Arapiraca (AL), Sobradinho (PB), além de Alcobaça e Teixeira de Freitas (BA). Tendências de redução de produção surgiram em Mota Bonita e Malhador (SE), São José do Mipibu e Nova Cruz (RN), Feira Grande (AL), Alagoa Nova (PB), Maragogipe (BA) e Viçosa do Ceará (CE).

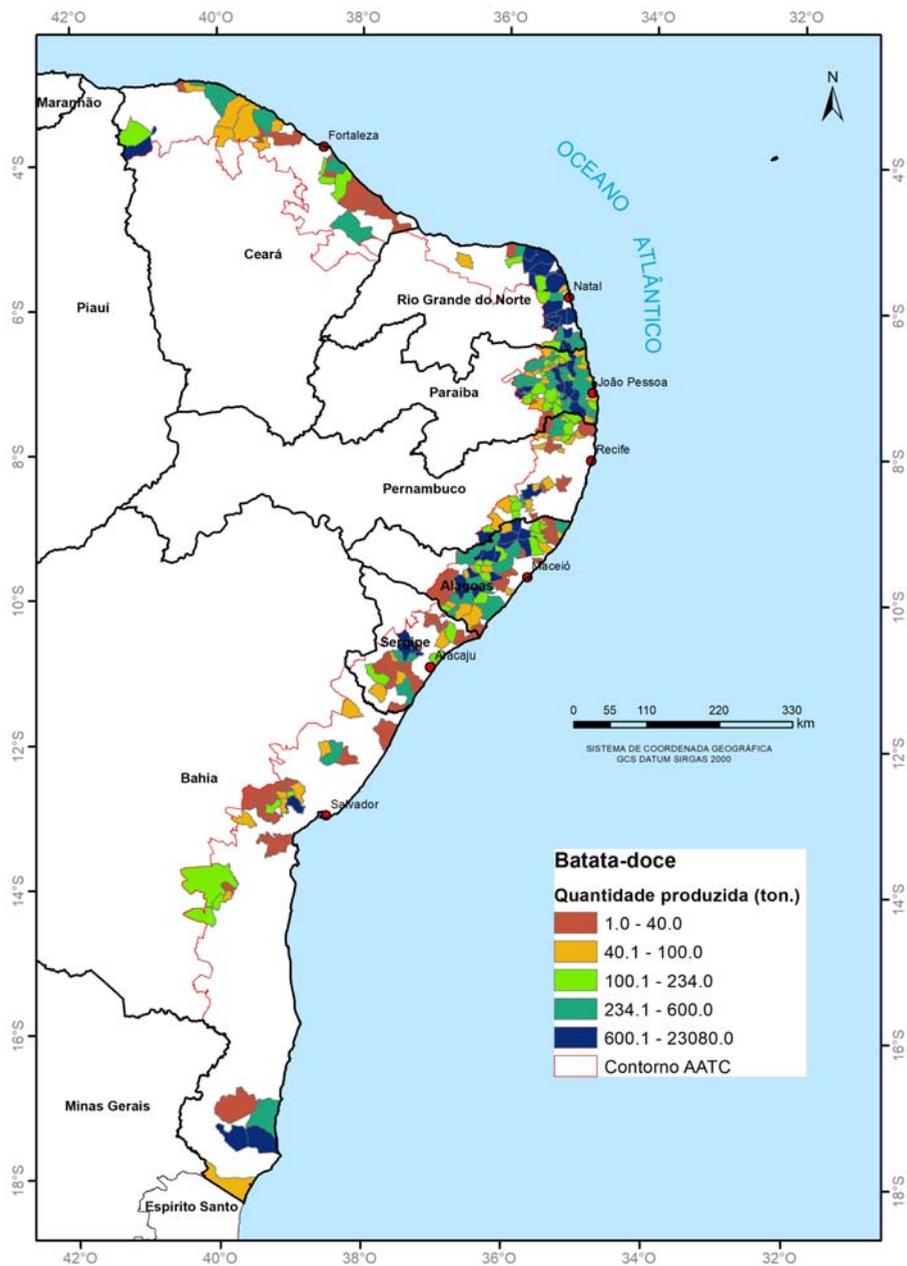


Figura 32. Quantidade produzida de batata-doce nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando as análises de tendências de crescimento nas parcelas representativas do valor bruto da produção nos municípios da AATC, observa-se que o café *Canephora* vem apresentando crescimento significativo de sua participação. Em 2017, a região Nordeste mostra-se como a segunda produtora nacional (6,0%), apesar de muito aquém da produção da região Sudeste (85,4%). Das quase 2,6 milhões de toneladas de grãos de café produzidos em 2017 no Brasil, cerca de 162 mil toneladas foram produzidas no Nordeste, quase que totalmente no estado da Bahia, sendo 62,4% nos municípios da AATC. Assim, os principais produtores na AATC são Prado, Itamaraju, Porto Seguro, Itabela, Eunápolis e Teixeira de Freitas, todos na Bahia. Observa-se uma concentração de maiores produtores de café no extremo sul da Bahia na AATC (Figura 33), com indicativos de tendências positivas da produção nos últimos cinco anos principalmente nos municípios de Porto Seguro, Teixeira de Freitas, Prado, Eunápolis e Itamaraju. Já para municípios como Jaguaquara, Arataca, Ubaíra, Iguai e Nova Canaã, as tendências indicam queda produtiva para o mesmo período.

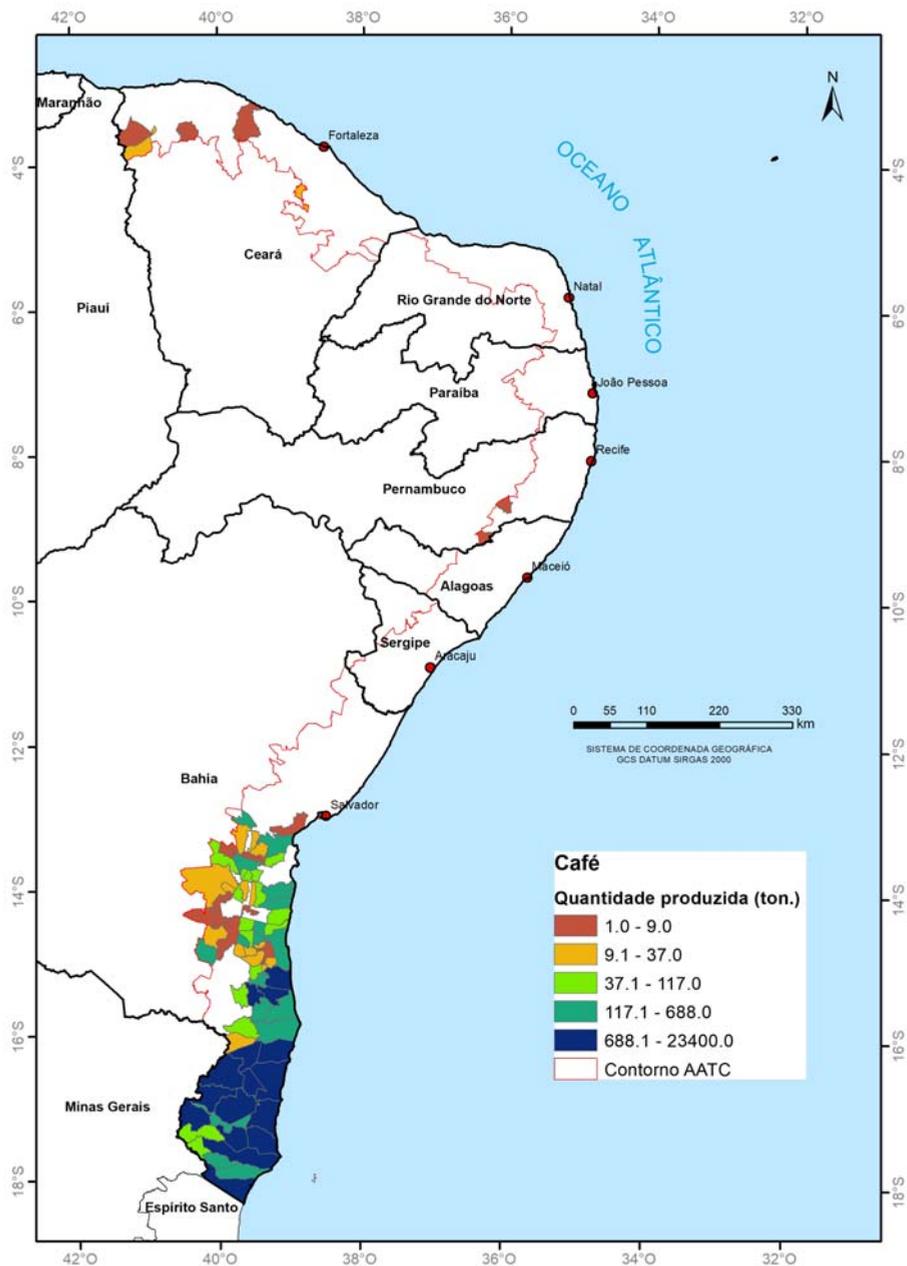


Figura 33. Quantidade produzida de café *Canephora* nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A goiaba também vem mostrando tendências de crescimento recentes no percentual do VBP total da AATC. Em 2017 a produção nacional de goiaba foi de aproximadamente 460 mil toneladas da fruta, e a região Nordeste foi a maior produtora com 46,6% da produção, seguida pelo Sudeste com 45,8%. A participação da AATC nessa produção nordestina ainda é baixa, cerca de 15,4%, mas vem crescendo de forma significativa nos últimos cinco anos. Na AATC destacam-se os estados de Pernambuco e Ceará, com municípios como Chã Grande, São Vicente Férrer, Gravatá (PE) e Russas, Jaguaruana e Limoeiro do Norte (CE). Na Figura 34 estão apresentados os municípios da AATC com produção de goiaba em 2017, onde se verifica a concentração de maiores produtores da fruta no leste do Ceará, norte do Rio Grande do Norte e centro de Pernambuco e Alagoas. No período de 2013 a 2017 os municípios pernambucanos de Chã Grande, São Vicente Férrer, Gravatá e Macaparana, juntamente com Russas no Ceará, apresentam as melhores tendências de crescimento da produção na AATC, estando Chã Grande (PE) com o quinto maior crescimento no Brasil no período. Tendências negativas foram obtidas em municípios como Alto do Rodrigues (RN), Cascavel (CE), Teotônio Vilela (AL), Bonito (PE) e Japoatã (SE).

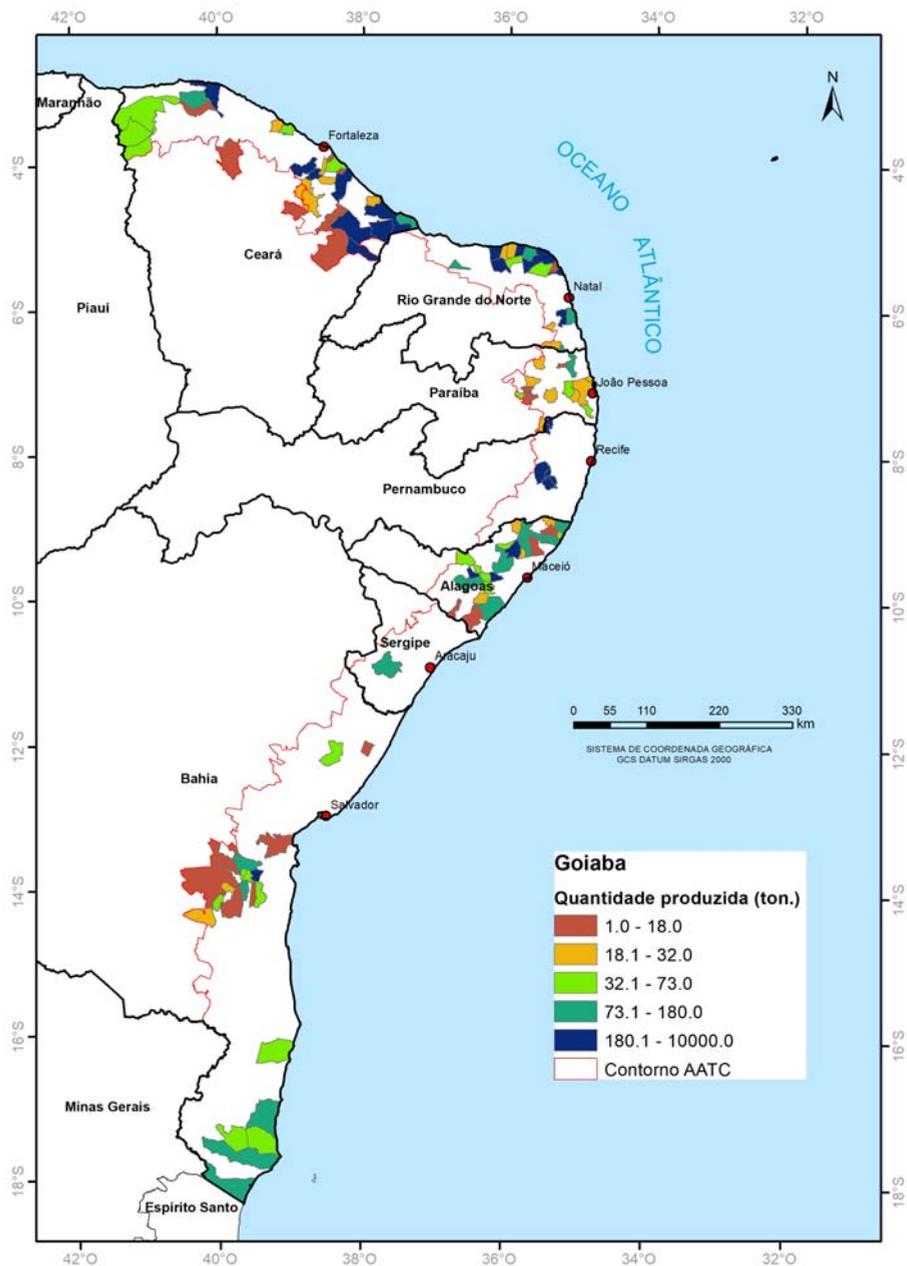


Figura 34. Quantidade produzida de goiaba nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de pimenta-do-reino é dominada pela região Norte do Brasil (50,0% da produção em 2017) seguida da região Sudeste (43,7%). Na região Nordeste a produção de pimenta-do-reino representou em 2017 cerca de 6,3% das quase 794 mil toneladas produzidas no país. O interessante desta cultura, é que na região Nordeste sua produção está concentrada nos municípios da AATC, onde 96,6% da produção nordestina ocorreu em 2017. Os municípios da Bahia, como Prado, Eunápolis, Porto Seguro e Presidente Tancredo Neves, assim como Viçosa e Novo Lino em Alagoas, apresentam as maiores produções no período. Observa-se na Figura 35 a concentração de municípios produtores de pimenta-do-reino na porção extremo sul da Bahia e em municípios espalhados no interior de Alagoas. As análises de tendências indicaram crescimento nos últimos cinco anos em municípios baianos, como Prado, Una, Itabela e Eunápolis, bem como em Alagoas, como em Novo Lino, Viçosa e Jundiá. Quedas de produção neste período puderam ser observadas em municípios da Bahia, como Ituberá, Valença, Taperoá e Alcobaça.

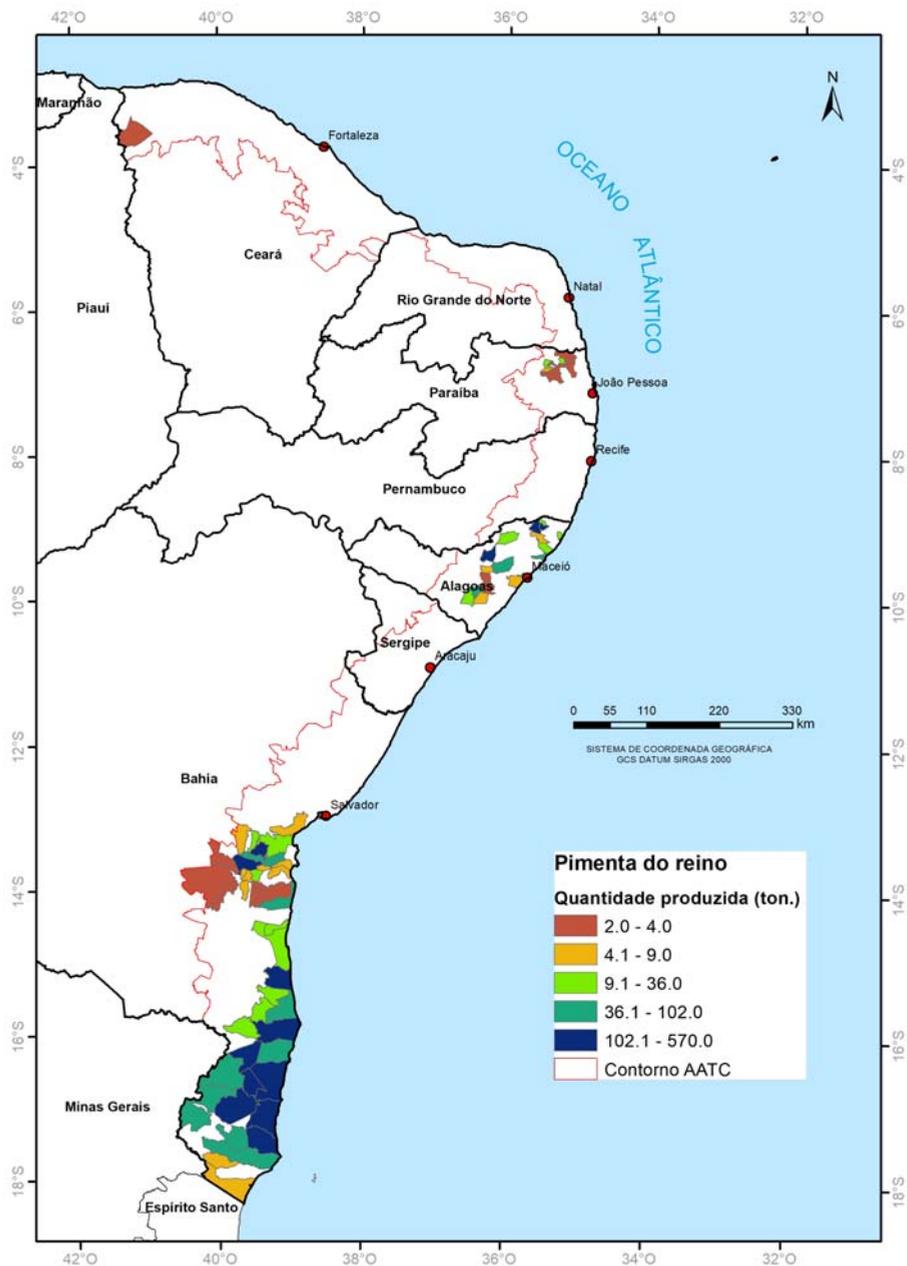


Figura 35. Quantidade produzida de pimenta-do-reino nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A cultura do limoeiro vem apresentando tendências positivas na participação percentual no valor bruto de produção agrícola da AATC nos últimos dez anos. Considerando o ano de 2017, de toda a produção brasileira (1,3 milhões de toneladas) 82,1% pertence a municípios da região Sudeste do Brasil, estando o Nordeste em terceiro lugar com 6,9% do total. Ocorre que deste total do Nordeste, 67,7% é produzido em municípios da AATC, principalmente nos municípios de Japoatã, Itabaianinha e Santana do São Francisco em Sergipe; Sapeaçu, Inhambupe, Muritiba, Cruz das Almas e Rio Real na Bahia e Alagoa Nova na Paraíba. Pela Figura 36, pode-se verificar a dispersão de municípios produtores na AATC, com pouca indicação de polos produtores, apenas no sul de Sergipe e norte/centro da região na Bahia. Esta cultura apresentou tendências positivas de produção no período 2013 a 2017 em municípios como Cruz das Almas, Inhambupe, Sapeaçu e Jaguaribe na Bahia, bem como Japoatã em Sergipe e Alagoa Nova na Paraíba, além de Bom Jardim em Pernambuco. Tendências negativas ocorreram em Rio Real, Cabaceiras do Paraguai, Muritiba e São Felipe na Bahia; Limoeiro do Norte no Ceará, Neópolis e Itabaianinha em Sergipe, por exemplo.

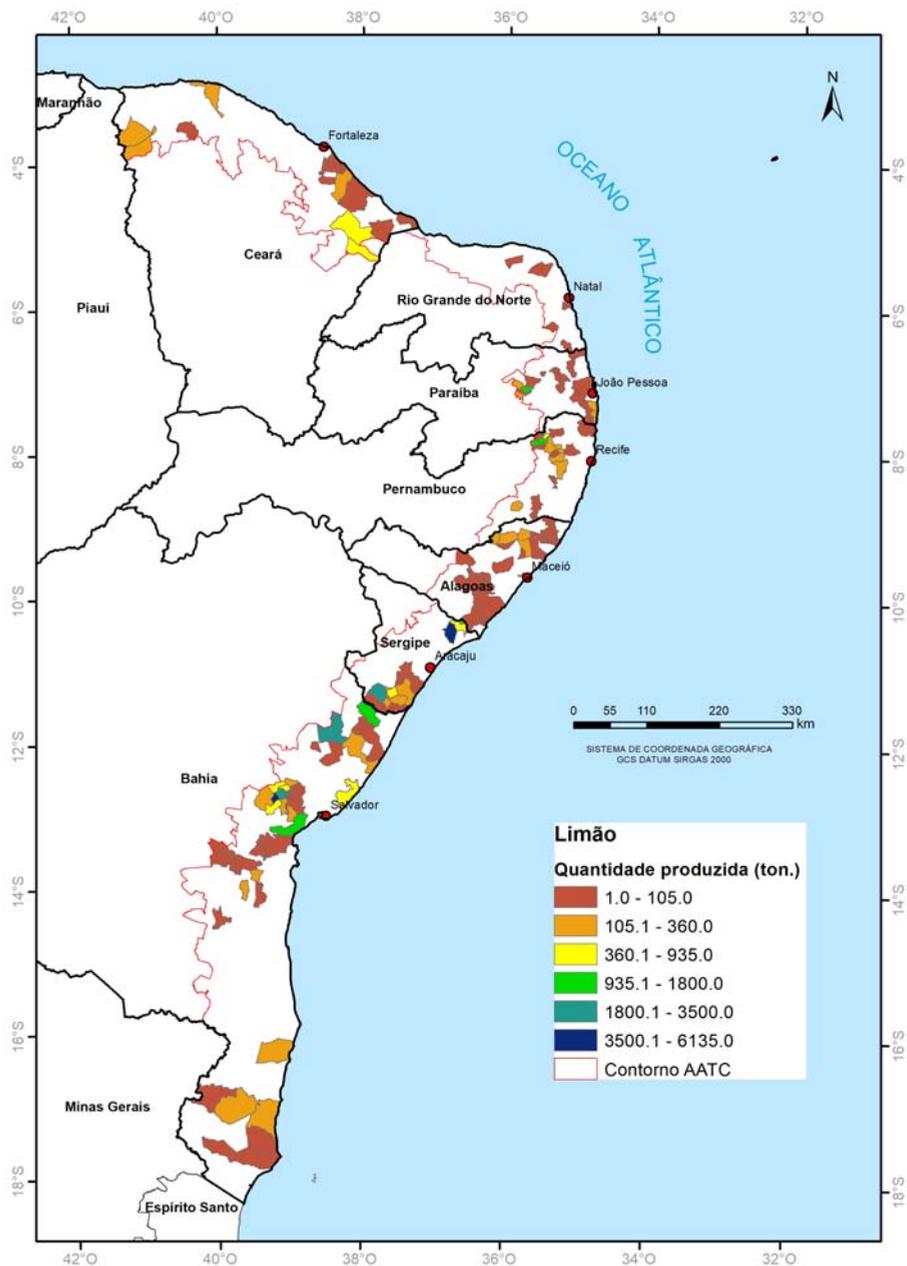


Figura 36. Quantidade produzida de limão nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Uma alternativa com aumento de percentual recente no VBP da AATC é a cultura da fava, pois a região Nordeste é a maior produtora do Brasil, respondendo por 92,4% da produção em 2017 e 45,6% dessa produção se dá em municípios da AATC. Destacam-se os estados da Paraíba e Pernambuco na AATC, em municípios como Mogeiro e Araçagi (PB), quarto e sétimo produtores nacionais de fava respectivamente, além de Alagoa Grande e Juarez Távora, também na Paraíba; e Passira em Pernambuco. Observando-se a Figura 37, pode-se verificar que há claramente um polo produtor de fava bem estabelecido no interior do estado da Paraíba, nas proximidades da região Semiárida, assim como no Agreste Alagoano, além de municípios mais espalhados no estado do Ceará. Nos municípios da AATC pode-se verificar existência de tendências de crescimento na produção em Mogeiro, Esperança, Juarez Távora, Araçagi e Alagoa Grande na Paraíba; Uruburetama, Tianguá e Palmácia no Ceará, além de Camutanga em Pernambuco. Indicativos de reduções de produção apareceram em Massaranduba, Itabaiana, Alagoa Nova, Riachão do Bacamarte e São José dos Ramos na Paraíba; Passira e Bom Jardim em Pernambuco; Simão Dias em Sergipe e Itapipoca no Ceará.

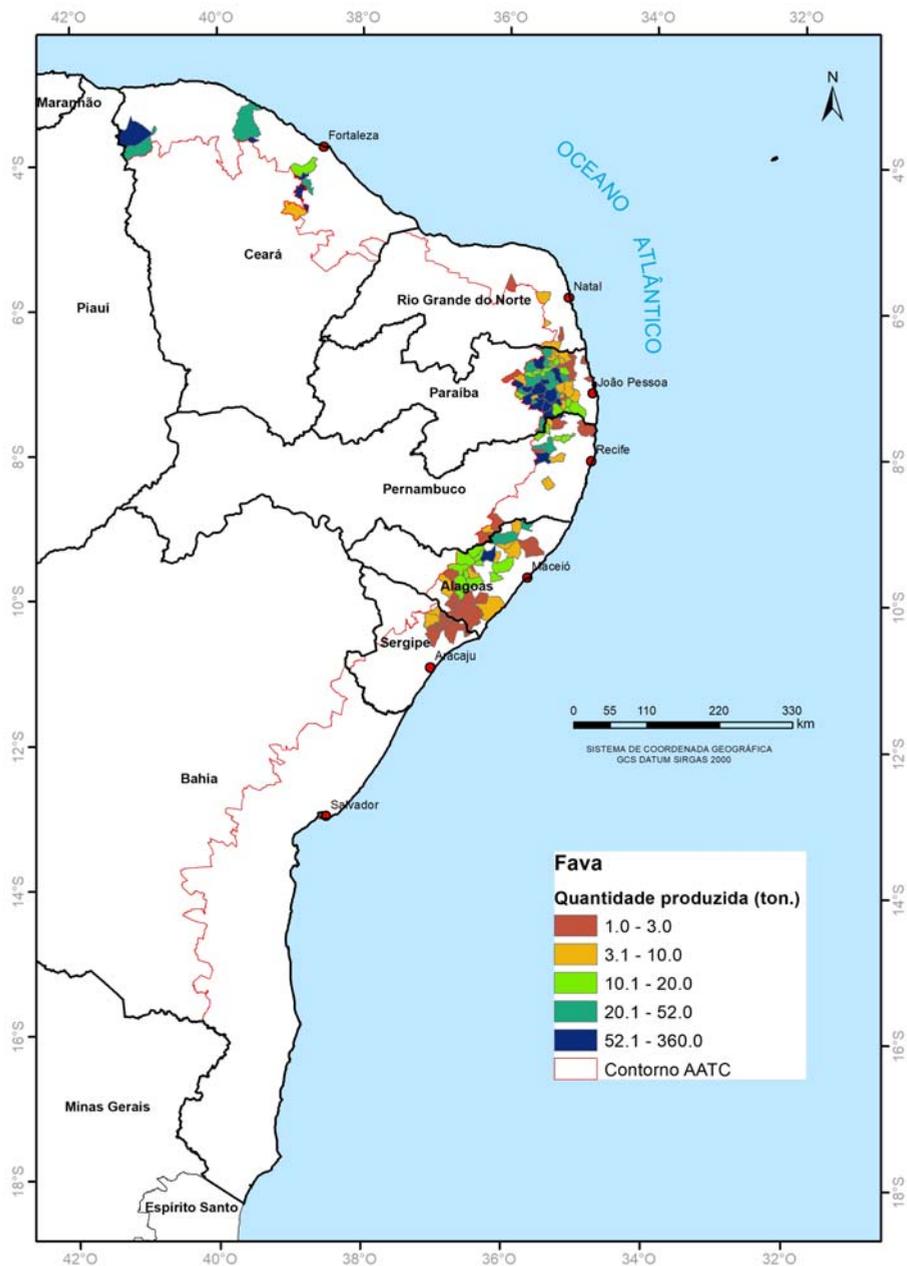


Figura 37. Quantidade produzida de fava nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Na produção de guaraná a região Nordeste no ano de 2017 já se posiciona como a maior produtora da fruta do Brasil, com uma produção da ordem de 1,5 mil toneladas, representando 57,8% de todo o guaraná brasileiro, à frente da região Norte (35,4%). Toda a produção de guaraná do Nordeste ocorre nos municípios da AATC, unicamente no centro da região no estado da Bahia (Figura 38), e este vem em crescente aumento de produção. Os municípios de Ituberá, Taperoá e Camamu tem destaque nacional, sendo Ituberá o maior produtor do país. As análises de tendências na AATC indicam potencial de crescimento nos últimos cinco anos para os municípios de Una, Teolândia, Mutuípe e Ilhéus, sendo que Una mostrou o terceiro maior crescimento na produção do país no período. Tendências de redução da produção foram apontadas também em alguns municípios baianos, como Taperoá, Camamu, Nilo Peçanha e Ituberá. Aparentemente estas reduções têm sido compensadas pelas tendências de crescimento em outros municípios desse polo de produção.

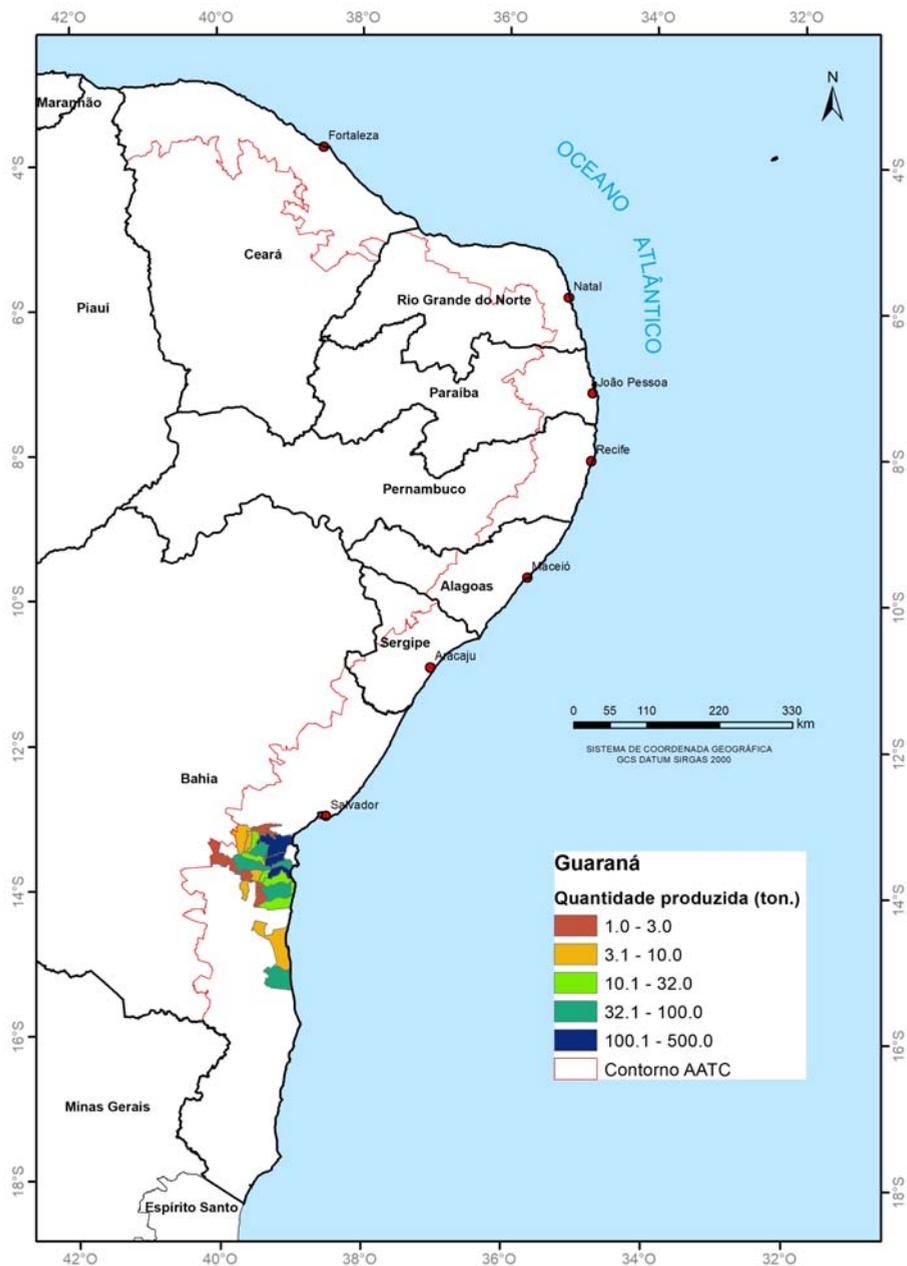


Figura 38. Quantidade produzida de guaraná nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Outra cultura predominante no estado da Bahia, apesar de pouca participação em nível nacional é o dendê, uma vez que em números de 2017, a produção do Nordeste, representou 2,2% do total nacional de 1,7 milhões de toneladas, quase que totalmente produzidos na região Norte (97,8%). Ressalta-se, no entanto, que a produção se dá totalmente na parte da Bahia pertencente à AATC (Figura 39), em municípios como Valença, Igrapiúna, Taperoá, Ituberá e Cairu. Os estudos de tendências vêm demonstrando reduções significativas da produção em muitos municípios da Bahia, como Taperoá, Cairu, Valença, Camamu, Jaguaripe e Nilo Peçanha. Pequenos aumentos também são verificados em alguns municípios como Muniz Ferreira, Porto Seguro e Aratuípe.

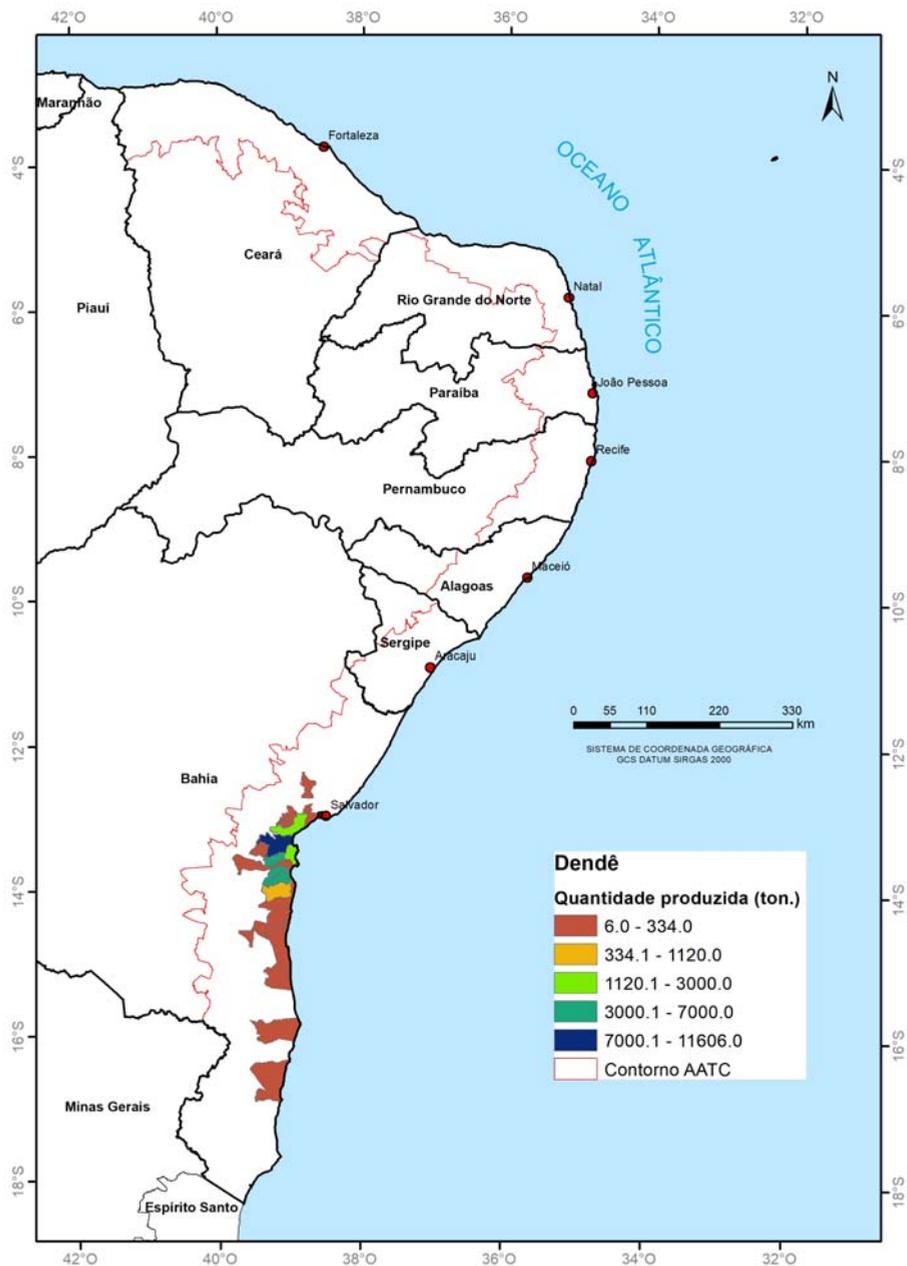


Figura 39. Quantidade produzida de dendê nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando a pecuária bovina na AATC, observa-se que do número de cabeças no Brasil em 2017 (215 milhões), a região Nordeste responde por 12,9%, estando posicionada na quarta colocação, atrás do Centro-Oeste (34,5%), Norte (22,6%) e Sudeste (17,5%). A participação dos municípios da AATC no rebanho nordestino tem se mantido com pouca variação ao longo dos últimos dez anos, girando em torno de 26,5%, indicando uma predominância deste tipo de atividade na parte Semiárida do Nordeste. Na Figura 40 pode ser observado que a pecuária bovina está presente em todos os municípios da AATC, no entanto há concentrações nas regiões mais afastadas do litoral, como na divisa Alagoas/Pernambuco, no centro-sul de Sergipe e da Bahia. A análise das tendências para esta atividade na AATC demonstra maiores perdas do número de cabeças que aumentos, principalmente nos municípios baianos, como em Guaratinga, Itapetinga, Itabela, Potiraguá e Itapebi. Há indicativos de aumento de rebanhos em Itabaiana (SE), Ibicuí e Crisópolis (BA), Água Preta (PE) e Atalaia e Viçosa (AL).

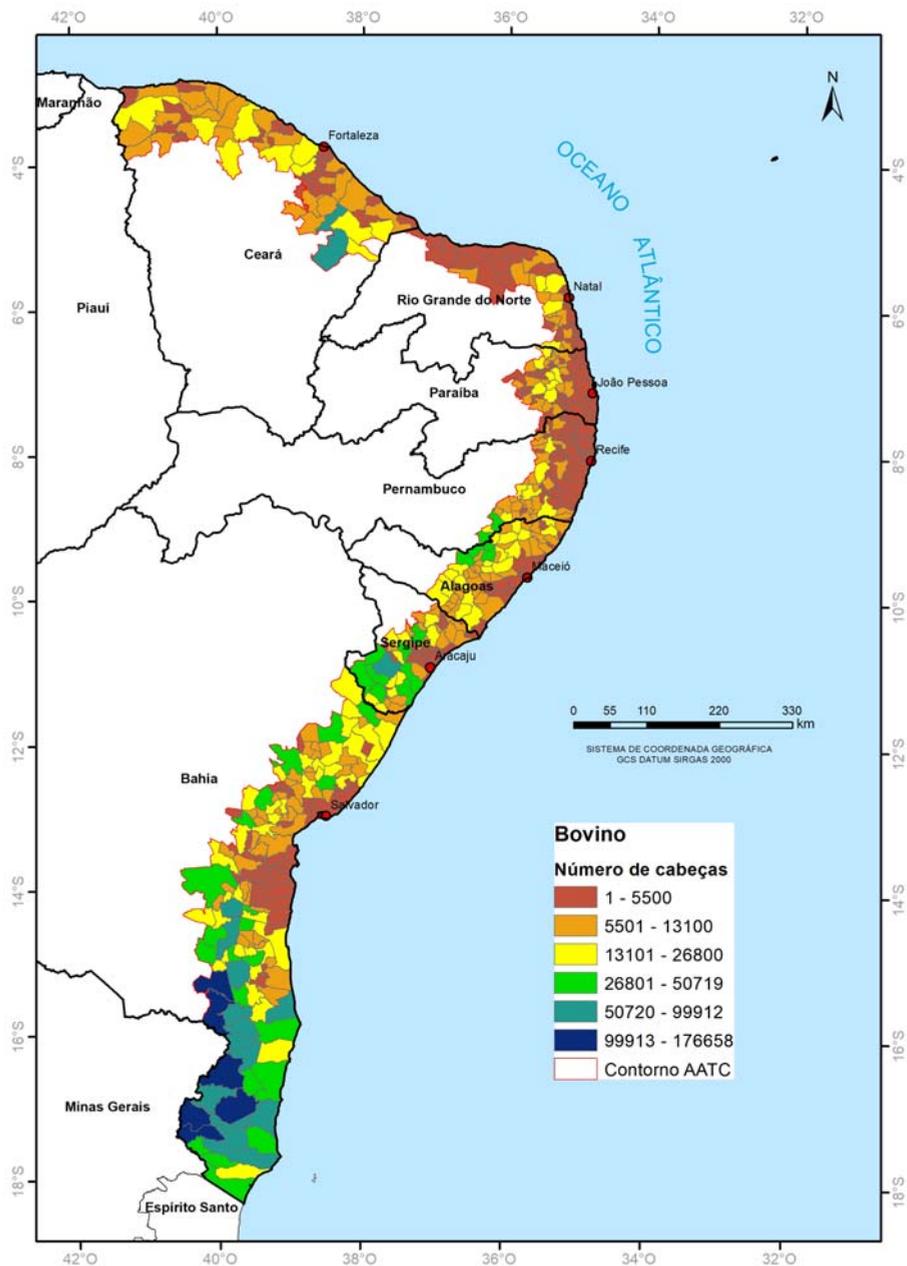


Figura 40. Número de rebanho bovino nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Com relação ao rebanho caprino, a região Nordeste apresenta o maior número de cabeças no Brasil, respondendo por 93,3% do total de 9,6 milhões de cabeças em 2017. Nessa região a predominância desse rebanho se dá na parte Semiárida, sendo que nos municípios da AATC apenas 7,0% está presente, número com pouca alteração nos últimos anos. Apesar disso, percebe-se pela Figura 41 a presença da atividade em grande parte da AATC, com destaque para municípios no Ceará, Rio Grande do Norte, e interior dos demais estados. No Ceará, na porção da AATC, os maiores rebanhos estão nos municípios de Morada Nova, Granja e Pentecoste; já no Rio Grande do Norte destaque para Pedro Avelino e Lajes. Apesar de pouca variação da participação da AATC ao longo dos anos nos rebanhos nordestinos, percebe-se tendências de aumento pouco superiores às de queda, principalmente no Ceará, como em Morada Nova, Viçosa do Ceará e Maranguape; Bahia, como em Ubatã e no Rio Grande do Norte, como em Pedro Avelino e Lajes. Tendências de redução dos rebanhos surgiram em alguns municípios baianos, como em Mata de São João, Jaguaquara e Milagres, bem como em Jaguaruana (CE) e Panelas (PE).

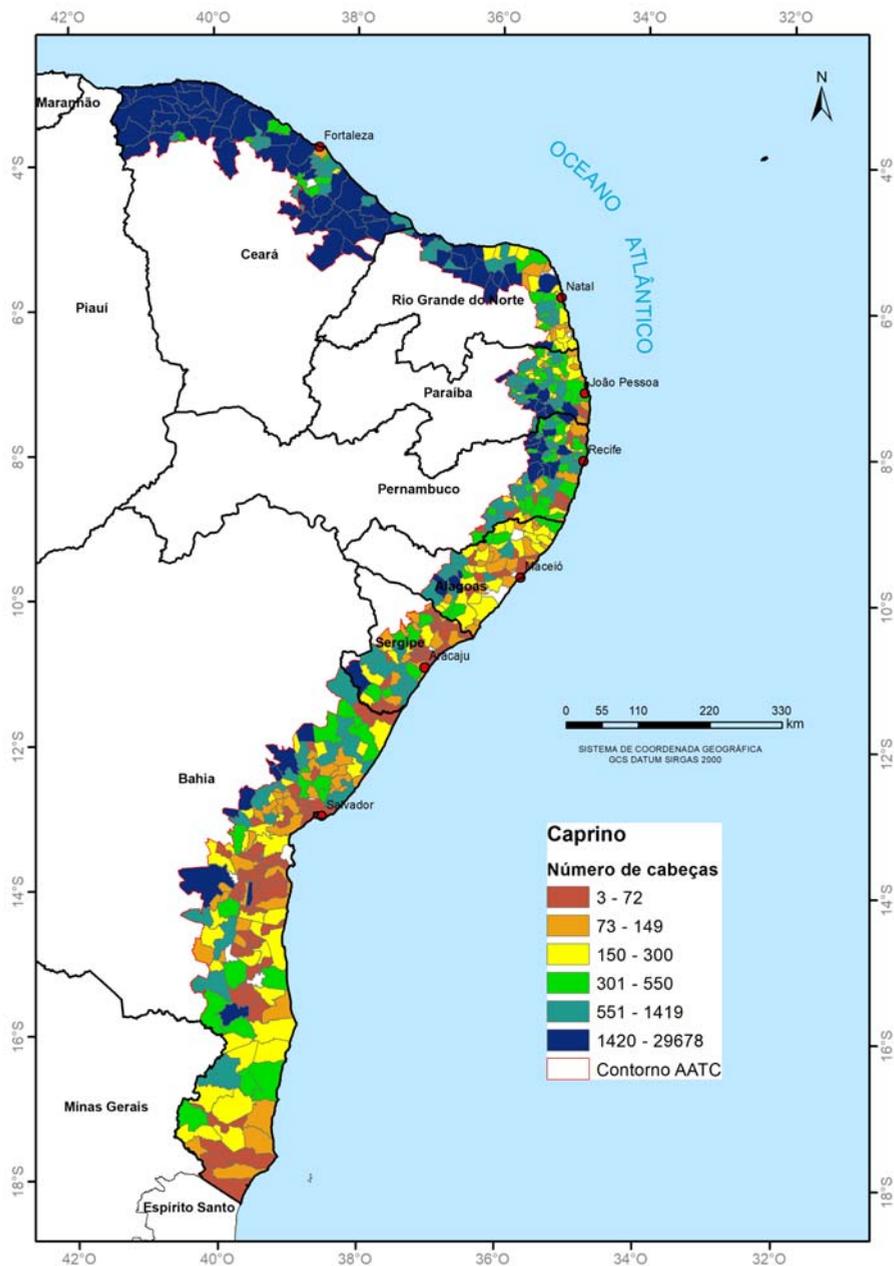


Figura 41. Número de rebanho caprino nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A região Nordeste também lidera os rebanhos de ovinos no Brasil, possuindo em 2017, 64,2% das quase 18 milhões de cabeças presentes em território nacional. Estes rebanhos concentram-se também fora da região da AATC, sendo que em média nos últimos dez anos os municípios dessa região respondem por cerca de 12,0% do total nordestino. Assim, municípios como Morada Nova, Russas, Limoeiro do Norte e Jaguaruana no Ceará, além de Pedro Avelino e Lajes no Rio Grande do Norte, e Feira de Santana na Bahia apresentam destaque na AATC. Algumas regiões concentradoras dos rebanhos podem ser identificadas a partir da Figura 42, como ao longo de todo estado do Ceará, interior do Rio Grande do Norte, centro-interior de Pernambuco e Alagoas, centro-sul de Sergipe e norte da Bahia. No estado do Ceará tem predominado municípios com tendências positivas de crescimento dos rebanhos, como em Maranguape, Limoeiro do Norte e Ibaretama, também verificadas em Pedro Avelino (RN), Gravatá e Orobó (PE) e Itaporanga d'Ajuda e Estância (SE). Reduções são apontadas em municípios da Bahia, como em Feira de Santana e Coração de Maria e em Lagarto e Tobias Barreto (SE).

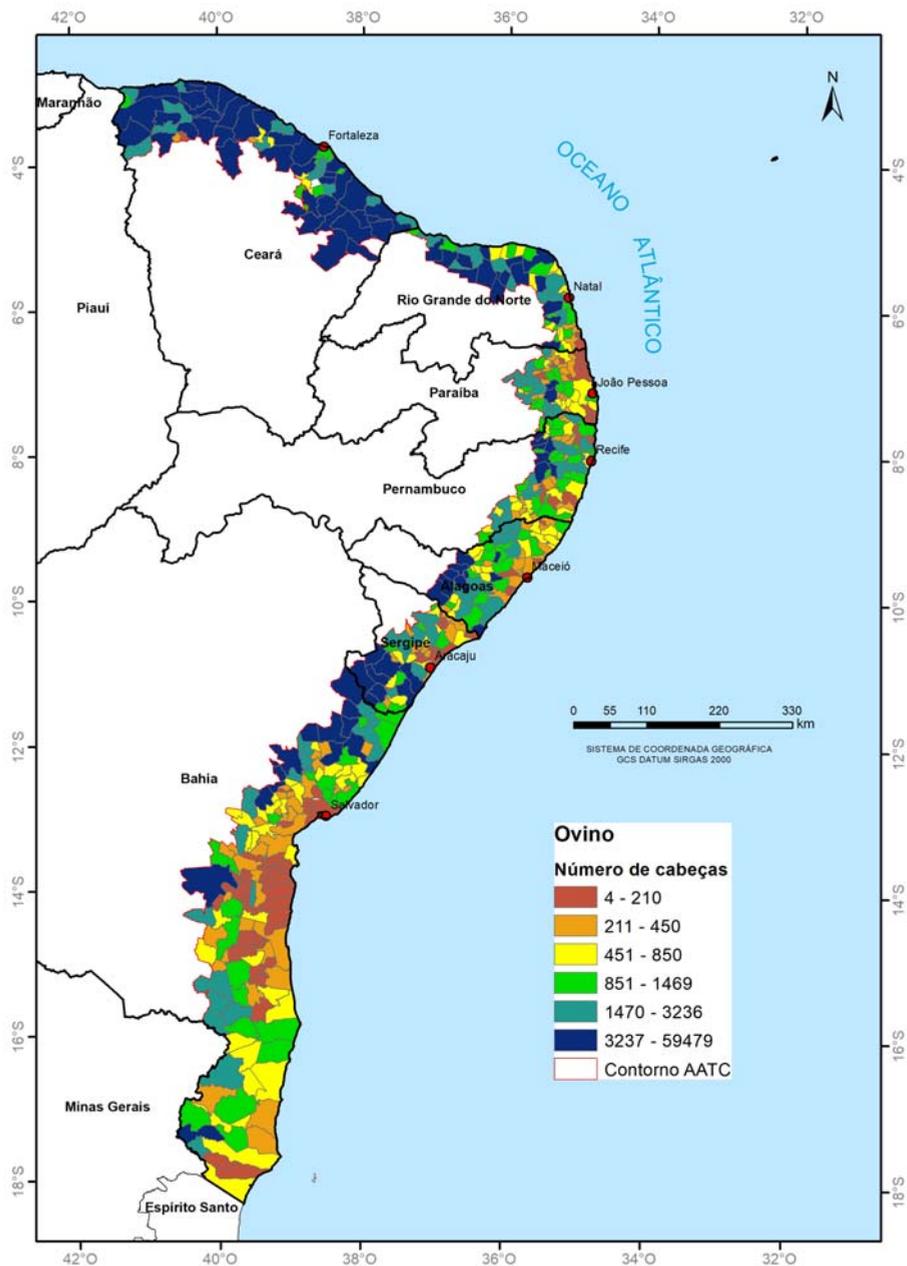


Figura 42. Número de rebanho ovino nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de galinhas na região Nordeste ocupa a terceira posição nos rebanhos brasileiros, respondendo por cerca de 18,0% do total nacional (243 milhões de cabeças). Na AATC, há mais de 10 anos, os municípios detêm algo em torno de 50% desse rebanho do Nordeste, com destaque para os estados de Pernambuco e Ceará. Conforme se observa na Figura 43, além do estado do Ceará, a região norte de Pernambuco, leste do Rio Grande do Norte, centro-sul de Alagoas e Sergipe, concentram a produção de galinhas na AATC, destacando-se municípios como Paudalho (PE) (segundo maior rebanho do Nordeste); Beberibe, Cascavel, Horizonte e Aquiraz (CE); Entre Rios (BA), Arapiraca (AL) e São Cristóvão (SE). Os rebanhos de galinhas têm indicativos de aumento no estado do Ceará e Pernambuco principalmente, como em Cascavel e Beberibe (CE) (primeiro e segundo maiores crescimentos do Nordeste), Paudalho e Chã de Alegria (PE), além de São Cristóvão (SE). Tendências negativas surgiram em municípios da Paraíba (Pedras de Fogo), Bahia (Alagoinhas e Mata de São João), Sergipe (Areia Branca) e Pernambuco (Vitória de Santo Antão).

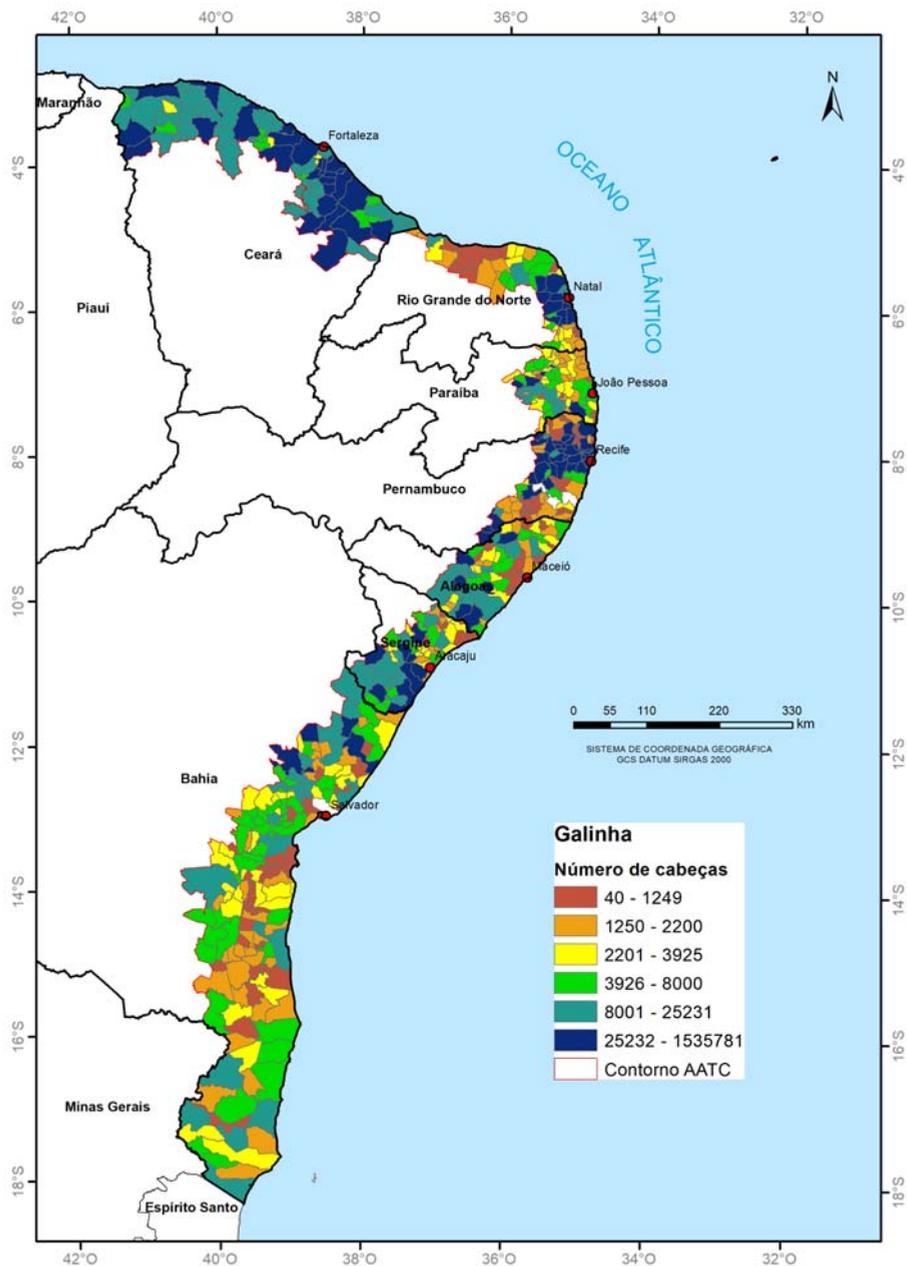


Figura 43. Número de galinhas nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de leite no Brasil atingiu em 2017 o valor de 33,4 bilhões de litros, dos quais cerca de 70% são oriundos de estados das regiões Sul e Sudeste. A região Nordeste produziu cerca de 11,6% da produção nacional em 2017, onde 29% foram gerados em municípios da AATC, número este que apresentou pouca variação na última década. Conforme pode ser visualizado na Figura 44, existem alguns agrupamentos de municípios de maior produção: centro-sul de Alagoas, agreste sergipano e sul da Bahia, além de regiões no interior do Rio Grande do Norte e Ceará. Destacam-se na AATC em 2017 os municípios de Palmeira dos Índios (AL), Morada Nova (CE), Medeiros Neto e Itanhém (BA), Correntes e Canhotinho (PE). Nos últimos cinco anos observa-se uma tendência de crescimento na produção de leite em Pernambuco (Correntes e Canhotinho), Bahia (Itarantim, Medeiros Neto), Alagoas (Palmeira dos Índios, Igreja Nova e Traipu), Ceará (Morada Nova e Russas) e Rio Grande do Norte (Nova Cruz). No entanto, ao avaliar as tendências de redução da produção, observa-se que o estado da Bahia dominou a lista de municípios, com Itamaraju, Jucuruçu, Prado, Caravelas, Entre Rios e Catu, por exemplo.

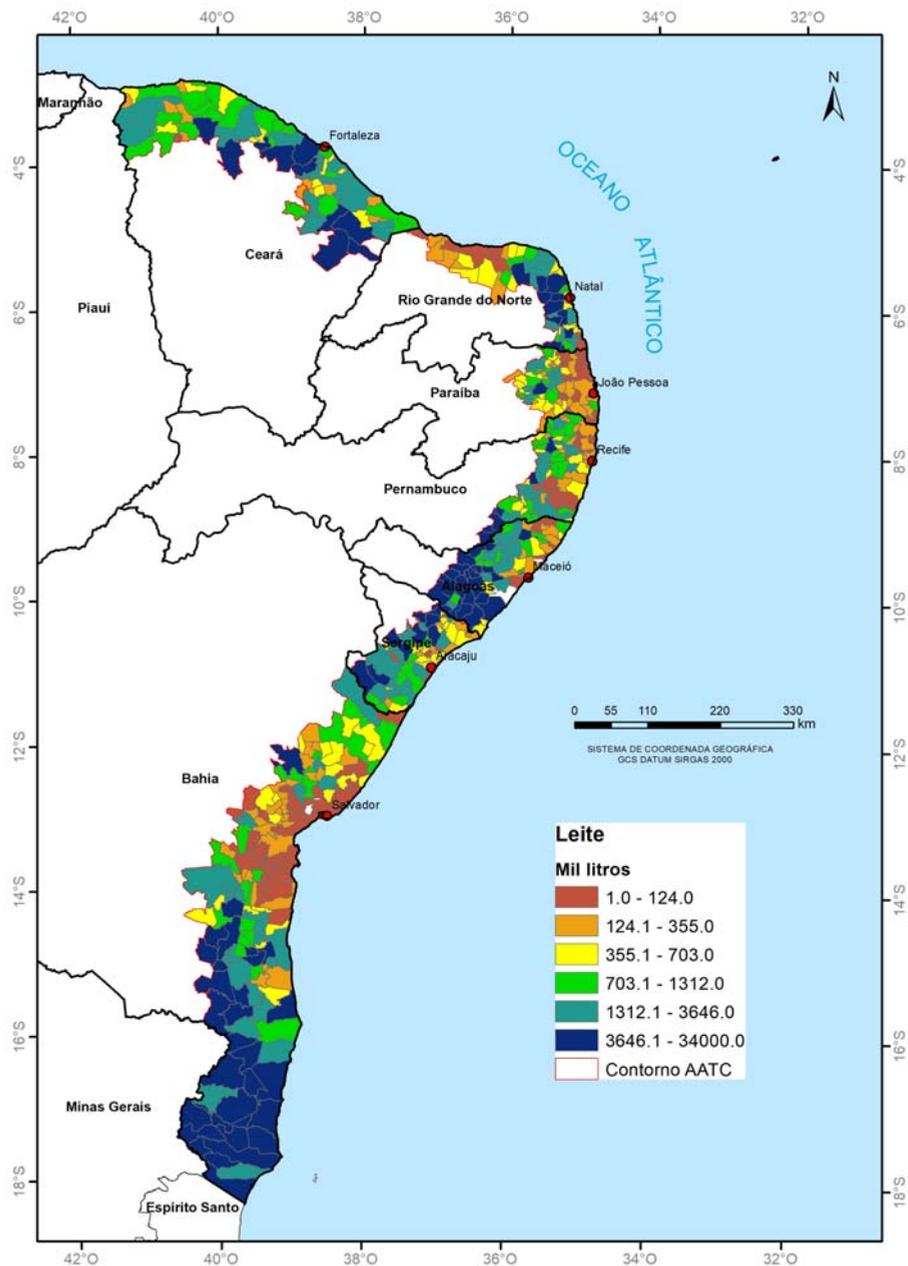


Figura 44. Produção de leite nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A região Sudeste do Brasil foi responsável em 2017 por 44,8% da produção de ovos brasileira (4,24 bilhões de dúzias), estando a região Nordeste apenas na terceira posição, produzindo 16,1% do total. Dessa quantidade, 57,4% foi produzida nos municípios componentes da AATC, valor esse que vem apresentando oscilações e quedas nos últimos 10 anos. Destacam-se na AATC as produções dos municípios de Beberibe (2º do Nordeste), Cascavel, Aquiraz e Horizonte, no Ceará; Paudalho (3º do Nordeste), Goiana e Orobó, em Pernambuco; Entre Rios na Bahia e Pedras de Fogo na Paraíba. Na Figura 45 pode-se visualizar que a produção de ovos de galinha está espalhada em praticamente todos os municípios da AATC, com concentrações no nordeste do Ceará, leste do Rio Grande do Norte, nordeste de Pernambuco, centro-sudeste de Sergipe e norte da Bahia. As tendências de aumento na produção de ovos na AATC têm sido positivas, destacando-se municípios como Cascavel e Beberibe no Ceará; Paudalho, Goiana, Orobó e Chã de Alegria em Pernambuco. Reduções de produção foram indicadas, por exemplo, em Areia Branca (SE), Vitória de Santo Antão (PE), Pedras de Fogo (PB) e União dos Palmares (AL), em valores mais baixos que para os indicadores de crescimento na região.

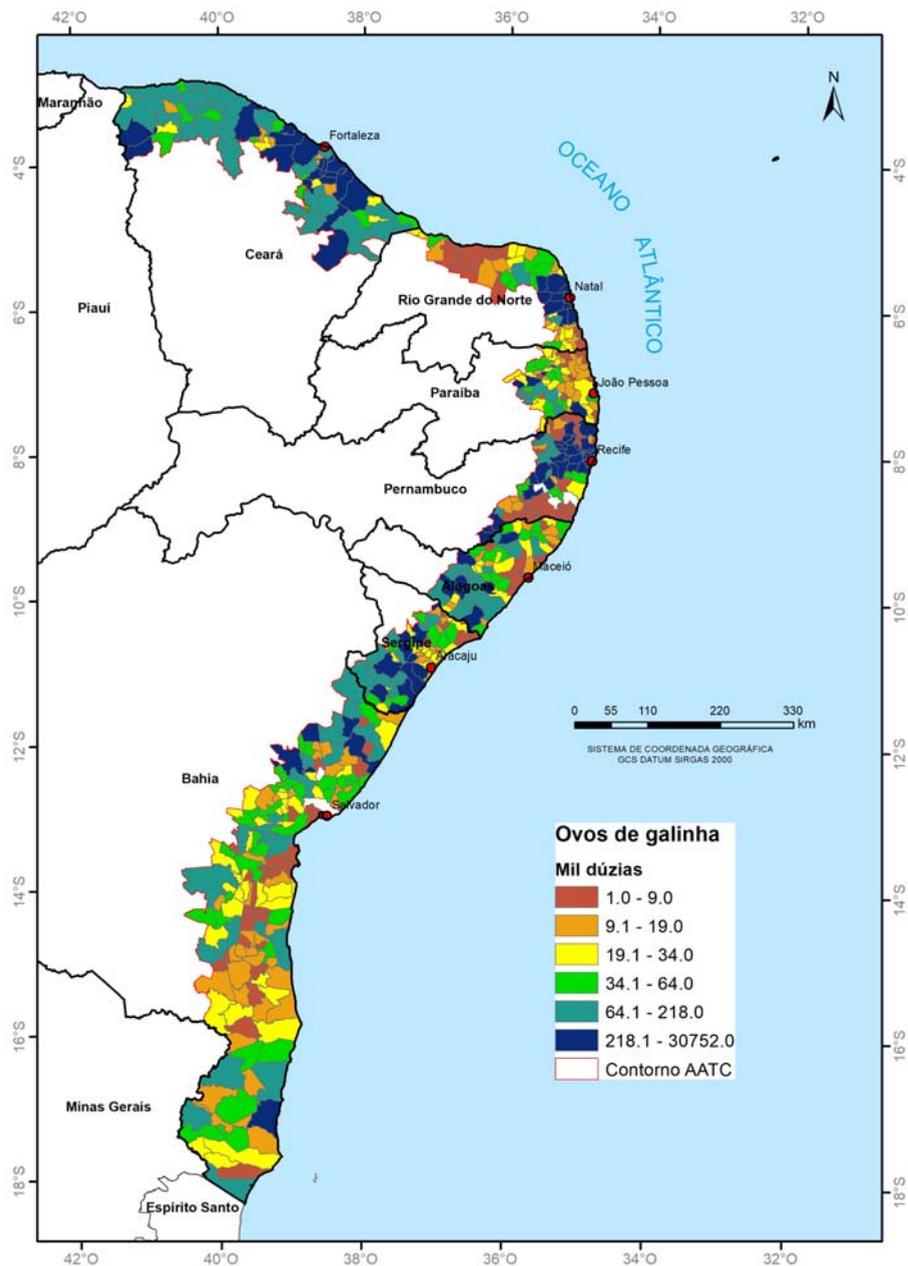


Figura 45. Produção de ovos de galinha nos municípios da AATC em 2017.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de mel nacional em 2017 ficou em torno de 41,6 milhões de quilos, tendo a região Sul como maior produtora, com 39,6% do total, seguida pelo Nordeste, que produziu 30,7% do mel brasileiro. Apesar da relevância deste produto na região Nordeste, apenas 12,8% da produção se deu em municípios pertencentes à AATC, número esse que vem caindo ao longo da última década, uma vez que já foi de 19,3% em 2013, por exemplo. Conforme pode ser notado na Figura 46, destacam-se polos produtores no extremo sul e norte do estado da Bahia, com municípios como Teixeira de Freitas, Mucuri, Eunápolis, Caravelas e Entre Rios; e nordeste do Ceará, como Limoeiro do Norte, Beberibe e Pacajus. Há ainda alguns municípios produtores no norte de Alagoas e centro de Pernambuco e Paraíba. Os municípios produtores da Bahia têm mostrado as melhores tendências de aumento da produção de mel na AATC, por exemplo em Entre Rios, Alagoinhas, Caravelas, Teixeira de Freitas e Mucuri. Reduções de produção foram estimadas em alguns municípios cearenses, como Limoeiro do Norte, Icapuí e Morada Nova, bem como baianos, como Inhambupe e Santa Cruz da Vitória, além de Girau do Ponciano (AL) e Lagarto (SE).

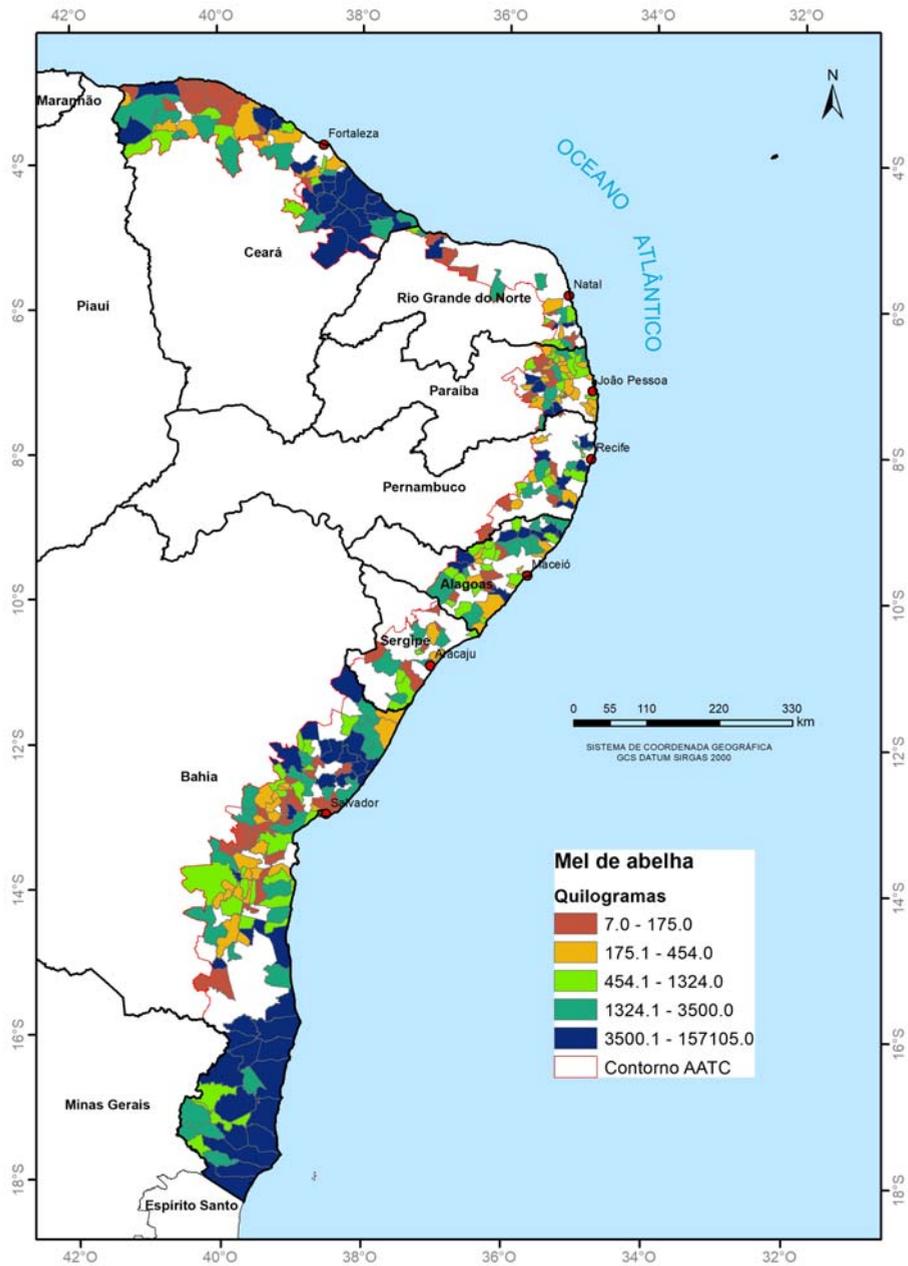


Figura 46. Produção de mel nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).
Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Considerando por sua vez a produção madeireira a partir de eucalipto para celulose, observa-se que no Brasil, no ano de 2017, foram produzidos 68,7 milhões de metros cúbicos de madeira, dos quais 33,5% na região Sudeste e 21,0% na região Nordeste. Da produção da região Nordeste, mais de 90% ocorreu nos municípios que compõem a AATC, basicamente nos extremos sul e norte do estado da Bahia, conforme pode ser visto na Figura 47. Destacam-se os municípios de Caravelas (3º produção nacional), Mucuri (5º produção nacional), Nova Viçosa, Santa Cruz Cabrália e Alcobaça. Os registros de produção do eucalipto para celulose de 2013 a 2017 indicam tendências fortes de crescimento no estado da Bahia, principalmente nos municípios do extremo sul baiano, como Caravelas (3º maior crescimento do Brasil), Mucuri, Nova Viçosa e Santa Cruz Cabrália.

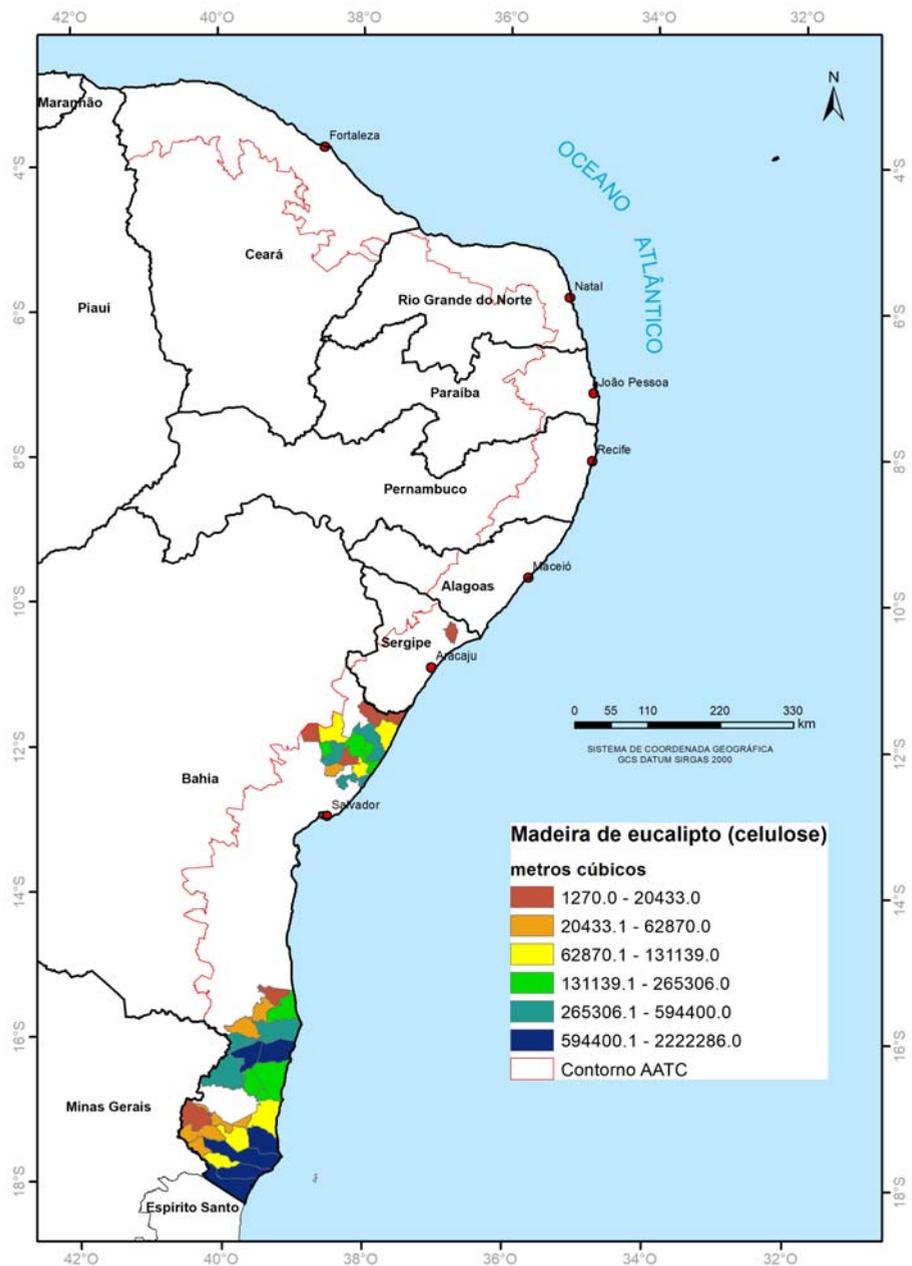


Figura 47. Produção de madeira de eucalipto para celulose nos municípios da AATC em 2017.

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A extração de mangaba na região Nordeste mostra-se de alta relevância para a AATC, uma vez que cerca de 85% da mangaba brasileira tiveram origem em municípios da AATC em 2017. Assim, como pode ser visualizado na Figura 48, a maioria dos municípios de onde se obtém a mangaba está no estado de Sergipe, como em Indiaroba, Estância e Pirambu; destacando-se ainda os municípios de Baía da Traição e Marcação (PB), Pureza (RN) e Maragogi (AL). Os indicadores de tendências apontaram para reduções significativas na produção de municípios sergipanos (Itaporanga d'Ajuda e Pirambu, por exemplo), também em Itanagra (BA) e Goianinha (RN). Municípios com indicadores positivos foram obtidos na Paraíba (Baía da Traição, Marcação e Conde), Rio Grande do Norte (Pureza e Ceará-Mirim), Alagoas (Maragogi e Japaratinga) e Sergipe (Indiaroba e Estância).

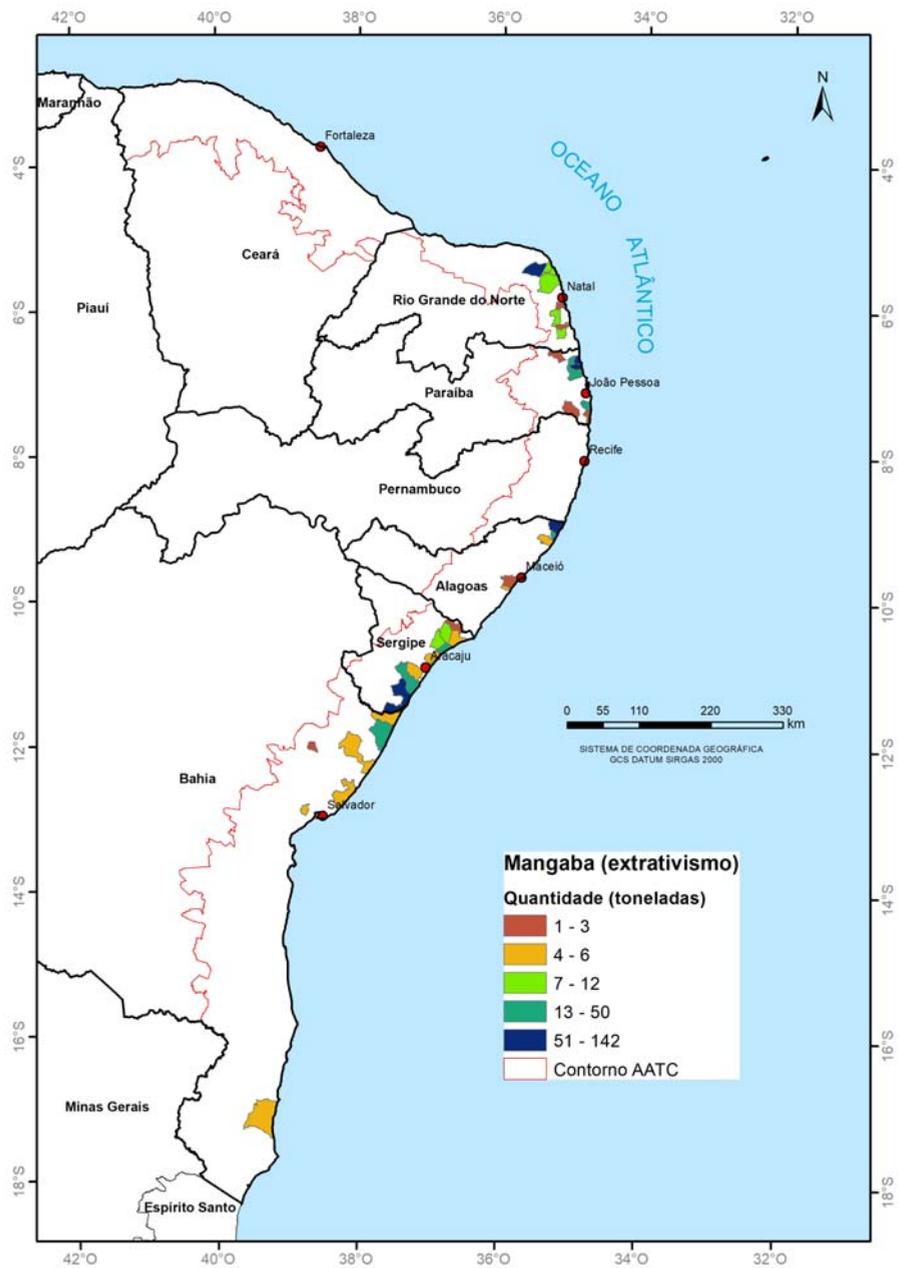


Figura 48. Extração de mangaba nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de camarão brasileira em 2017 foi de aproximadamente 41 milhões de quilos, sendo que praticamente 99% dessa teve origem na região Nordeste, dos quais cerca de 87% produzido em municípios da AATC. Como pode ser observado na Figura 49, os municípios que concentram as maiores produções de camarão na AATC estão nos estados do Ceará (Aracati - maior produtor do Brasil, Acaraú e Jaguaruana) e Rio Grande do Norte (Canguaretama, Arês e Senador Georgino Avelar), além de Goiana em Pernambuco. Segundo os dados desde 2013, a produção de camarão no Nordeste vem apresentando recuos desde 2016, com maiores reduções nos municípios de Beberibe e Amontoada (CE) e Taipu (RN). Os municípios de Aracati (CE), Arês, Canguaretama e Senador Georgino Avelar (RN) apresentaram os melhores indicadores de crescimento produtivo na AATC. Ainda deve ser ressaltado o aparecimento do município de Nossa Senhora do Socorro (SE) entre aqueles com maiores tendências positivas da região.

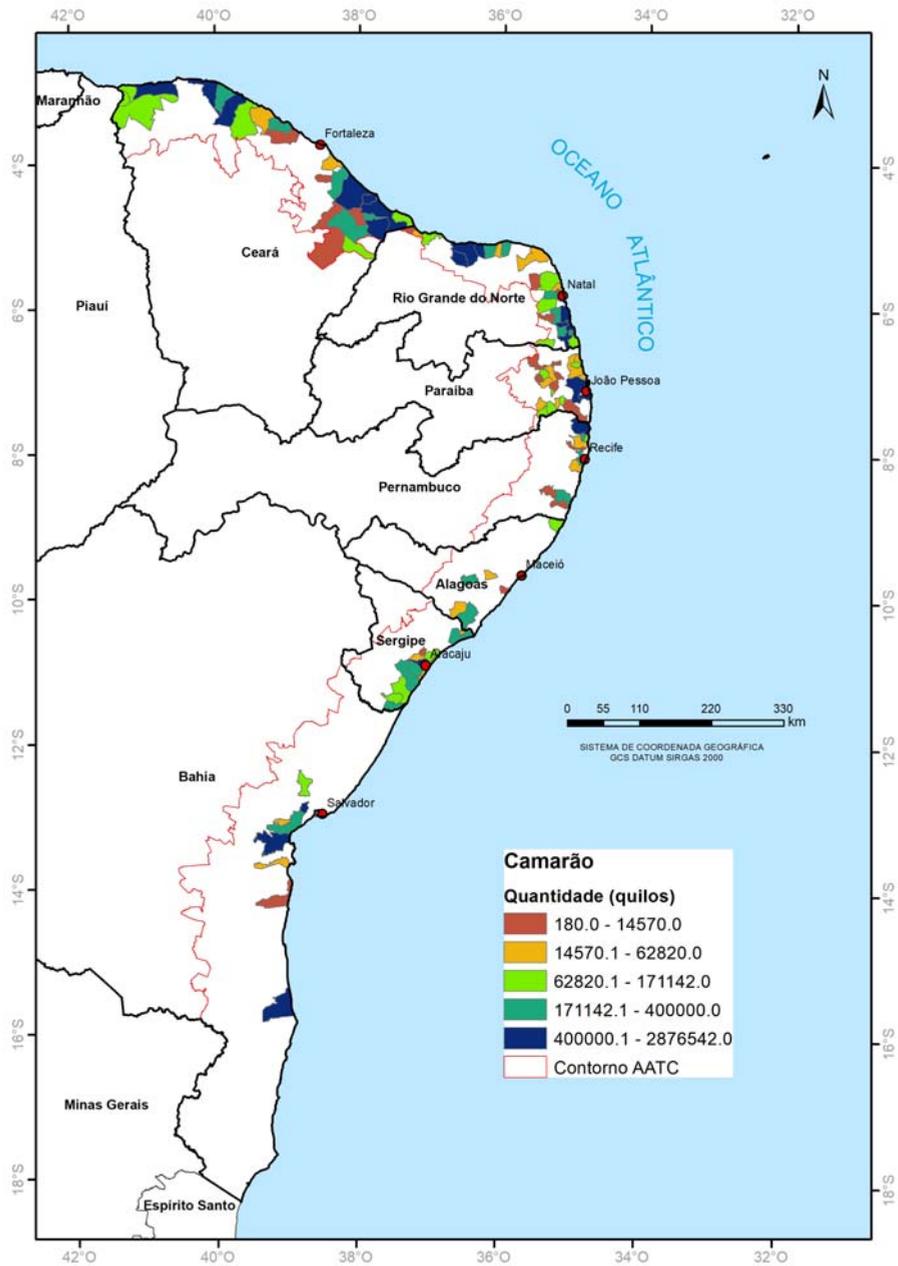


Figura 49. Produção de camarão nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

No ano de 2017 a produção de tilápia na região Nordeste representou 21,6% da produção nacional (283,2 mil toneladas), estando atrás da região Sul (42%) e Sudeste (27%). Os municípios da AATC produziram 24,8% da quantidade da região Nordeste, indicando uma predominância de produção no interior da Região. Assim, conforme ilustra a Figura 50, um polo de produção de tilápia pode ser identificado no sul do estado de Alagoas, alguns municípios no interior da Paraíba e distribuídos na porção da AATC do estado do Ceará. Municípios de maior produção foram Coruripe (AL) – 4º maior produtor do Nordeste, Amontoada (CE), Bananeiras (PB), Nísia Floresta e Tibau do Sul (RN), Aracoiaba (CE) e Limoeiro de Anadia (AL). Tendências positivas de produção foram observadas em municípios de Alagoas (Coruripe e Limoeiro de Anadia), Paraíba (Bananeiras), Ceará (Aracoiaba e Amontoada), Rio Grande do Norte (Tibau do Sul e Nísia Floresta). Quedas de produção foram registradas em Pentecoste, Umirim, Pacajus, Maranguape e Paracuru no Ceará; Propriá (SE), e Limoeiro (PE).

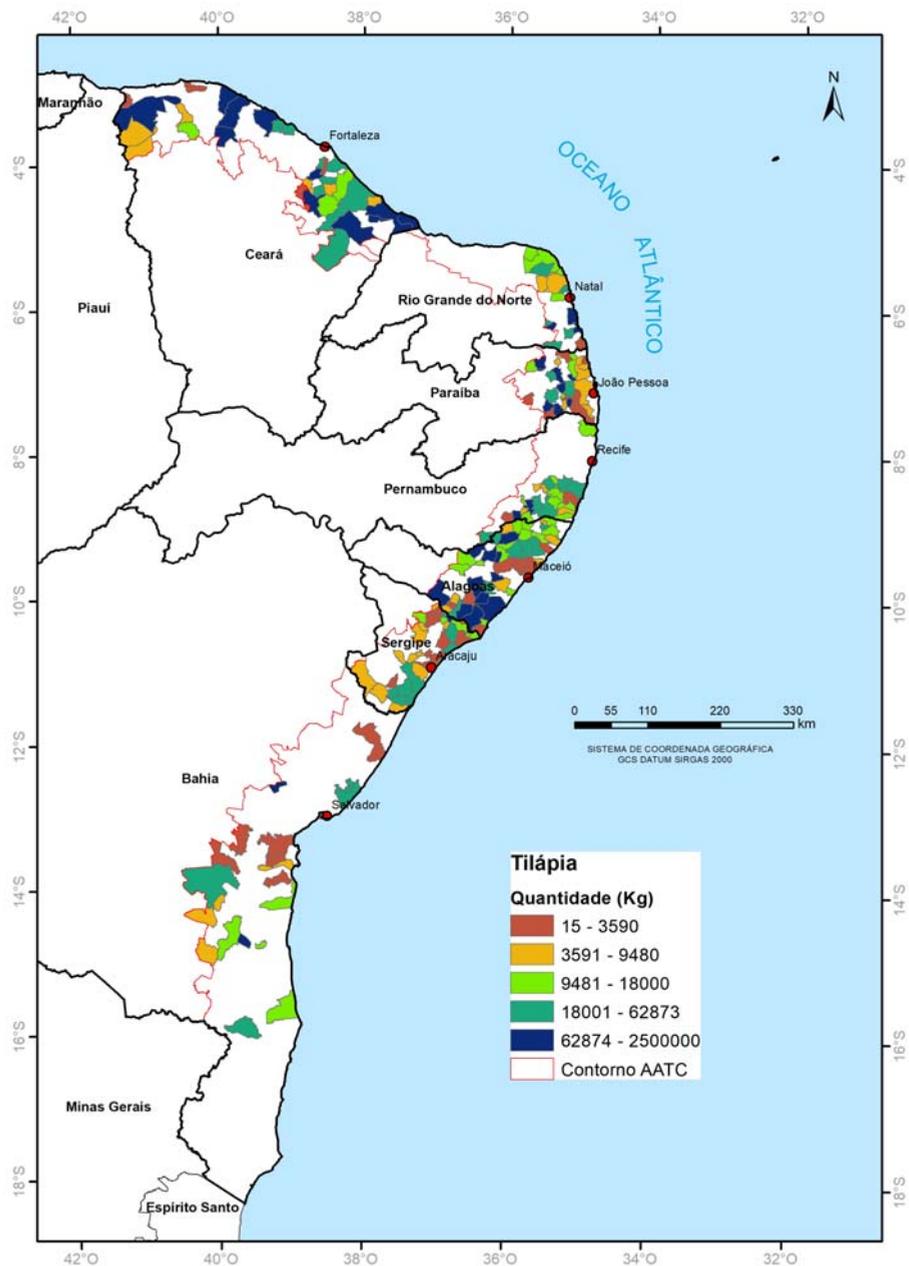


Figura 50. Produção de tilápia nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).
Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

A produção de tabaqui na região Nordeste representou 24,8% da produção nacional em 2017, que foi de 88,5 milhões de quilos. Os municípios da AATC contribuíram com cerca de 25,5% desse total da região Nordeste, com destaque para municípios como Coruripe (AL), Propriá (SE), Boca da Mata (AL), Limoeiro de Anadia (AL) e União dos Palmares (AL). De acordo com o que se observa na Figura 51, a produção de tabaqui está concentrada na porção sul do estado de Alagoas e norte do estado de Sergipe, divisa de ambos pelo Rio São Francisco. As principais tendências de crescimento na produção surgiram nos municípios de Coruripe (AL), Propriá (SE), Boca da Mata (AL), Igreja Nova (AL) e Limoeiro de Anadia (AL). Já indicativos de queda de produção foram obtidos para Neópolis, Pacatuba, Arauá e Salgado (SE), São José da Laje (AL), Entre Rios e Itapicuru (BA). Ressalte-se que os indicadores de redução da produção mostraram-se de dimensão bem menor que os de aumento, apontando para uma evolução na produção de tabaqui na região ao longo dos últimos 5 anos.

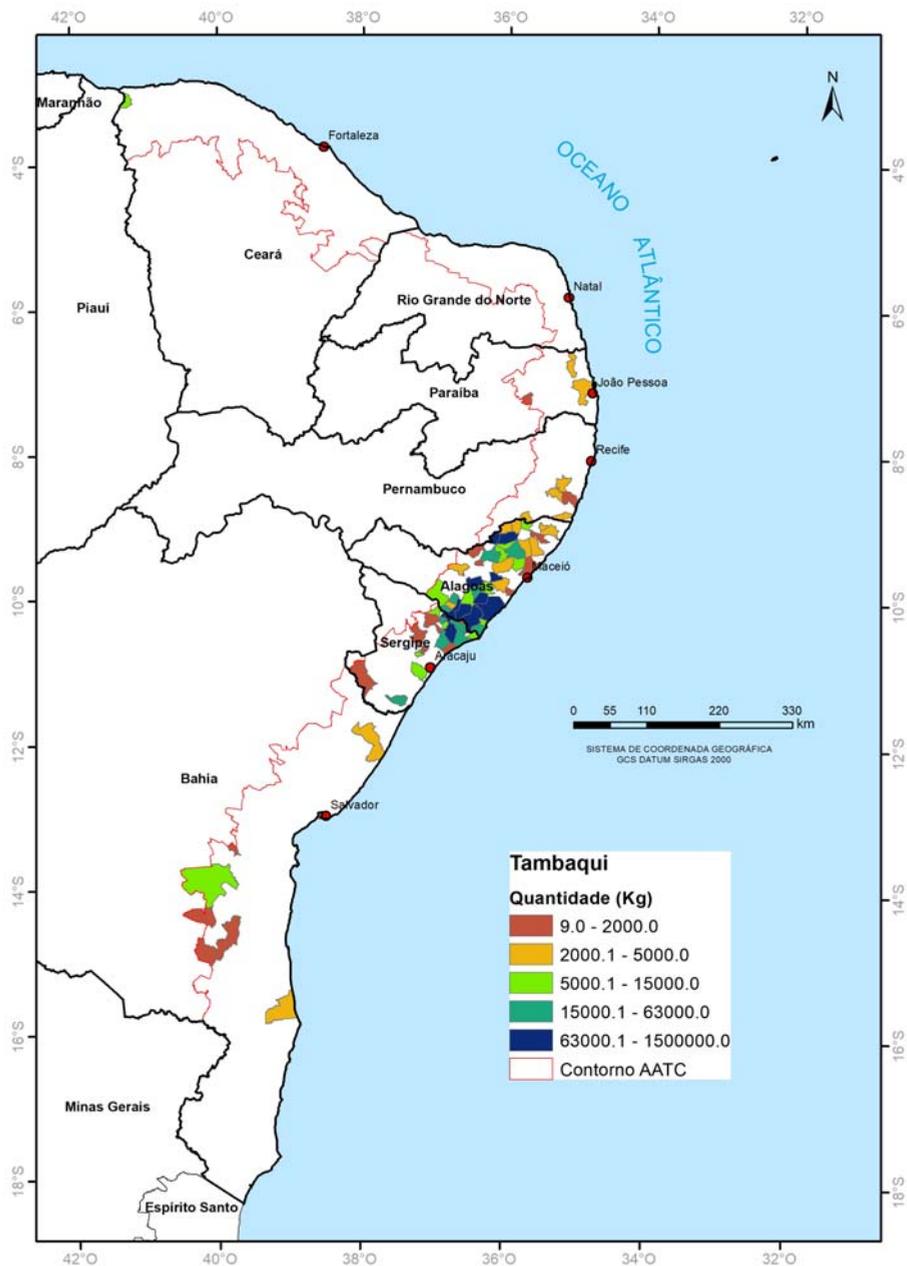


Figura 51. Produção de tabaqui nos municípios da AATC em 2017 (IBGE, 2017).

Elaboração: Marcus Aurélio Soares Cruz.

Mapas Síntese

No contexto do projeto GeoTC, também foram realizados estudos visando o desenvolvimento de mapas síntese a partir de cruzamentos de informações levantadas, como regionalização socioeconômica, avaliação da distribuição espacial das principais atividades agropecuárias, bem como estudos com problemáticas localizadas em regiões específicas da AATC, como a análise da dinâmica espaço-temporal da produção do milho no sertão sergipano e a avaliação da qualidade dos domicílios rurais, por setor censitário, do estado de Sergipe.

Para detecção de padrões espaciais foram utilizadas técnicas de análise de dependência espacial como os mapas de Moran, os índices de autocorrelação (Cressie, 1993; Getis; Ord, 1992) espaciais globais (I de Moran e c de Geary), o índice de autocorrelação local LISA (do inglês Local Indicator of Spatial Association) e mapas coropléticos gerados a partir de dados socioeconômicos secundários oriundos dos Censos Agropecuário e Demográfico, do Atlas do Desenvolvimento Humano do PNUD, da base de dados de solos da Embrapa etc. (Bailey; Gatrell, 1996; Druck et al., 2004).

A regionalização consiste em dividir o espaço em regiões homogêneas ou que apresentam características que unem suas partes constituintes. Para regionalizar os Tabuleiros Costeiros (Silva et al., 2015b), em função de suas características socioeconômicas utilizou-se o algoritmo SKATER (do inglês *Spatial “Kluster” Analysis by Tree Edge Removal*) (Assunção et al., 2002; Assunção et al., 2006).

A Figura 52 mostra a regionalização considerando 16 regiões homogêneas e contíguas. Os grupos foram caracterizados a parte da análise dos extremos das médias de cada variável. Observa-se, portanto, uma grande região homogênea que vai de Valença (BA) até o Sul da Bahia (grupo 4), caracterizada por pastagens plantadas degradadas e lavouras temporárias. A região do Baixo São Francisco (grupo 8) apresenta os piores indicadores socioeconômicos de toda a área estudada, denotando forte desigualdade e exclusão social. O grupo 11, Tabuleiros Costeiros de Alagoas, é marcado por altas taxas de analfabetismo enquanto o grupo 12, Centro-Sul Sergipano até Aquidabã (SE) e Gracho Cardoso (SE), apresenta maiores médias para percentual da renda apropriada pelos 20% mais pobres, percentual da população em domicílios com coleta de lixo, taxa unitária de lavouras (área plantada com forrageiras para corte) e pastagens plantadas em boas condições.

A regionalização proposta teve caráter exploratório mas pode ser usada como suporte para definir áreas prioritárias para intervenções de pesquisa, desenvolvimento e inovação.

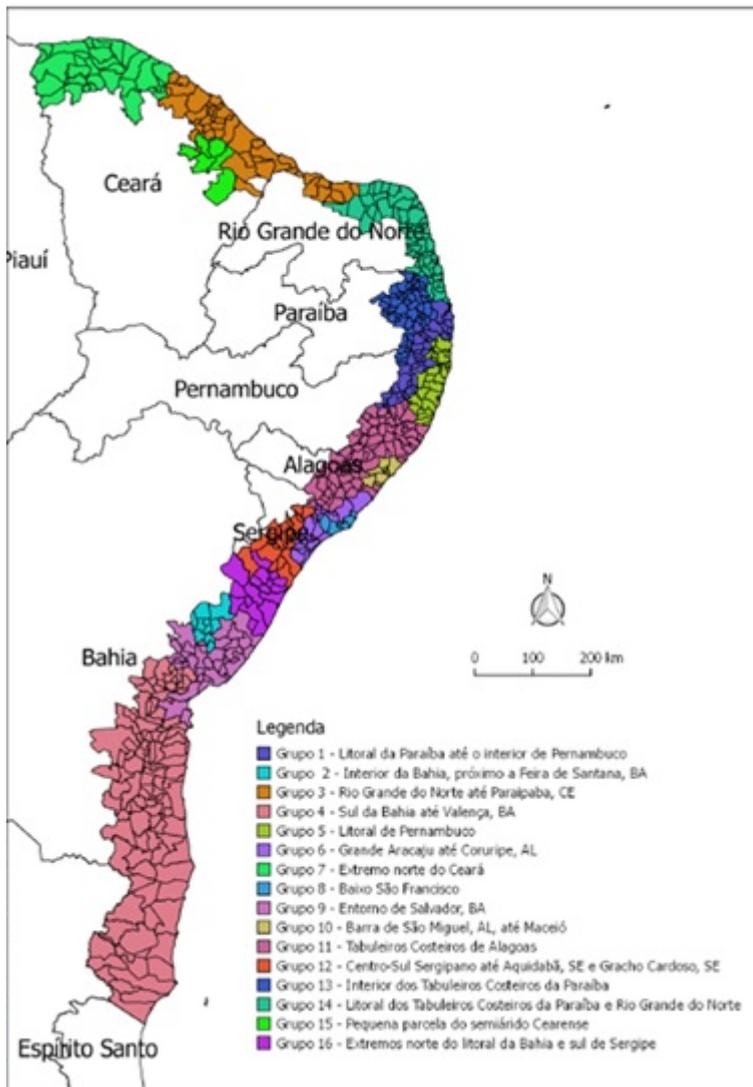


Figura 52. Regionalização da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER.

Elaboração: Marcos Aurélio Santos da Silva.

Uma questão fundamental na análise da distribuição espacial das atividades agropecuárias nos Tabuleiros Costeiros é a verificação de suas dependências espaciais. Ou seja, até que ponto determinado tipo de atividade se agrupa em função de certas similaridades. No nosso caso foram avaliados os níveis de dependência espaciais, por atividade agropecuária, considerando como variável balizadora o rendimento médio municipal entre os anos 2011 e 2013 ou média das taxas unitárias no mesmo período (Silva et al., 2015a).

Na Figura 53 tem-se a distribuição espacial das médias dos rendimentos municipais para as culturas da mandioca e banana no período considerado tendo como instrumento metodológico o Mapa de Moran. Percebe-se que o rendimento da mandioca está distribuído mais uniformemente que o milho. No caso da mandioca, quase todos os municípios com rendimento acima da média encontram-se do estado de Alagoas ao Sul da Bahia, enquanto os municípios com maior produtividade média do milho se dispersão nos Tabuleiros Costeiros.

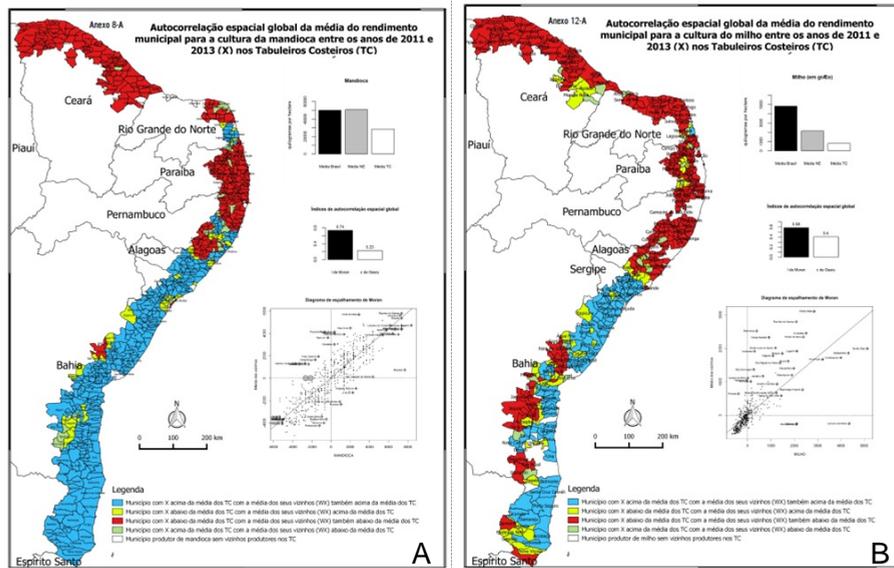


Figura 53. Mapa de Moran da média do rendimento municipal para as culturas da mandioca (A) e milho (B) nos Tabuleiros Costeiros entre os anos de 2011 e 2013.

Elaboração: Marcos Aurélio Santos da Silva.

A uniformidade da distribuição espacial da média do rendimento da mandioca é capturada pelo elevado índice I de Moran (0,74) e c de Geary (0,23). Enquanto a média do rendimento do milho apresenta os seguintes valores, respectivamente, 0,56 e 0,4. No entanto, vale notar que quase todos os municípios dos Tabuleiros Costeiros produzem mandioca, ao contrário do milho. E isso influi no grau de autocorrelação espacial já que a quantidade de municípios vizinhos é reduzida.

O Mapa de Moran nos dá uma noção da distribuição espacial global da média do rendimento, mas esconde as tendências de agregação local. Para avaliar a heterogeneidade local calculamos o índice LISA identificando os agregados espaciais com valores elevados e baixos para a média do rendimento.

A Figura 54A mostra todos os agregados para a cultura da mandioca com destaque para os cinco grandes agregados de produtividade positiva sendo três no estado da Bahia, um em Sergipe e um no agreste de Alagoas. O enorme agregado de rendimento abaixo da média no Ceará denota a inaptidão edafoclimática da região para a cultura. As Figuras 54B e 54C detalham os agregados locais destacando a média e o desvio padrão da variável analisada. Por exemplo, o agregado da Figura 66B tem média de aproximadamente 14 t/ha com desvio padrão de 0,5 t/ha, já o agregado da Figura 66C apresenta uma média de 15 t/ha mas com desvio padrão bastante elevado 2 t/ha. Este fato mostra a região entre Cruz das Almas e Valença como um agregado mais homogêneo que o outro em termos de produtividade da mandioca para o período analisado.

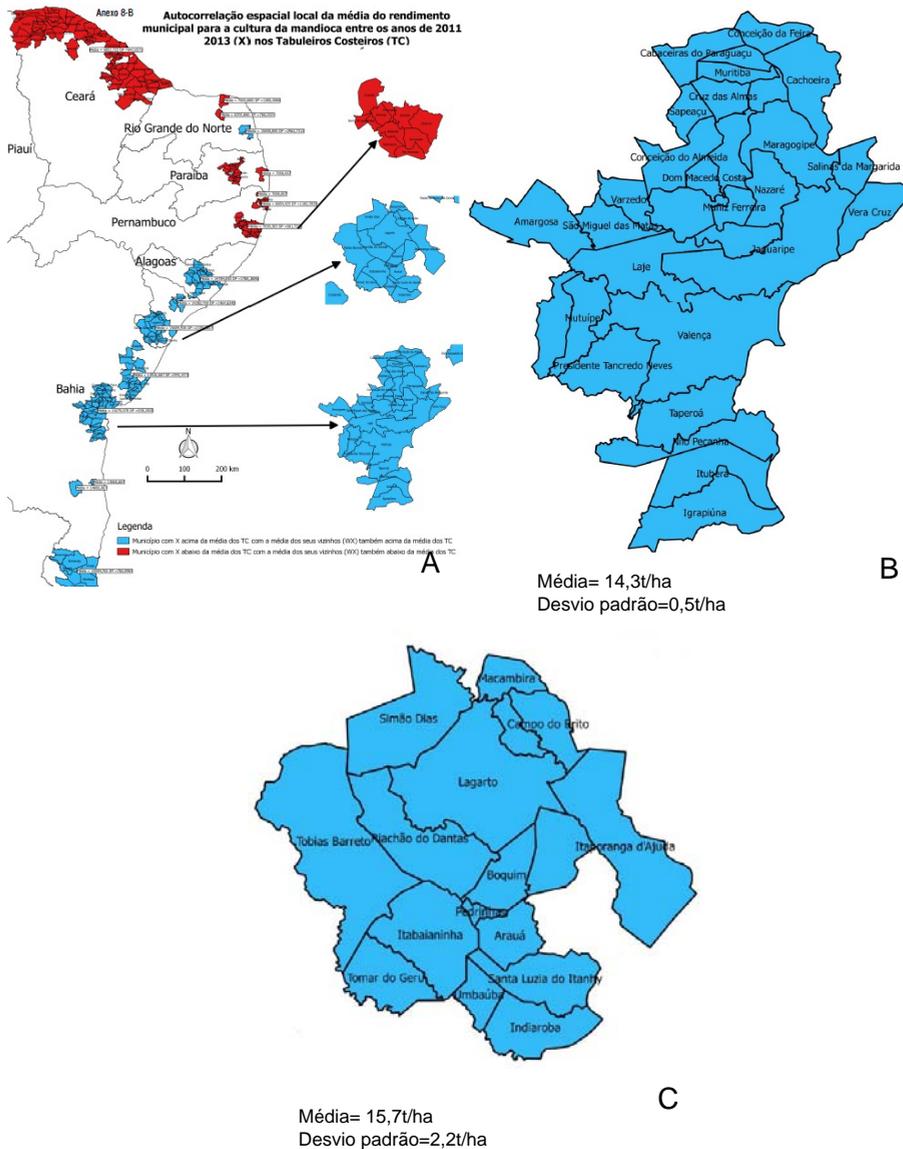


Figura 54. Agregados locais definidos a partir da estatística LISA calculada para a média do rendimento municipal para as culturas da mandioca (A) e banana (B) nos Tabuleiros Costeiros entre os anos de 2011 e 2013.

Elaboração: Marcos Aurélio Santos da Silva.

Importante destacar que não há uma correlação entre o índice I de Moran e a existência ou não de heterogeneidade espacial local. Logo é possível que determinada atividade agropecuária apresente elevado índice I estatisticamente significativo, mas sem a presença de agregados locais.

A atividade agropecuária é dinâmica e sua localização e intensidade mudam de tempos em tempos em função de condições climáticas, econômicas e sociais. A produção de milho na região do semiárido entre Sergipe e Bahia é um exemplo dessa dinâmica, tendo se iniciado na Bahia, se desenvolveu em direção ao Leste, no Semiárido Sergipano.

No âmbito do projeto GeoTC investigou-se, por exemplo, essa agrodinâmica do milho, a partir da análise dos baricentros, assim como a dependência espacial dessa atividade a partir das variáveis área plantada, produção e produtividade municipais entre os anos de 1985 a 2015. Adotou-se como região de referência a divisão política administrativa o Território Rural Sertão Ocidental (TRSO) que agrega os principais municípios produtores de milho de Sergipe, assim como seu entorno (Figura 55A).

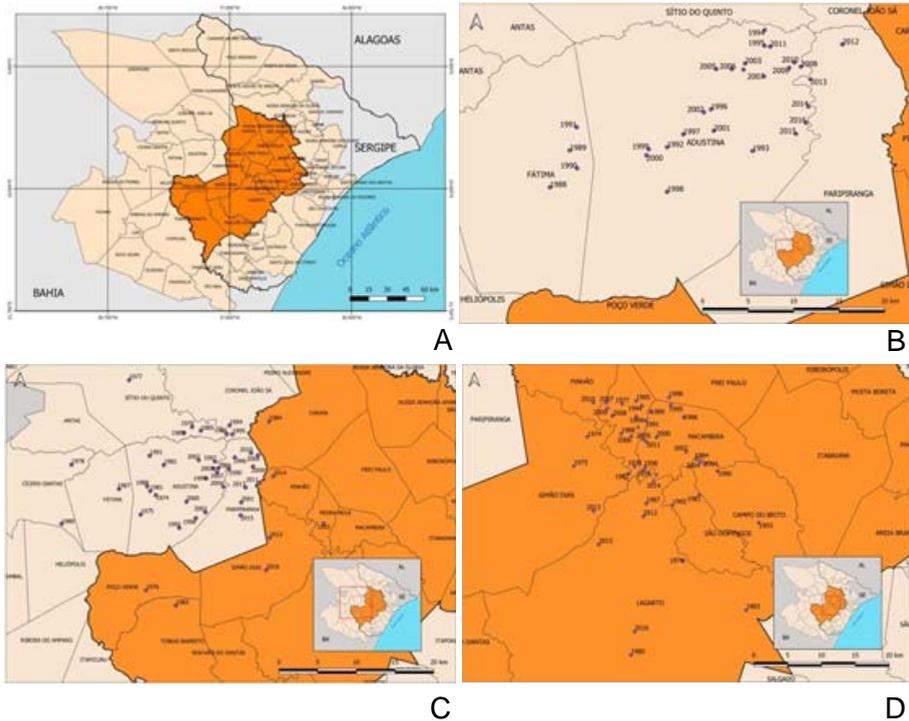


Figura 55. Área de estudo (A), baricentros para a série histórica para as variáveis: área plantada (B), produção (C) e produtividade (D).

Elaboração: Marcos Aurélio Santos da Silva.

O estudo dos baricentros demonstrou que a tendência rumo ao Leste continua para as variáveis área plantada e produção (Figuras 55B e 55C), sendo que a produtividade sempre se concentrou no TRSO (Figura 55D).

Considerações finais

Os resultados obtidos durante o desenvolvimento do Projeto GeoTC contribuem de forma significativa para a definição de macrotemas e linhas de PD&I de relevância estratégica para o planejamento da Embrapa Tabuleiros Costeiros e parceiros, atuando na estruturação, em bases geográficas e territoriais, de bancos de dados sobre os recursos naturais, agrícolas e socioeconômicos, ampliando assim as escalas e a diversidade das informações geocodificadas disponíveis à sociedade brasileira.

O desenvolvimento e disponibilização do Portal GeoTC atuam diretamente na gestão da informação e do conhecimento associado aos processos decisórios estratégicos, táticos e operacionais da Embrapa Tabuleiros Costeiros em PD&I, uma vez que auxiliam a promoção do desenvolvimento sustentável da agropecuária na sua área de atuação, e fornecem informações valiosas para composição de ações que contribuam para o desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias para o adequado manejo e aproveitamento sustentável dos Tabuleiros Costeiros do Nordeste, bem como para o apoio ao aprimoramento e à formulação de estratégias e políticas públicas, a partir de análises e estudos alinhados às necessidades do mercado e do desenvolvimento rural.

Referências

- AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**. Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2018. Disponível em: <www.agritempo.gov.br>. Acesso em: 3 abr. 2018.
- ALEXANDER, L. V.; ZHANG, X.; PETERSON, T. C.; CAESAR, J. Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. **Journal Of Geophysical Research**, v. 111, p. 1-22, 2006.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, D. R.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. : Rome: FAO, 1998.
- ANA. **Sistemas de Informações Hidrológicas – HIDROWEB** 2018. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 3 abr. 2018.
- ASSUNÇÃO, R. M.; LAGE, J. P.; REIS, E. A. Análise de conglomerados espaciais via Árvore Geradora Mínima. **Revista Brasileira de Estatística**, v. 63, n. 220, p. 7–24, 2002.
- ASSUNÇÃO, R. M.; NEVES, M. C.; CÂMARA, G.; FREITAS, C. da C. Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using minimum spanning trees. **International Journal of Geographical Information Science**, v. 20, n. 7, p. 797–811, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/13658810600665111>>.
- BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. Interactive spatial data analysis. **Ecology**, v. 77, n. 5, p. 1642, Jul. 1996
- CPRM. **Banco de Dados GEOBANK**. Serviço Geológico do Brasil. 2018. Disponível em: <<http://geobank.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 3 abr. 2018.
- CPRM. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Serviço Geológico do Brasil. 2018a. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/>> Acesso em: 03 abr. 2018.
- CRESSIE, N. A. C. **Statistics for spatial data**. New York: Wiley and Sons, 1993.
- CRUZ, M. A. S.; ROCHA, R. O. F.; SILVA, A. A. G. da; AMORIM, J. R. A. de; ARAGÃO, R. de. GeoTAB: clima, recursos hídricos e bacias hidrográficas na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. **Scientia Plena**, v. 13, n. 10, 2017.
- DOMPIERI, M. H. G.; RESENDE, R. S.; BARRETO, A. C.; CRUZ, M. A. S.; SILVA, A. A. G. da; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; IVO, W. M. P. de M.; SILVA, M. A. S. da; CUENCA, M. A. G.; FERNANDES, M. F. **Delimitação da área foco de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros e principais aspectos fisiográficos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.
- DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.
- ESRI. **ArcGIS for Windows Version 10.3**. Licence Type ArcInfo. California, EUA, 2015.
- FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data**. Lima: CEPIS/PAHO/WHO, 1988. 78 p.

GEO-CATÁLOGO. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 13 Abr. 2017.

GETIS, A.; ORD, J. K. The analysis of spatial association by use of distance statistics. **Geographical Analysis**, v. 24, n. 3, p. 189–206, 1992.

IBGE. **Censo agropecuário.** Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro>>. Acesso em: 3 abr. 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2010:** características gerais da população: resultados da amostra. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default_populacao.shtm>. Acesso em: 30 Abr. 2019.

IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil. 1: 250.000.** Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 30 Abr. 2019.

IBGE. **Perfil dos Municípios brasileiros.** Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>> Acesso em: 13 Jun. 2019.

INMET. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa.** Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 03 abr. 2018.

INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.** São Paulo, 2018. Disponível em: <www.inpe.gov.br>. Acesso em: 3 abr. 2018.

KOUSKY, E. V. Diurnal rainfall variation in northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 108, p. 488-498, 1980.

KOUSKY, V. E. Frontal Influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 107, p. 1140-1153, 1979.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, v. 36, n. 6, p. 538-551, 1981.

NUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.** Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/>>. Acesso em: 30 ago. 2019.

QGIS Development Team. **QGIS User Guide**, Release 2.18: QGIS Project, 2016

R CORE TEAM. R: **A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.2.2.** R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. Disponível em: <<https://www.R-project.org>>. Acesso em: Abr. 2017.

RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A. **Atlas de qualidade da água subterrânea no Estado de Sergipe com fins de irrigação.** Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

ROCHA, R. O. F.; CRUZ, M. A. S. Avaliação da vulnerabilidade de aquíferos presentes na região de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros, SE. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS, 8., 2018, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018.

SILVA, M. A. S. da; DOMPIERI, M. H. G.; SANTOS, A. V.; ALMEIDA, M. R. M. de; MEDEIROS, S. dos S. **Análise da autocorrelação espacial das principais atividades agropecuárias na área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015a.

SILVA, M. A. S. da; DOMPIERI, M. H. G.; SANTOS, A. V.; ALMEIDA, M. R. M. de; MEDEIROS, S. dos S. **Regionalização da área de atuação da Embrapa Tabuleiros Costeiros a partir do algoritmo SKATER**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015b.

SILVA, M. A. S. da; MACIEL, R. J. S.; MATOS, L. N.; GALINA, M. H. **Terra Som**: sistema para análise de dados geoespaciais agregados por área baseado na rede neural do tipo mapa auto-organizável de Kohonen. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 65).

SOARES, A. **Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2006. 214p..

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: UFRGS; ABRH, 2013. 943 p.

USGS. **EarthExplorer**. Virgínia, EUA, 2018. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 03 abr. 2018.

XAVIER, A. C.; KINGB, C. W.; SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal Of Climatology**, v. 36, n. 6, p. 2644-2659, 2016.

Embrapa

Tabuleiros Costeiros



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL