

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR**

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO NORDESTE**

Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares

**VULNERABILIDADE DO REBANHO PECUÁRIO À VARIABILIDADE
CLIMÁTICA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO**

RICARDO ALEXANDRE IRMÃO

Orientador: Rômulo S. C. Menezes

Coorientador: Janduy Guerra Araújo

Recife, PE

Julho, 2015

RICARDO ALEXANDRE IRMÃO

**VULNERABILIDADE DO REBANHO PECUÁRIO À VARIABILIDADE
CLIMÁTICA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DE PERNAMBUCO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Fontes Renováveis de Energia.

Orientador: Rômulo S. C. Menezes

Coorientador: Janduy Guerra Araújo

Recife, PE

Julho, 2015

Catálogo na fonte
Bibliotecário Carlos Moura, CRB-4 / 1502

I69v

Irmão, Ricardo Alexandre.

Vulnerabilidade do rebanho pecuário à variabilidade climática na região semiárida de Pernambuco. / Ricardo Alexandre Irmão. - Recife: O Autor, 2015.

73 f. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes.

Coorientador: Janduy Guerra Araújo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, 2015.

Inclui referências bibliográficas, apêndice e anexo.

1. Adaptação. 2. Demanda de forragem. 3. Disponibilidade forrageira. 4. Lotação. 5. Seca. I. Menezes, Rômulo Simões Cezar, orientador. II. Araújo, Janduy Guerra, coorientador. III. Título.

CDD 621.48 (21. ed.)

UFPE
BDEN/2015-17

***VULNERABILIDADE DO REBANHO
PECUÁRIO À VARIABILIDADE
CLIMÁTICA NA REGIÃO SEMIÁRIDA
DE PERNAMBUCO***

Ricardo Alexandre Irmão

APROVADA EM: 31.07.2015

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes

COORDINADOR: Prof. Dr. Janduy Guerra Araújo

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Geraldo Eugênio de França – ITEP

Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio – DEN/UFPE

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha - Dept. Zootécnia/UFRPE

Visto e permitida a impressão

Coordenador (a) do PROTEN/DEN/UFPE

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS, pois a Ele devo toda honra, glória e louvor.

A minha esposa, Regina Irmão e a minha filha Renata Irmão, pela dedicação, compreensão, companheirismo e segurança que me guiam em vários momentos da vida.

Um agradecimento mais do que especial ao professor e orientador Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes, a quem admiro pela sua simplicidade. Obrigado pela oportunidade que me foi dado, por tudo o que aprendi e pela colaboração.

Agradeço ao colaborador Dr. Dário Costa Primo por sempre me incentivar nos momentos difíceis.

Agradeço aos colegas do curso do Programa de Pós-graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares.

Agradeço ao Laboratório de Meteorologia do Instituto de Tecnologia de Pernambuco – LAMEP/ITEP, pelos valiosos anos de aprendizado profissional.

Agradeço aos amigos de trabalho Ana Mônica, Hailton Dias, Wanderson Sousa, Janaina Assis, Reinaldo Araújo e em especial ao grande amigo e irmão Janduy Guerra, pelos debates acadêmicos e profissionais sempre bastante proveitosos.

Agradeço a todos aqueles que direta ou indiretamente cooperaram para o fecho desta pesquisa, minha profunda gratidão.

RESUMO

A pecuária é uma importante atividade econômica na região Semiárida do Nordeste do Brasil. Os ruminantes, principalmente bovinos, caprinos e ovinos, são onipresentes e alimentam-se nos pastos, mas também nos campos agrícolas e na vegetação de Caatinga. A estratégia de grande parte dos pecuaristas é aumentar a população de ruminantes com o intuito de explorar ao máximo a biomassa de forragem disponível, o que resulta em altas taxas de lotação. Essa estratégia é relativamente bem sucedida nos períodos de chuva regular, porém não funciona nos períodos de estiagem severa. O ano de 2012 foi um desses momentos em que se observou o colapso do rebanho, com graves consequências sobre o setor agropecuário. O poder público foi solicitado a tomar medidas emergenciais para garantir a sobrevivência do rebanho, mas, infelizmente essas medidas não são viáveis para garantir a sobrevivência de um rebanho de dezenas de milhões de animais em uma área de 1 milhão de km². Em 2014 voltou a chover de forma regular em boa parte da região e poderá ser um novo ciclo de recuperação do rebanho. Cedo ou tarde duas coisas são certas: 1) o rebanho voltará a crescer; e 2) haverá outros anos de seca severa. Uma importante questão que se coloca é a seguinte: É possível desenvolver uma metodologia eficaz para monitorar a vulnerabilidade do rebanho pecuário da região Semiárida do Nordeste, que permita a adoção de ações planejadas que se antecipem aos colapsos? O presente trabalho visa contribuir para a resposta a essa pergunta, ao tentar desenvolver indicadores baseados nas estimativas da demanda e da oferta de biomassa (forragem) em municípios na região semiárida. Como estudo de caso foi escolhido a região semiárida de Pernambuco e dados dos anos de 2011 e 2012. Através do mapeamento da cobertura e uso do solo, dados de produtividade de biomassa obtidos da literatura e dados de produção agrícola do IBGE foram estimados a produção biomassa forrageira para cada município, incluindo a redução na produção entre 2011 e 2012. A estimativa da demanda de biomassa forrageira foi baseada nos dados municipais de produção pecuária do IBGE. Em média, houve redução de 59% na precipitação pluviométrica na região semiárida de Pernambuco entre 2011 e 2012, o que causou uma redução estimada de 53% na produção de biomassa. Como consequência, observou-se uma redução média de 18% no rebanho no semiárido pernambucano, mas essa redução variou entre as mesorregiões (19%, 5% e 21% no Agreste, Sertão do São Francisco e Sertão Pernambucano, respectivamente). O mapeamento dos dados das estimativas da oferta e demanda de forragem nos municípios mostrou boa correlação espacial com os dados das variações no rebanho observadas em 2012. Sendo assim, essa variável mostrou-se potencialmente útil para ser usada como indicador da vulnerabilidade do rebanho pecuário frente a estiagens futuras, permitindo identificar as microrregiões mais vulneráveis com cerca de um ano de antecedência. A metodologia ainda pode ser melhorada com a condução de pesquisas direcionadas para preencher algumas lacunas importantes de dados. As principais limitações atuais de informação, sugestões das áreas prioritárias de pesquisa e também propostas de estratégias para a redução da vulnerabilidade são discutidas no presente trabalho.

Palavras-chave: adaptação; demanda de forragem; disponibilidade forrageira; lotação; seca.

ABSTRACT

Livestock is an important economic activity in the semiarid region of Northeast the Brazilian. Ruminants, especially cattle, goats and sheep, are ubiquitous, and feed in pastures but also in agricultural fields and the Caatinga vegetation. The strategy of a large part of the ranchers is to increase the population of ruminants in order to exploit to the maximum the biomass of forage available, which results in high rates of manning. This strategy is relatively successful in periods of rain regularly, but does not work in periods of severe drought. The year 2012 was one of those moments in which we observed the collapse of the flock, with serious consequences for the agricultural sector. The public authority was asked to take emergency measures to ensure the survival of the flock but, unfortunately, these measures are not feasible to ensure the survival of a flock of tens of millions of animals in an area of 1 million km². In this year of 2014 it's raining again on a regular basis in a good part of the region and it is observed that this may be the beginning of a new cycle of recovery of the flock. Sooner or later two things are certain: 1) the flock will return to growth; and 2) there will be other years of severe drought. An important question that arises is the following: It is possible to develop an effective methodology to monitor the vulnerability of livestock herd the region semiarid the Northeast, which will allow the adoption of planned actions that are expected to collapses? The present work aims to contribute to the answer to this question, in trying to develop indicators based on estimates of demand and supply of forage in municipalities in the region semiarid. As a case study was chosen to semiarid region of Pernambuco and figures for the years 2011 and 2012. By mapping the coverage and use of soil data, productivity of forage obtained from literature and data of agricultural production in the IBGE was estimated the production of forage for each municipality, including the reduction in production between 2011 and 2012. The estimate of the demand for forage was based on data municipal livestock production of IBGE. On average, there was a reduction of 59% in annual rainfall in the region semiarid of Pernambuco State between 2011 and 2012, which caused an estimated reduction of 53% in forage production. As a result, it was observed a mean reduction of 18% in flock in semi-arid pernambucano, but this reduction varied among the mesoregions (19% 5% and 21% in the Agreste, Hinterland of San Francisco and Hinterland Pernambucano, respectively). The mapping of the data of the estimates of demand and supply of forage in municipalities showed good correlation with spatial data variations in flock observed in 2012. Thus, this variable proved to be potentially useful to be used as an indicator of the vulnerability of livestock herd forward to future droughts, allowing you to identify the microregions more vulnerable with approximately one year in advance. The methodology could be improved with the conduct of research directed to fill some important gaps in data. The main limitations of current information, suggestions of the priority areas for research and also proposals for strategies for the reduction of vulnerability are discussed in this work.

Keywords: adaptation; demand for forage; forage availability; manning; dry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Efeitos regionais na América do Sul do El Niño e La Niña.	19
Figura 2. Mapa do Estado e Mesorregiões de Pernambuco	24
Figura 3. Distribuição espacial da precipitação pluviométrica climatológica anual em Pernambuco.....	25
Figura 4. Temperatura Média em Pernambuco	26
Figura 5. Temperatura Máxima Média em Pernambuco.....	27
Figura 6. Temperatura Mínima Média em Pernambuco	27
Figura 7. Mapa de solos do Agreste Pernambucano.	29
Figura 8. Mapa de solos do Sertão Pernambucano.	30
Figura 9. Mapa de solos do Sertão São Francisco.....	30
Figura 10. Aptidão agroecológica para o Estado de Pernambuco.....	31
Figura 11. Interpretação Visual das Classes de Uso de Cobertura do Solo	32
Figura 12. Distribuição espacial dos postos pluviométricos no Estado de Pernambuco	33
Figura 13. Distribuição da precipitação pluviométrica anual (mm) em Pernambuco nos anos de 2011 (esquerda) e 2012 (direita).....	41
Figura 14. Distribuição espacial da relação entre a produção de biomassa e a demanda pelo rebanho pecuário em Pernambuco no ano de 2012.....	47
Figura 15. Distribuição espacial da variação do rebanho pecuário na região semiárida de Pernambuco no ano de 2012 em relação ao rebanho de 2011 (Variação = rebanho em 2012/rebanho em 2011 - 1).....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Efeito de diferentes níveis de manipulação da Caatinga sobre a capacidade de suporte da pastagem	22
Tabela 2. Valores de referência adotados para a produção de forragem em áreas sob diferentes tipos de cobertura e uso da terra na região semiárida de Pernambuco.....	35
Tabela 3. Valores de índice de colheita e de restolho para as principais culturas agrícolas plantadas na região semiárida de Pernambuco.....	37
Tabela 4 . Tabela de equivalência do rebanho pecuário em unidades animais (UA) e demanda de forragem anual estimada por tipo de animal.	38
Tabela 5. Precipitação e produtividade média de biomassa na região semiárida de Pernambuco em 2011 e 2012.	39
Tabela 6. Área sob diferentes tipos de cobertura e uso da terra na região semiárida de Pernambuco.....	40
Tabela 7. Rebanho pecuário nas mesorregiões do semiárido de Pernambuco em 2011 e 2012.	42
Tabela 8. Produção de biomassa, rebanho pecuário, relações entre a produção e a demanda de forragem, e variação no rebanho entre 2011 e 2012, na região semiárida de Pernambuco.	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Região Semiárida.....	15
2.2 Sistemas Meteorológicos Atuantes no Nordeste Brasileiro	16
2.3 As Implicações dos Fenômenos El Niño e La Niña no Nordeste do Brasil	17
2.4 A Relação entre o Clima e o Sistema Pecuário	19
2.5 Manipulação da Vegetação da Caatinga para Exploração Pecuária	20
2.6 Uso da Palma Forrageira na Alimentação dos Ruminantes	23
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	24
3.1 Descrição da Área de Estudo.....	24
3.2 Características Climáticas	24
3.3 Perspectivas para o Semiárido Pernambucano Face às Mudanças Climáticas	27
3.4 Características Pedológicas	28
3.5 Aptidão Agrícola	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Material.....	32
4.1.1 Dados de uso e cobertura da terra	32
4.1.2 Dados de precipitação	33
4.2 Métodos	34
4.2.1 Fluxograma da metodologia empregada na pesquisa.....	34
4.2.2 Estimativa da produtividade de biomassa	34
4.2.2.1 Estimativa da produtividade média de biomassa nas áreas de pastagem herbácea, Caatinga aberta e Caatinga densa.....	34
4.2.2.2 Estimativa da produção de biomassa forrageira nas áreas agrícolas.....	35
4.2.3 Estimativa da demanda de forragem	37
4.2.4 Relação oferta/demanda de forragem	38
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
5.1 Inter-relações entre Precipitação, Cobertura e Uso da Terra	39
5.2 Efeito da Estiagem Sobre a Produção de Biomassa	43
5.3 Efeito da Estiagem Sobre o Rebanho Pecuário	44

6. CONCLUSÕES.....	49
6.1 Sobre a Metodologia.....	49
6.2 Estratégia de Adaptação	49
6.3 Lacunas de Informações	49
7. REFERÊNCIAS	50
8. APÊNDICE	60
8.1 Índices Calculados da Produção de Biomassa, Demanda de Forragem e a Relação entre a Produção e Demanda para os Anos de 2011 e 2012 nas Mesorregiões do Agreste, Sertão do São Francisco e Sertão Pernambucano.....	60
9. ANEXO.....	73

1. INTRODUÇÃO

A região Semiárida do Nordeste do Brasil tem uma área de aproximadamente um milhão de quilômetros quadrados, grande parte sobreposta com o Bioma Caatinga. A maior parte dessa área tem precipitação média anual inferior a 1000 mm, concentrada de três a cinco meses do ano, com forte variabilidade espacial e temporal (REDDY, 1983), e está sujeita à secas severas que ocorrem no intervalo de 10 a 15 anos (SAMPAIO, 1995).

Na região vive uma população de mais de 20 milhões de pessoas, que hoje reside predominantemente nas áreas urbanas dos municípios (IBGE, 2010). No entanto, a economia regional é ainda fortemente dependente das atividades agropecuárias, em particular da criação de ruminantes para produção de carne e leite (MENEZES et al, 2012). Esse destaque da pecuária é antigo, pois tem sido uma das principais atividades econômicas na região desde o início da colonização. Outros usos relevantes da terra incluem a extração de lenha da Caatinga e a agricultura de sequeiro de culturas de subsistência, principalmente milho, feijão e mandioca.

As áreas ocupadas do Semiárido estão distribuídas em campos agrícolas (15%), pastos plantados (15%), pastagem nativa (30%) e Caatinga (40%) (SAMPAIO & COSTA, 2011). Da área agrícola, menos de 2% são culturas permanentes e a maioria das culturas anuais é plantada no sistema de sequeiro, após o corte e queima da vegetação nativa. O desmatamento para extração de lenha atinge entre 2 e 3% da área anualmente, portanto mais de 80% da cobertura vegetal nativa corresponde a vegetação pioneira e secundária em diferentes estádios de regeneração (SAMPAIO & COSTA, 2011).

Os ruminantes, em sua maioria bovina (cerca de 28 milhões na Região Nordeste em 2011, segundo o IBGE), mas também, caprinos e ovinos (17 milhões somados, na mesma Região, em 2011), estão presentes em todos os municípios e alimentam-se nos pastos, mas também nos campos agrícolas e na vegetação de Caatinga (SAMPAIO & COSTA, 2011). Em geral, sob condições ideais, há uma boa quantidade de forragem na estação de chuva, porém, há baixa disponibilidade na estação seca, o que leva a ciclos de ganho e perda de peso. Inúmeras vezes, os pecuaristas tendem a aumentar a população de ruminantes com o intuito de explorar ao máximo a biomassa forrageira disponível, o que resulta em altas taxas de lotação. Essa estratégia é relativamente bem sucedida nos períodos de chuva regular, porém não funciona nos períodos de estiagem severa, quando acontecem anos sucessivos de baixa precipitação. Nesses períodos, o rebanho da região reduz-se devido à morte, venda, retirada ou abate precoce dos animais (CARVALHO et al, 2003). Tudo isso é agravado por uma

estrutura fundiária em que a maioria das propriedades tem área menor que 20 ha e proprietários descapitalizados.

Ao longo dos últimos séculos, há registros de várias secas severas que provocaram fortes impactos sobre o rebanho e a população da região. No passado, ocorriam, inclusive, mortes significativas de pessoas, devido à falta de água e alimentos. Nas últimas décadas, felizmente, os efeitos das secas sobre a população humana têm sido menos severos, devido à maior mobilidade e aos vários mecanismos de assistência social implantados no país. Os efeitos sobre o rebanho pecuário, entretanto, continuam sendo severos.

O ano de 2012 foi mais um desses momentos em que se observou o colapso do rebanho na região, com graves consequências sobre a economia, em particular, sobre o setor agropecuário (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, 2012). A crise nesse ano foi agravada pelo fato de terem ocorrido precipitações regulares ou acima da média por um período de quase uma década, o que, aliado a outras variáveis, deu as condições para que o rebanho de ruminantes aumentasse muito. A demanda de forragem desse rebanho aumentado não pode ser atendida em 2012 quando houve redução de mais de 50% na precipitação em relação à média, em grande parte da região.

Uma das reações à crise foi à pressão dos pecuaristas para que o governo tomasse medidas emergenciais para garantir a sobrevivência do rebanho. Infelizmente, ações do poder público para garantir, em caráter emergencial, a sobrevivência de um rebanho de dezenas de milhões de animais espalhados em uma área de aproximadamente 1 milhão de km² são pouco viáveis. Entretanto, como o custo político de não tomar nenhuma medida seria muito alto para o governo, algumas ações de transporte de forragem (cana-de-açúcar, bagaço de cana, milho, entre outras) foram realizadas. Essas ações não evitaram o colapso do rebanho, tiveram um impacto pontual, relativamente limitado, e um alto custo financeiro.

No ano de 2014 voltou a chover de forma mais regular em boa parte da região (Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC, 2014) e observou-se o que poderia ser o início de um novo ciclo de recuperação do rebanho, caso as chuvas regulares persistissem por mais alguns anos. No entanto, já em 2015, o cenário de escassez hídrica voltou a prevalecer na região semiárida devido ao fenômeno El Niño, o que neste âmbito ocasiona redução no rebanho.

Colocam-se, portanto, as seguintes questões: As instituições governamentais e o setor acadêmico irão esperar e observar impassivelmente os futuros ciclos de crescimento e colapso do rebanho? É possível desenvolver uma metodologia eficaz para monitorar a vulnerabilidade do rebanho pecuário da região semiárida do Nordeste, que permita a adoção de ações que se

antecipem aos colapsos? Que políticas públicas seriam capazes de estimular efetivamente a adaptação do setor pecuário às estiagens severas?

A resposta à primeira pergunta é, evidentemente, não. O setor acadêmico tem a missão de contribuir na busca de soluções viáveis para esse problema. Dada à complexidade do tema, será também necessário que todos os setores pertinentes, públicos e privados, nas diversas esferas, contribuam nessa discussão e na busca das melhores soluções possíveis. As estratégias devem focar na identificação prévia das áreas mais críticas e vulneráveis (antes do evento de estiagem se caracterizar) e na redução do rebanho e aumento da produção de forragem nessas áreas em tempo hábil e com ações que evitem o colapso.

O presente trabalho visa contribuir nessa direção ao propor uma metodologia de monitoramento da vulnerabilidade do rebanho pecuário na região semiárida do Nordeste através da estimativa da demanda e da oferta de biomassa, visando aprimorar a capacidade de adaptação para os eventos de seca extrema.

Espera-se que os dados hoje disponíveis sobre o rebanho pecuário em cada município, aliados às informações sobre a cobertura e uso da terra na região, geradas a partir de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, permitam realizar estimativas sobre as taxas de lotação e a capacidade de suporte. Espera-se também que essas variáveis permitam gerar indicadores da vulnerabilidade do rebanho nas microrregiões da região semiárida frente a estiagens severas, permitindo um maior prazo para implantarem-se ações de adaptação para minimizar os efeitos desses eventos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Região Semiárida

A região semiárida cobre aproximadamente 11% do território brasileiro, com aproximadamente um milhão de quilômetros quadrados e abrange 1.132 municípios em nove estados do Nordeste e Norte de Minas Gerais (IBGE, 2010). Do ponto de vista climático, a definição de semiárido vem da classificação do clima de Thornthwaite (AYOADE, 1988) que o definiu em função do Índice de Aridez (IA), que é conhecido como a razão entre a precipitação e a evapotranspiração potencial.

A ocorrência das chuvas na região, principalmente no verão (dezembro – fevereiro) e outono (março – maio), é marcada por grande variabilidade espaço-temporal (VIEIRA, 2010), em especial, o sul do semiárido nordestino que apresenta maior precipitação de verão e a parcela setentrional precipitações de outono. Adicionalmente, a significativa variabilidade interanual impõe secas severas, sobrepostas à variabilidade decadal que produz sequências de anos secos ou úmidos (SOUZA FILHO, 2011).

Quando se pensa no semiárido, tradicionalmente vem à tona a questão da seca. CONTI (1998) explicou que as secas ocorrem quando há insuficiência de água no ambiente, ou seja, quando o volume de precipitação pluviométrica é incapaz de repor a água retirada do solo pelos altos índices de evaporação e evapotranspiração. Ainda nesse aspecto, de acordo com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE (2000 & GOMES 2001, p. 77):

“As Secas podem ser classificadas em três categorias: hidrológicas, agrícolas e efetivas”. A hidrológica caracteriza-se por uma pequena, mas bem distribuída, precipitação. As chuvas são suficientes apenas para dar suporte à agricultura de subsistência e às pastagens.

A seca agrícola, também conhecida como seca verde, acontece quando há chuvas abundantes, mas mal distribuídas em termos de tempo e de espaço. A seca efetiva ocorre quando há baixa precipitação de chuvas, tornando difícil a alimentação das populações e dos rebanhos e impossibilitando a manutenção dos reservatórios de água para consumo humano e animal”.

De modo geral, qualquer alteração no regime pluviométrico pode causar o surgimento ou a intensificação de uma dinâmica climática que pode trazer diversos transtornos à população e às atividades econômicas tradicionais, além dos impactos no meio ambiente

(LUCENA, 2012). Para se entender a fragilidade do semiárido nordestino às secas, é preciso destacar que, historicamente, a quase totalidade da atividade agropecuária nessa parte do Brasil é dependente do ciclo das chuvas (DUARTE, 2002).

Neste sentido, uma seca de grandes proporções pode provocar quebra generalizada da safra e perdas consideráveis dos rebanhos, principalmente do gado bovino (DUARTE, 2002). Seguindo a mesma linha de raciocínio, SOUZA (1998) afirmou que a seca no Nordeste brasileiro é um fenômeno que se repete ao longo dos anos, trazendo a escassez hídrica e prejudicando a produção agropecuária da região.

No entanto, o problema crítico das secas no Nordeste brasileiro não está apenas associado a sua repetição, mas também, ao crescimento populacional que se estabelece no interior da região e pela estrutura produtiva inadequada que termina por expor a população ao fenômeno da estiagem, até então natural, aumentando os riscos de desastres.

A maior parte da região semiárida do Nordeste é ocupada por uma vegetação adaptada ao clima local, denominada Caatinga. Fitogeograficamente, o bioma Caatinga é um dos maiores do Brasil, ocupando grande parte do Nordeste brasileiro, sendo um bioma único que apresenta grande variedade de paisagens e riquezas biológicas, resultando em um ecossistema que reúne a maior diversidade espacial de paisagens do país (DRUMOND et al, 2000).

2.2 Sistemas Meteorológicos Atuantes no Nordeste Brasileiro

Em conformidade com ALVES (1991), existem pelo menos seis sistemas atmosféricos que produzem precipitação significativa no Nordeste do Brasil: 1) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT); 2) Bandas de nebulosidade associadas a frentes frias; 3) Distúrbios de leste; 4) Ciclones na média e alta troposfera do tipo baixas frias; 5) Vórtices Ciclônicos de Ar Superior, (VCAS); e 6) brisas terrestre e marítima. Ainda, segundo esse autor, tais fenômenos atuam em regiões distintas e se superpõem em algumas sub-regiões, nas mesmas épocas ou em épocas diferentes, sendo que alguns deles são influenciados pelo albedo e orografia e os VCAS, em particular, são transientes, de maneira que variam muito de posição e não possuem uma sub-região preferencial para atuar, embora possam modificar o tempo em toda a região Nordeste, atuando durante vários dias (ALVES et al, 2004).

As brisas marítimas ocorrem na faixa costeira de todo o Nordeste e em quase todos os meses do ano e seus efeitos podem ser sentidos até 100 km dentro do continente. Em janeiro e fevereiro, a precipitação sobre a região é influenciada pelas frentes frias que chegam à Bahia, ocasionando instabilidade, a qual, por sua vez, favorece a formação de convecção nos estados

mais ao norte, principalmente no sul do Maranhão, Piauí e Ceará (ALVES, 1991). Também é importante a presença, em altos níveis, dos VCAS associados a frentes frias (KOUSKY & GAN, 1981).

Do ponto de vista climático, janeiro é um dos meses mais chuvosos do centro-sul do Nordeste do Brasil e o mais chuvoso da pré-estação do setor norte da região. Na pré-estação, no período de novembro a janeiro, as chuvas do Nordeste aparentemente sofrem pouca influência das condições de contorno à superfície, por exemplo, a temperatura da superfície do mar (TSM), diferentemente do que acontece com o seu período chuvoso, em particular do seu setor mais semiárido (MOURA & SHUKLA 1981, NOBRE & SHUKLA, 1996).

2.3 As Implicações dos Fenômenos El Niño e La Niña no Nordeste do Brasil

Os fenômenos El Niño e La Niña são caracterizados, respectivamente, pelo aquecimento ou resfriamento anômalo da superfície do Oceano Pacífico tropical e interferem nas condições meteorológicas de diversas regiões do globo (MARENGO, 2002; MARENGO & SILVA DIAS, 2006; IPCC, 2014). O Nordeste brasileiro situa-se numa das regiões de grande impacto do El Niño e La Niña, estando associado a alterações em alguns elementos meteorológicos. Os principais efeitos na região se dão sobre a precipitação pluvial e a temperatura do ar.

As secas intensas no semiárido nordestino e as inundações catastróficas ocorridas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil possui uma íntima relação com o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) (HASTENRATH & HELLER, 1977; COVEY & HASTENRATH, 1978). Quando o fenômeno apresenta-se totalmente configurado, traz como consequências a redução das chuvas sobre o Nordeste brasileiro. Com esta redução, há perdas na agricultura de sequeiro e na pecuária, menor oferta de energia elétrica e comprometimento do abastecimento de água para população humana e animal. Na região Sul e Sudeste, há aumento das chuvas de dezembro a fevereiro, inverno mais quente e ventos fortes em altos níveis (GEO BRASIL, 2002).

Ainda de acordo com GEO BRASIL (2002), o El Niño de 1982-1983, que segundo diversas medidas efetuadas, foi considerado até então o mais forte do século passado, não foi previsto e nem mesmo reconhecido pelos cientistas em seus estágios iniciais. Esse episódio foi marcado por excepcional elevação da temperatura da superfície do mar no Pacífico Equatorial e causou grandes alterações climáticas no Brasil. Praticamente, todas as regiões

Sul e Sudeste apresentaram nos trimestres de março-abril-maio e de junho-julho-agosto de 1983, precipitações que superaram os níveis normais, de modo significativo.

Na região Nordeste, devido ao regime de chuvas irregular, os impactos ambientais e econômicos do El Niño desse período foram muito severos. Após três anos de precipitação baixa, o El Niño de 1982-1983 provocou uma das maiores secas da história do Nordeste (GEO BRASIL, 2002).

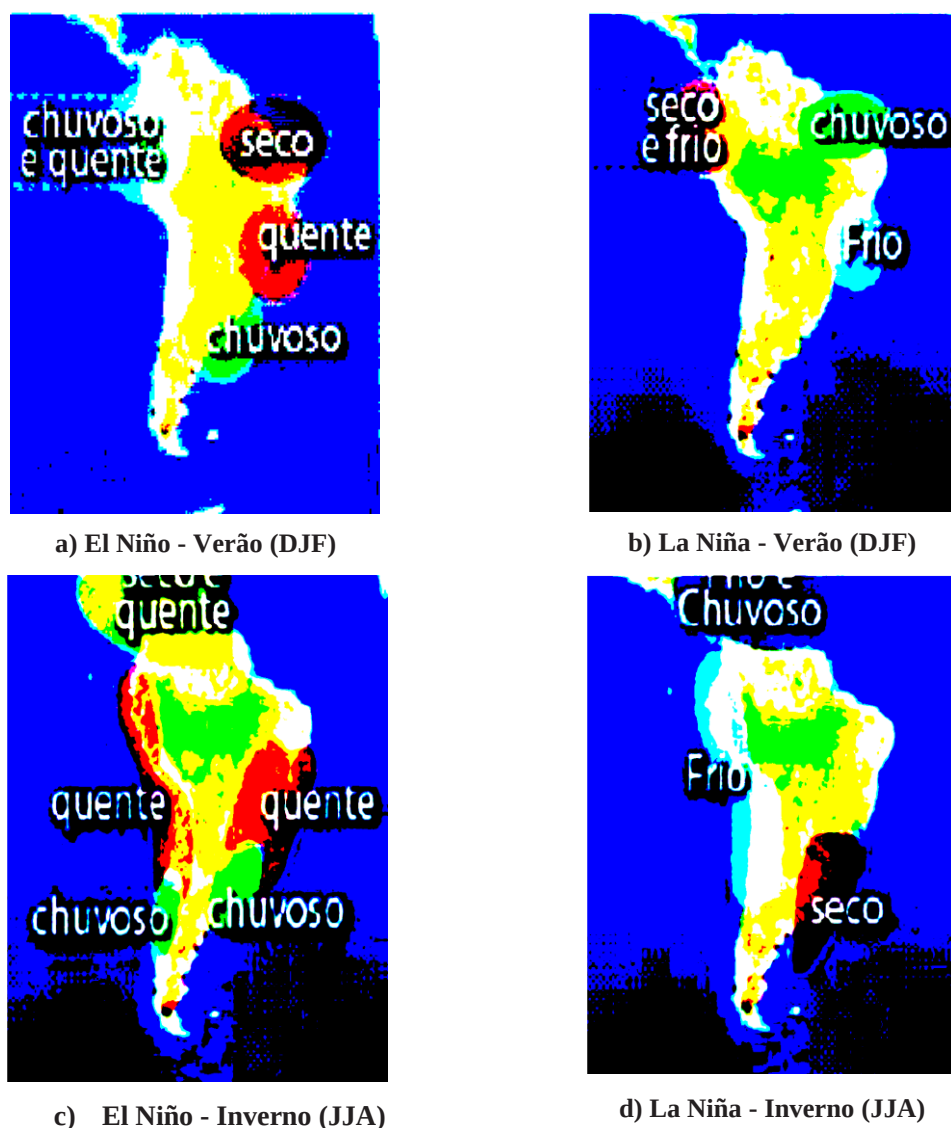
ARAGÃO (1998) comentou que, no ano de 1998, as chuvas foram reduzidas em torno de 70% em Pernambuco e foi considerada uma das secas mais intensas do século passado, causando grandes problemas de abastecimento humano e animal. Isto se deveu ao fato do fenômeno El Niño ter se iniciado em 1997 e intensificado em 1998, o mesmo cenário que se deu com a atuação do El Niño nos anos de 2012 e 2013. De acordo com a Confederação Nacional de Municípios – (CNM), as secas desse período foram as piores dos últimos 50 anos, atingindo mais de 1,4 mil municípios da região.

No Nordeste do Brasil, o evento La Niña ao contrário do El Niño, tem sido associado à ocorrência de estações chuvosas mais úmidas que o normal (ALVES et al, 1997). A Figura 1 apresenta didaticamente os impactos observados do El Niño e La Niña na América do Sul, considerando o histórico destes eventos durante os últimos 50 anos.

Estatisticamente, nos últimos anos em que ocorreram eventos de El Niño, apenas em três ocasiões tal fenômeno foi sucedido pela La Niña. O episódio intenso de El Niño em 1982/83 foi seguido de um evento fraco de La Niña em 1984/85, o evento de 1986/87 foi acompanhado de um forte La Niña em 1988/89. O El Niño longo, mas pouco intenso em 1990-94 foi sucedido de um episódio fraco de La Niña em 1995/96.

El Niño e La Niña são oscilações normais, previsíveis, das temperaturas da superfície do mar, nas quais o homem não pode interferir. São fenômenos naturais, variações normais do sistema climático da Terra, que existem há milhares de anos e continuarão existindo (MARENGO, 2006).

Figura 1. Efeitos regionais na América do Sul do El Niño e La Niña.



Fonte: <http://www.cptec.inpe.br/enos/>

2.4 A Relação entre o Clima e o Sistema Pecuário

A pecuária no semiárido brasileiro é uma atividade importante para a economia e sobrevivência da população local, porém, nas condições climáticas comuns ao semiárido, apresenta grandes variações de produção, de ano para ano. Quanto ao estudo geográfico do clima em sua relação com esse setor econômico, SANT'ANNA NETO (1998) defende que “a análise na perspectiva da organização do espaço agrícola deve partir de uma concepção de clima como insumo nos processos naturais e de produção”.

Ele afirmou, ainda, que as irregularidades temporais do clima apresentam forte impacto na pecuária, pois interferem na disponibilidade de forragem, oferecendo ou não as condições necessárias e exigências de calor e água no ritmo e período adequado. Ademais acrescentou que, ao se considerar o clima como insumo na produção agropecuária, pretende-se afirmar que o seu papel é de regulador do processo.

ANTONINO (2000) assegurou que no semiárido brasileiro, a água é um dos fatores limitantes e mais importantes à obtenção de elevadas produtividades no setor agropecuário, principalmente por causa da extrema variabilidade das condições climáticas, fazendo com que em alguns anos o suprimento de água às plantas seja suficiente para seu crescimento e desenvolvimento, enquanto em outros, a falta da chuva pode levar à perda total do pasto e da colheita.

No entendimento de SILVA et al. (2008), no Nordeste do Brasil, a agricultura e a pecuária são os segmentos que mais dependem das condições naturais, principalmente do clima e do solo, pois vão controlar o crescimento e o desenvolvimento das culturas e do pasto, ou seja, os elementos climáticos combinados com as características do solo de determinada região podem contribuir para potencializar a agropecuária.

Na opinião de PORTO (2009), existe todo um aparato tecnológico compatível com as condições ecológicas da região Nordeste do Brasil, entretanto, a pecuária do semiárido nordestino continua sujeita a violentas flutuações desencadeadas por adversidades climáticas, o que demonstra que um dos principais objetivos originais da política de desenvolvimento regional – fortalecer a economia da região semiárida contra os efeitos da seca – ainda está por ser exercido.

2.5 Manipulação da Vegetação da Caatinga para Exploração Pecuária

A Caatinga, vegetação nativa do semiárido brasileiro, encontra-se em diferentes estágios de sucessão secundária, resultante, principalmente, das atividades agropecuárias. As consequências desse modelo extrativista predatório se fazem sentir sob as mais variadas formas. No aspecto ambiental, verificam-se perdas irreversíveis da diversidade florística e faunística, processos de degradação do solo e um quadro de desertificação em 15% da área da Caatinga em alguns estados do Nordeste. (ARAÚJO FILHO et al, 2002).

A vegetação típica do semiárido destaca-se por possuir um contingente elevado de espécies forrageiras em seus estágios herbáceo, arbustivo e arbóreo. No entanto, nas condições atuais, a disponibilidade de biomassa (parte aérea) em qualquer estação do ano é baixa, quer em virtude da altura do dossel da camada arbórea na época das chuvas, quer em

função do baixo valor nutricional da forragem disponível na época seca (ARAÚJO FILHO, 1982).

De conformidade com SILVA et al. (1999) em uma pesquisa conduzida em Sobral, Ceará, no período de janeiro de 1992 a julho de 1994, objetivando determinar o desempenho produtivo de ovinos, produção de forragem e características fitossociológicas do estrato herbáceo da Caatinga submetida à adubação orgânica e pastoreio de curta duração, com duas taxas de lotação, a disponibilidade de biomassa aumentou de 2.407,3 kg/ha em 1992 para 4.085,00 kg/ha em 1994, ou seja, 69,7%, provavelmente em virtude das melhores condições de pluviosidade verificadas no último ano.

YDOYAGA-SANTANA et al. (2010), em um estudo sobre a caracterização da Caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco, constataram que o estrato herbáceo era formado, principalmente, por capim-buffel e pelo componente “outras espécies”, com disponibilidades e participações iniciais de 1.885 e 1.930 kg MS/ha, totalizando cerca de 3.800 kg MS/ha.

O déficit hídrico é o principal fator limitante para o crescimento das forrageiras (RANGEL et al, 2001). ARAÚJO FILHO et al. (2002) observaram em uma área de Caatinga localizada em Ouricuri, Sertão pernambucano, que diminuições em torno de 50% na precipitação não alteraram significativamente a produção de biomassa. No entanto, a redução de 60% na precipitação do ano de 1990 pra 1991 resultou em perda de 43% na produção de biomassa. Esses resultados sugerem que a relação entre as variáveis resulte em variação categórica, na qual alterações superiores a 50% na precipitação acarretam em grandes modificações na produtividade.

Apesar da dependência hídrica e da grande área degradada na região semiárida nordestina, ARAÚJO FILHO (1985) ressaltou que, quando manipulada e manejada, a Caatinga pode manter níveis adequados de produção animal sem perdas significantes da biodiversidade e do potencial produtivo. Dentre as alternativas disponíveis visando o aumento da produção de biomassa e melhor desempenho dos rebanhos, três técnicas são mais comumente utilizados: raleamento, rebaixamento e enriquecimento (ARAÚJO FILHO, 1990).

Nesse contexto, é imperativo pensar na capacidade de suporte da Caatinga face a diferentes técnicas de manipulação como evidenciado por diversos pesquisadores. A Tabela 1 sumariza tais resultados.

Tabela 1. Efeito de diferentes níveis de manipulação da Caatinga sobre a capacidade de suporte da pastagem

Nível de Manipulação	Capacidade de Suporte (ha/animal/ano)	
	Ovino/Caprino	Bovino
Caatinga Nativa	1,3-1,5	10 - 12
Caatinga Raleada	0,5	2,5-3,0
Caatinga Rebaixada	1,0-1,5/0,5-0,7	3,5-4,5
Caatinga Enriquecida sem adubo	0,1-0,5	1,0-1,5
Caatinga Enriquecida com adubo	0,1 (ovin.)	xxxxxx

Fonte: Adaptado de Araújo Filho (1995), Araújo Filho (1998), Sousa et al. (1998)

Estas capacidades de suporte evidenciam os efeitos positivos da produção de biomassa na Caatinga com a manipulação da vegetação nativa, inclusive superando a capacidade de suporte de outros ecossistemas semiáridos, como as savanas da Venezuela (GONZÁLES & JIMENEZ, 1979) que necessitam de mais de 11 ha para abastecer uma unidade animal, e as pastagens naturais australianas, que possuíam uma capacidade de suporte de 15 ha (U.A. ano)⁻¹ (UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION, 1979).

GUIMARÃES FILHO et al. (1995) relataram valores de 12 –15 ha (U.A. ano)⁻¹ para a capacidade de suporte da Caatinga. Considerando-se apenas a época chuvosa do ano, a capacidade de suporte da Caatinga fica em torno de 4 - 5 ha (U.A.ano)⁻¹.

A agropecuária ainda é o principal meio de sobrevivência da comunidade rural e a principal atividade econômica da maioria dos municípios menos populosos da região semiárida do Nordeste. O Censo Agropecuário do IBGE, em 2006, contabilizou em torno de 1,7 milhões de estabelecimentos rurais no semiárido nordestino, abrangendo 49,4 milhões de ha, sendo que 450 mil estabelecimentos tinham área menor que 2 hectares e 560 mil área entre 2 e 5 hectares. Isto implica que um milhão de estabelecimentos são rotulados como minifúndios, unidades econômicas cujo tamanho é insuficiente para propiciar, nas condições do Semiárido, sustentabilidade em um sentido amplo. Porém, esses estabelecimentos contribuíram com 31% do valor total da produção agrícola do semiárido. Ademais, ainda de acordo com o IBGE (2006), 40 mil estabelecimentos com mais de 200 hectares foram responsáveis por 14% do valor da produção.

2.6 Uso da Palma Forrageira na Alimentação dos Ruminantes

As primeiras espécies de palma foram introduzidas no Brasil através dos portugueses. Elas foram trazidas do México com o propósito de ser criatório de cochonilha para a produção de corante natural (PESSOA, 1967). Em meados do século XIX, passou a ser utilizada como alimento para o rebanho de ruminantes devido ao seu potencial alimentício e a sua palatabilidade, resultando no interesse agrônomo em estudá-la, de modo que várias pesquisas relacionadas a essa forrageira vem identificando o seu real potencial como alimento e seus benefícios econômicos e produtivos para a pecuária do semiárido.

A palma é uma cultura bem adaptada às condições do semiárido, resistindo a grandes períodos de estiagem devido às suas características fisiológicas, as quais contemplam um processo fotossintético responsável por uma grande economia de água. Porém, segundo VIANA (1969) e NOBEL (1995) o seu desempenho é influenciado por fatores climáticos, de modo que o rendimento é melhor em áreas com totais pluviométricos anuais de 400 a 800 mm, umidade relativa acima de 40% e temperaturas médias diurno-noturna de 25 a 15°C.

Nos últimos anos, os criadores das bacias leiteiras do estado de Pernambuco e Alagoas, voltaram a cultivar em larga escala a palma forrageira. Estima-se existirem hoje, no Nordeste, aproximadamente 500 mil hectares cultivados, constituindo - se numa das principais forrageiras, para o gado leiteiro, na época seca (SANTOS et al, 2006).

Em Pernambuco, há predominância de três cultivares, a saber: gigante ou graúda, redonda e miúda ou doce. Entretanto, nos últimos anos a cochonilha do carmim tem causado danos significativos dos palmais de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, acarretando prejuízos econômicos e produtivos. Em particular, das três cultivares, a miúda tem apresentado maior resistência (VASCONCELOS et al, 2002). Vale resaltar que recentemente, o clone IPA-20, material obtido pelo Instituto de Pesquisa Agrônômica do Estado de Pernambuco – (IPA), através do cruzamento seguido de seleção, tem alcançado excelente aceitação pelos produtores.

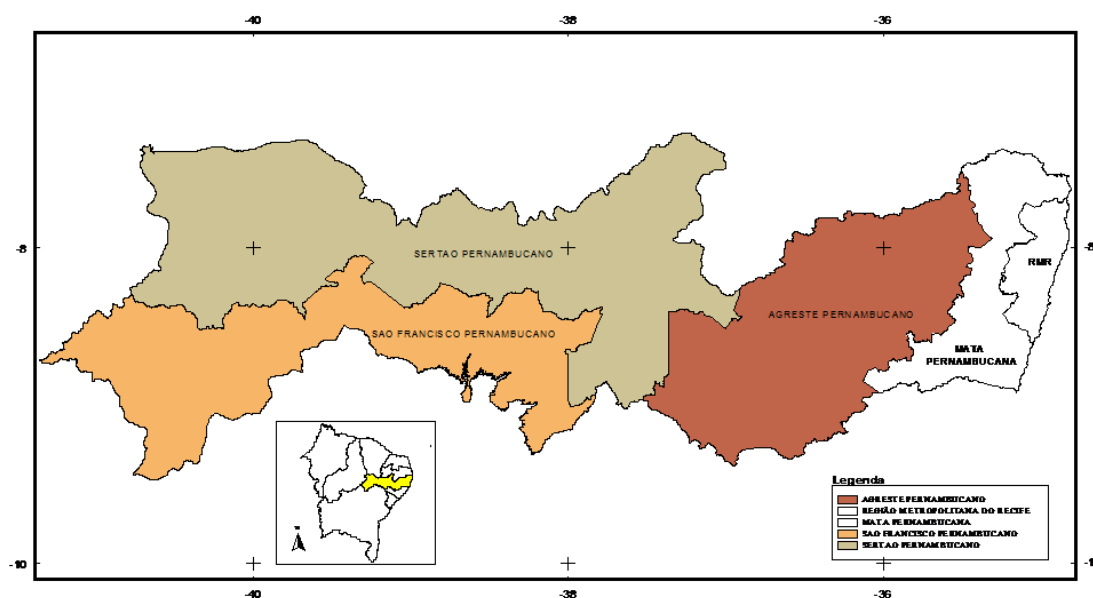
O IPA possui na Estação Experimental de Arcoverde (PE), um banco de germoplasma com cerca de 1.400 entradas de diferentes materiais, sendo 200 destas, oriundas de vários locais como o México, EUA, África do Sul, Argélia, Chile entre outros, assim como vem avaliando os 20 melhores materiais nos municípios de Petrolina, Serra Talhada, Sertânia, Arcoverde, São Bento do Una e Caruaru (SANTOS et al, 2006).

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Descrição da Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho integra às mesorregiões da região semiárida de Pernambuco, que incluem o Agreste, Sertão do São Francisco e Sertão pernambucano. As três mesorregiões possuem somadas 127 municípios (Figura 2). Além dessas, em Pernambuco há duas outras mesorregiões, a Zona Mata e a Região Metropolitana do Recife, as quais, por apresentarem clima úmido, com altas precipitações pluviométricas e rebanho relativamente pequeno não foram incluídas na presente análise.

Figura 2. Mapa do Estado e Mesorregiões de Pernambuco



Fonte: Silva et al., 2000

3.2 Características Climáticas

O clima predominante na região semiárida de Pernambuco é tipo BSw'h', conforme a classificação de Köppen, ou seja, tropical seco com a evaporação excedendo a precipitação, com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais com precipitações escassas e mal distribuídas.

O Semiárido é um sistema complexo e que apresenta tendências observáveis na sua variabilidade climática em distintas escalas no tempo e no espaço. Ela se dá de forma sazonal,

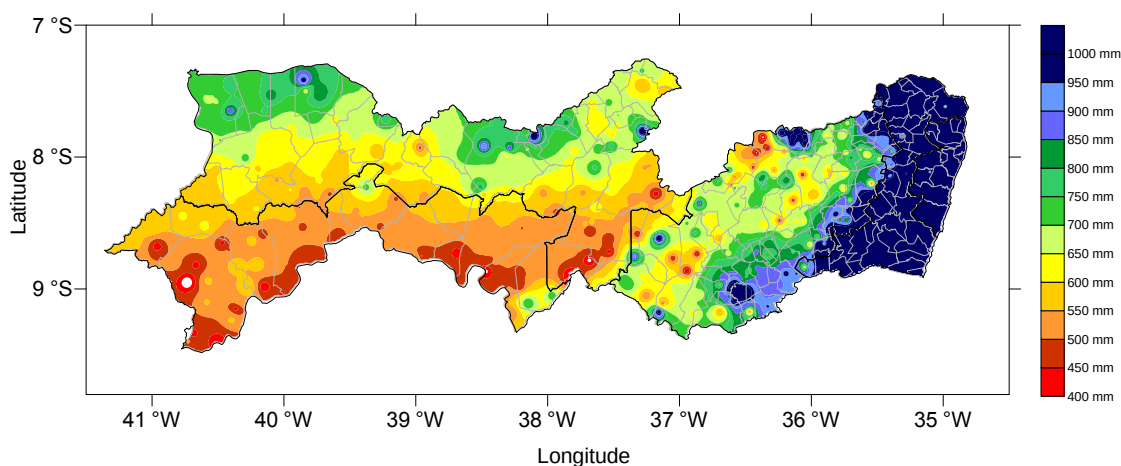
entre os meses com precipitação e os meses sem precipitação significativa durante o ano (BARRETTO, 2010).

Em Pernambuco, a região semiárida é caracterizada pela grande irregularidade das precipitações pluviométricas e apresenta como principais períodos chuvosos os meses de janeiro a abril (Sertão) e maio a julho (Agreste).

As chuvas que ocorrem na região têm sua origem nas frentes frias, nos vórtices ciclônicos de ar superior (VCAS) e na zona de convergência intertropical (ZCIT), sendo esse último, o principal sistema de produção de chuvas no semiárido de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2006). Os totais pluviométricos anuais na região semiárida oscilam, geralmente, entre 400 e 1000 mm.

Na área de estudo, o clima semiárido apresenta, em média, precipitação acumulada de 600 mm ano⁻¹. A estação seca pode se prolongar até sete meses, porém, na parte oeste e sul da região, a semiaridez é bem mais acentuada e predominam totais anuais entre 400 e 600 mm. Para o norte e leste, as precipitações aumentam e atingem médias entre 600 e 1000 mm. Em particular, a Figura 3 apresenta a climatologia da precipitação em Pernambuco obtida através do Laboratório de Meteorologia do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (LAMEP/ITEP), entre 1961 e 2012, em 300 postos pluviométricos do estado.

Figura 3. Distribuição espacial da precipitação pluviométrica climatológica anual em Pernambuco.

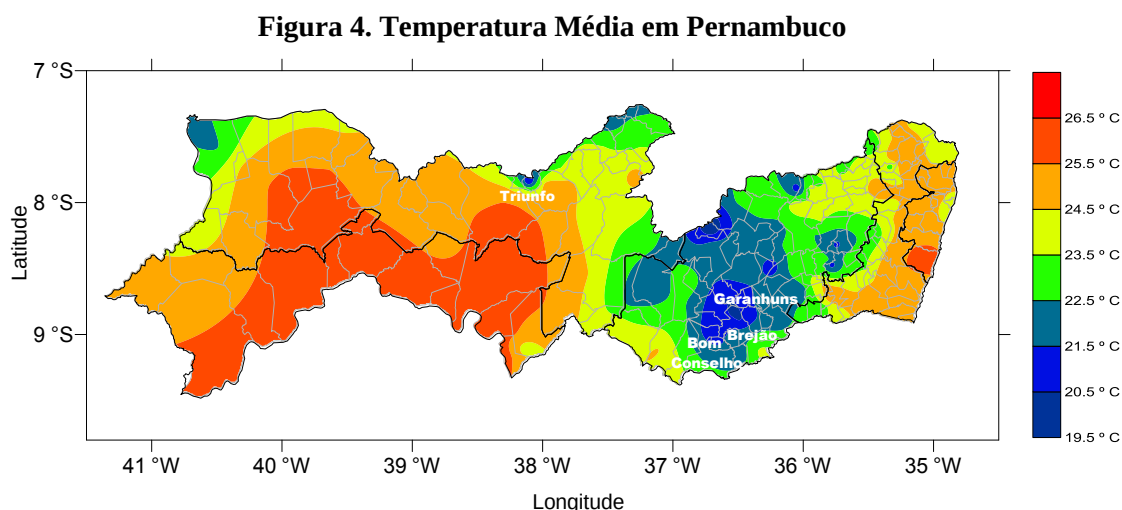


Fonte: LAMEP/ITEP

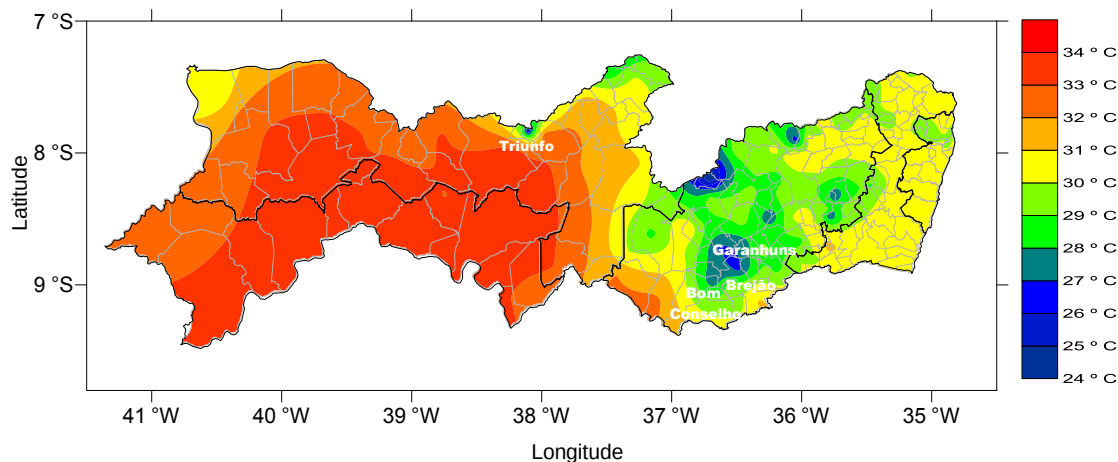
O início das chuvas no Agreste pernambucano ocorre em maio e está associado à ZCIT, sendo que a partir daí, dependendo do ano, a precipitação da região pode também sofrer influência de frentes frias, juntamente com outros sistemas meteorológicos.

No Sertão, as chuvas ocorrem em janeiro (extremo oeste) e estão associadas às instabilidades das frentes frias e aos VCAS. A partir de fevereiro ou março, dependendo do ano, a ZCIT começa a atuar em todo o Sertão, que já se encontra em seu principal período chuvoso.

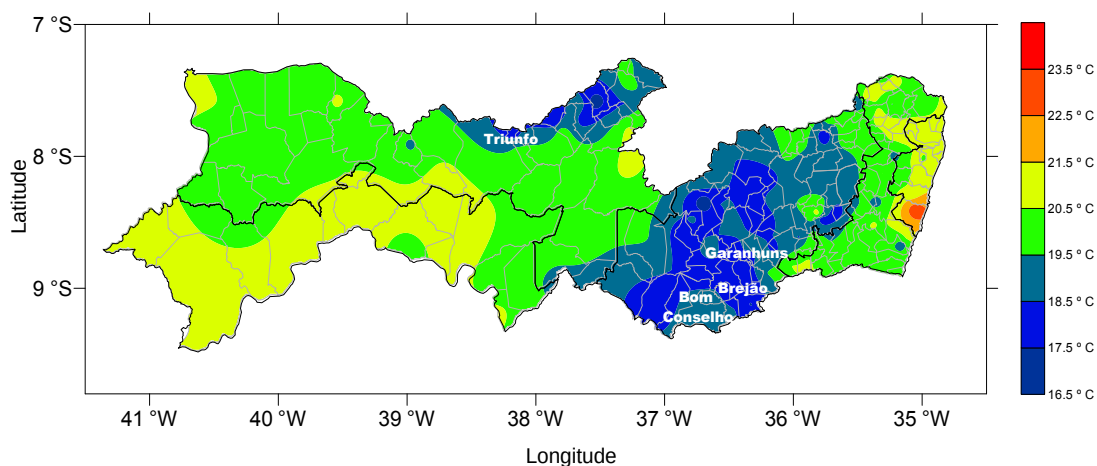
Em relação ao regime térmico da área de estudo (Figuras 4, 5 e 6), de acordo com os dados disponibilizados pelo Laboratório de Meteorologia do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (LAMEP/ITEP), as temperaturas anuais atingem as seguintes escalas: temperatura média (19,5° C a 25,5° C), temperatura máxima média (24°C a 33°C) e temperatura mínima média (16,5°C a 21,5°C). Para as temperaturas máximas médias anuais, os maiores valores são encontrados no Sertão, com exceção do Município de Triunfo (7° 50' S, 38° 06' O, 1004 m) que juntamente com os Municípios do Agreste, Bom Conselho (9° 9' S, 36° O, 630 m), Brejão (9° 1' S, 36° 34' O, 754 m) e Garanhuns (8° 53' S, 36° 29' O, 841 m) apresentam as menores temperaturas mínimas médias anuais do Estado, explicado pela influência da altitude.



Fonte: LAMEP/ITEP

Figura 5. Temperatura Máxima Média em Pernambuco

Fonte: LAMEP/ITEP

Figura 6. Temperatura Mínima Média em Pernambuco

Fonte: LAMEP/ITEP

3.3 Perspectivas para o Semiárido Pernambucano Face às Mudanças Climáticas

Os estudos revelam que, no processo de aquecimento global, não só choverá menos e as secas serão mais intensas, mas alguns indicadores apontam que o processo de aquecimento também implicará numa redução no nível de água dos reservatórios subterrâneos (MARENGO, 2007).

No cenário climático pessimista, o relatório do IPCC- AR5 (2014) estimou que, para a região semiárida de Pernambuco, as temperaturas aumentariam de 2 a 4 °C e as chuvas diminuiriam entre 15 a 20% no até o final do século XXI. No cenário otimista, o aquecimento seria entre 1 a 3 °C e a chuva ficariam entre 10 e 15% menor que no presente. Essas mudanças no clima, no futuro podem ter os seguintes impactos:

- a Caatinga pode dar lugar a uma vegetação mais típica de zonas áridas, com predominância de cactáceas;
- a atividade agropecuária pode se tornar inviável, colocando a própria sobrevivência do homem em risco;
- o alto potencial para evaporação, combinado com o aumento de temperatura e diminuição dos índices pluviométricos, causaria diminuição da água de lagos, açudes e reservatórios;
- o semiárido pernambucano ficaria mais vulnerável, e com isso, haveria maior frequência de dias secos consecutivos e de ondas de calor decorrente do aumento na frequência de veranicos;
- com a degradação do solo nas áreas semiáridas, aumentaria a migração para os grandes centros, agravando os problemas urbanos.

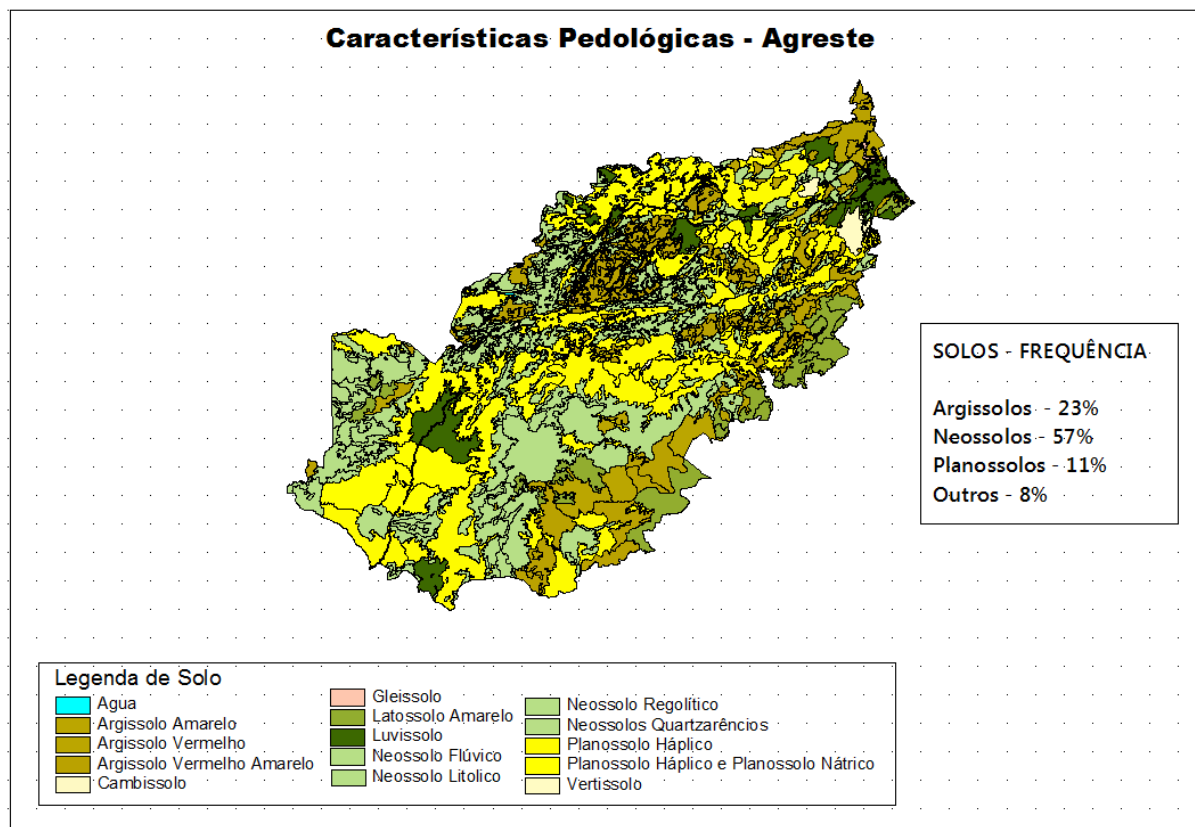
3.4 Características Pedológicas

O solo é um dos mais importantes elementos naturais da paisagem. As Mesorregiões dos Sertões e Agreste apresentam, de maneira geral, solos pouco profundos, com boa fertilidade natural, baixo teor de matéria orgânica, drenagem limitada, baixa capacidade de infiltração e de retenção de umidade e, em algumas áreas, grande potencial para a erosão hídrica.

As classes de solos predominantes no semiárido pernambucano são Argissolos, Planossolos, Luvisolos e Neossolos. De acordo com COELHO et al. (2002), os Argissolos possuem acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo; Planossolos são solos com horizontes superficiais arenosos e maior teor de argila em profundidade, apresentando susceptibilidade mediana à erosão nas condições climáticas do semiárido nordestino; os Luvisolos, em geral com maiores conteúdos de argila, apresentam alta susceptibilidade; e, os Neossolos, são os que apresentam maior potencial de erosão devido à presença de conteúdos significativos de areia, associado, em alguns casos, a relevos dissecados.

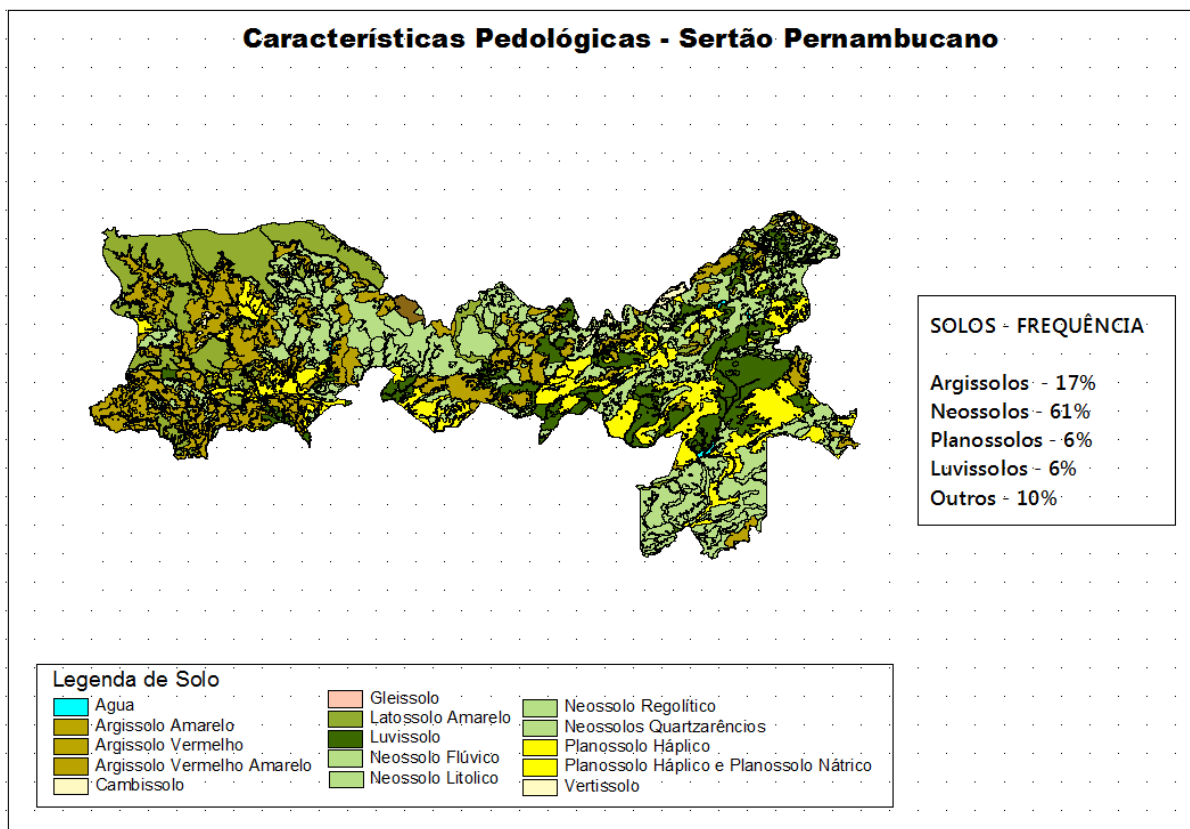
Em uma escala mais particularizada, os tipos de solos predominantes no Agreste são Argissolo, Neossolos e Planossolos (Figura 7) e nos Sertões, são Neossolos, Argissolos, Luvisolos e Planossolos. (Figura 8 e 9).

Figura 7. Mapa de solos do Agreste Pernambucano.



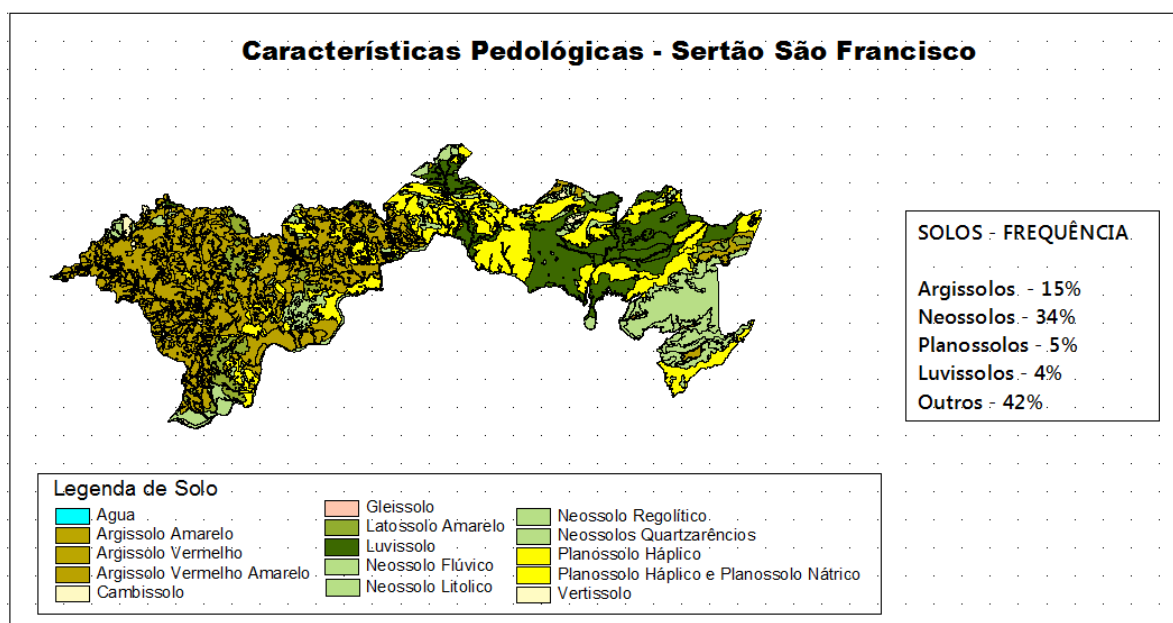
Fonte: Silva et al., 2000

Figura 8. Mapa de solos do Sertão Pernambucano.



Fonte: Silva et al., 2000

Figura 9. Mapa de solos do Sertão São Francisco.



Fonte: Silva et al., 2000

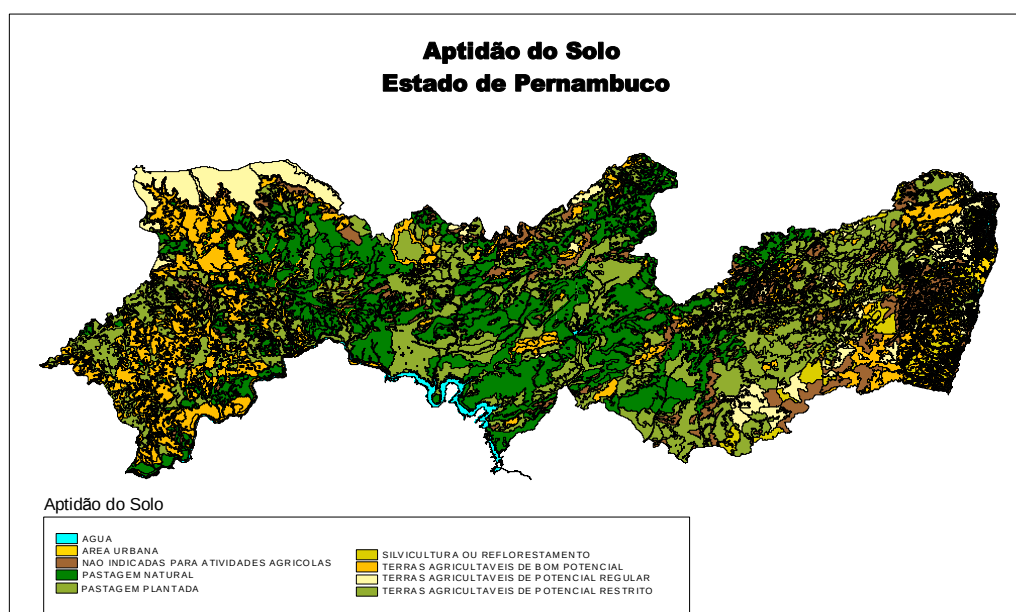
3.5 Aptidão Agrícola

Segundo LOPES (2005), diversos fatores inerentes ao solo estão fortemente relacionados ao potencial agrícola de uma área, podendo assim viabilizar ou não a utilização da terra, estando associada diretamente à fertilidade natural, à eficácia para armazenamento de água, a não susceptibilidade à erosão e ao não impedimento ao uso de implementos agrícolas. A agropecuária é uma atividade altamente dependente das condições ambientais, sendo o clima e o solo os dois principais fatores que controlam essa atividade.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (IBGE 1997), diferentes classes de aptidão agrícola podem ser definidas na mesorregião do sertão e Agreste Pernambucano, dentre elas destacam-se classes inaptas, restritas e regulares, em grandes áreas, sendo essas restrições devidas, principalmente, aos baixos índices pluviométricos.

No Semiárido de Pernambuco, a predominância de aptidão agrícola consiste em pastagem plantada e terras agricultáveis de potencial restrito, que se distribuem a leste da região. A parte oeste é apresentada em sua maioria, por terras agricultáveis de bom potencial, e a parte central, tem aptidão para pastagens naturais (Figura 10).

Figura 10. Aptidão agroecológica para o Estado de Pernambuco.



Fonte: Silva et al., 2000

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

4.1.1 Dados de uso e cobertura da terra

Os dados do uso e da cobertura das terras no presente estudo são oriundos da atividade de mapeamento do Estado de Pernambuco na escala 1:100.000 realizado pela equipe de autores e colaboradores da Embrapa Solos - UEP Recife. A decisão das classes a serem mapeadas teve o objetivo de obter um número mais reduzido de categorias que viabilizasse a amostragem de solos e da vegetação para a quantificação dos estoques de carbono no solo e na vegetação de Pernambuco, visando atender outros objetivos de outro projeto da equipe. Não obstante, os dados de cobertura e uso foram também utilizados para o presente estudo.

Para o caso do bioma Caatinga, a base para o desenvolvimento da atividade foi o mapeamento realizado no projeto “Levantamento da cobertura vegetal e do uso do solo do bioma Caatinga” (PROBIO, 2007).

Esse projeto foi realizado na escala 1:100.000, com base em imagens do sensor Landsat 7 ETM+, obtidas no ano 2002 e atualizadas com base em imagens dos sensores CBERS 2 e CBERS 2B dos anos 2008 a 2010. A geração das classes de uso do solo foi feita através da interpretação visual (ver Figura 11) considerando as características, como: tonalidade, cor e forma.

Figura 11. Interpretação Visual das Classes de Uso de Cobertura do Solo



Fonte: PROBIO, 2007

Na região semiárida, as principais classes mapeadas consistiram em Caatinga densa, Caatinga aberta, pastagens e áreas agrícolas, que corresponderam a mais de 90 a 95% da área mapeada. Além dessas foram também identificadas outras classes de menor ocorrência: matas serranas, áreas urbanas, corpos d'água e solo nu. Todas essas classes foram mapeadas e suas áreas quantificadas para cada município.

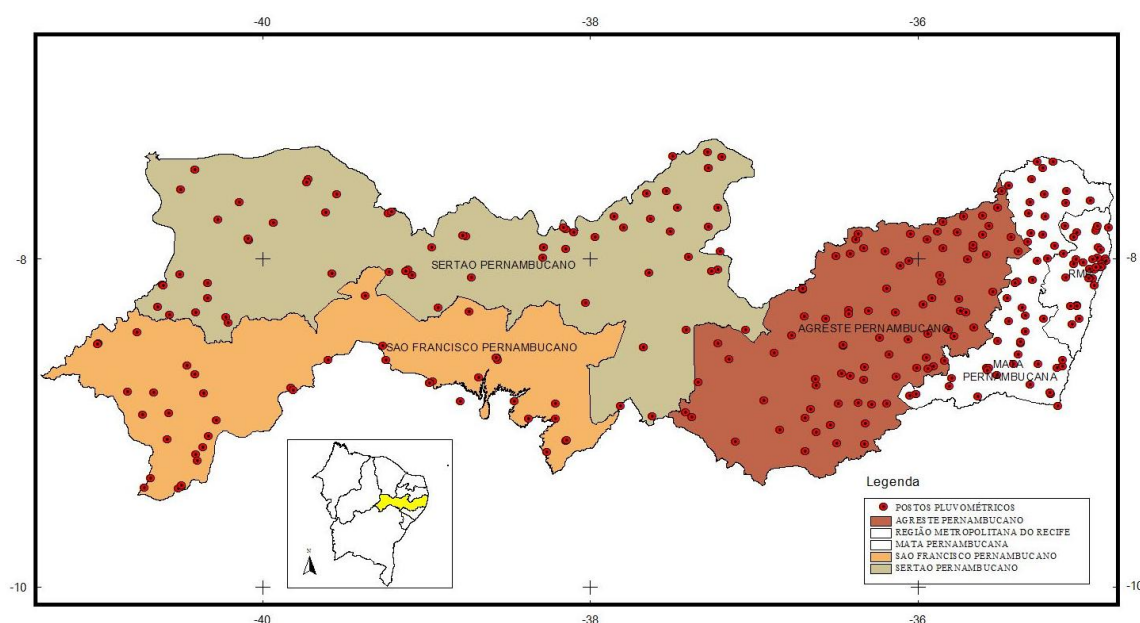
4.1.2 Dados de precipitação

Os dados de precipitação pluviométrica de Pernambuco foram obtidos das séries históricas de precipitação mensal, disponibilizada pelo Laboratório de Meteorologia do Instituto de Tecnologia de Pernambuco (LAMEP/ITEP). Essas séries históricas dos postos pluviométricos são oriundas da antiga rede pluviométrica da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

As séries disponibilizadas pelo ITEP consistem em dados obtidos de 300 postos pluviométricos distribuídos em Pernambuco, com registros de precipitação mensal entre 1961 e 2012 (Figura 12).

O método adotado para a interpolação dos dados de precipitação entre as medidas dos postos foi o *Inverse Distance Weighting* (IDW), proposto por Sheppard (1968).

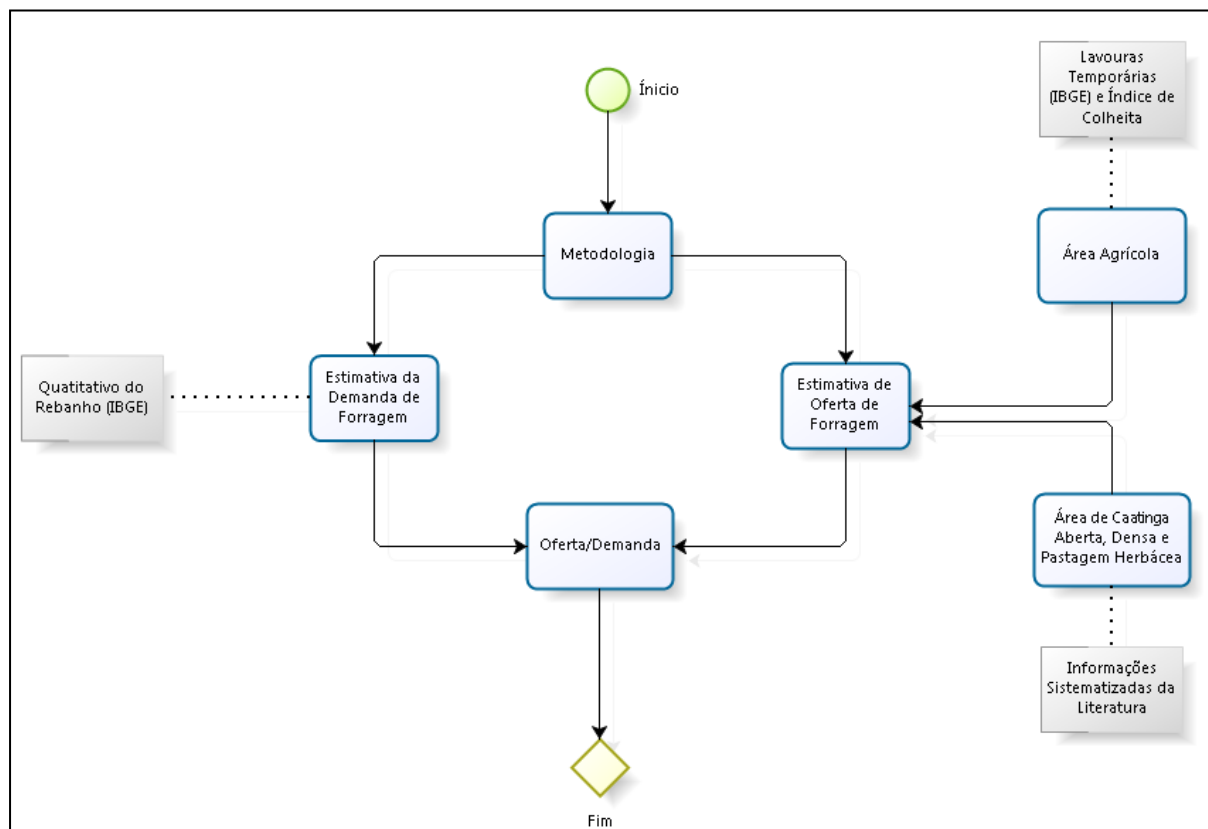
Figura 12. Distribuição espacial dos postos pluviométricos no Estado de Pernambuco



Fonte: LAMEP/ITEP

4.2 Métodos

4.2.1 Fluxograma da metodologia empregada na pesquisa



4.2.2 Estimativa da produtividade de biomassa

4.2.2.1 Estimativa da produtividade média de biomassa nas áreas de pastagem herbácea, Caatinga aberta e Caatinga densa.

A estimativa de biomassa nos diferentes tipos de cobertura e uso da terra na região semiárida foi realizada com base em informações sistematizadas da literatura. Apesar da relevância do tema, há pouca informação disponível que pode ser utilizada ou adaptada para contribuir no cálculo da média anual da estimativa de biomassa.

Esse é claramente um tema que merece mais atenção por parte da academia. Em razão disto, o cálculo realizado no presente estudo é ainda uma aproximação do que deverá ser aprimorado à medida que informações de novos estudos forem disponibilizadas. No processo

de revisão, almejou-se a obtenção de informações que pudessem responder a dois pontos principais:

1) Qual a produtividade média de biomassa em áreas de Caatinga densa, Caatinga aberta e pastagens herbáceas em um ano de chuva regular ou acima da média?

2) Qual a redução média na produção de biomassa em áreas de Caatinga densa, Caatinga aberta e pastagens herbáceas em anos de seca, ou seja, com precipitação abaixo da média?

É importante destacar também que, por ser um estudo preliminar, que visa apenas avaliar a viabilidade potencial dessa metodologia, foram geradas médias de produção de biomassa independentes das características ambientais específicas de cada local, como a classe de solo e a precipitação pluviométrica média histórica.

Foram considerados anos de chuva regular ou acima da média aqueles com precipitação médias acima de 600 mm, e anos secos aqueles com precipitações médias abaixo de 600 mm. Obviamente, as estimativas de produção de biomassa serão melhoradas ao conduzirem-se estudos que possam estimar com mais precisão as diferenças na produtividade de biomassa em escalas mais detalhadas (paisagem ou município, por exemplo). As médias obtidas a partir dessa abordagem estão listadas na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de referência adotados para a produção de forragem em áreas sob diferentes tipos de cobertura e uso da terra na região semiárida de Pernambuco.

	Tipo de uso e cobertura da terra		
	Caatinga Densa ^a	Caatinga aberta ^b	Pastagem herbácea ^c
	----- (kg MS ha ⁻¹ ano ⁻¹) -----		
Ano chuvoso (> 600 mm)	1289	2457	3625
Ano seco (< 600 mm)	862	1228	1173
Redução ano seco (%)	33	50	67
Referências ^d	2, 3, 4, 6, 5, 7, 8, 9	-	1, 2, 3, 6, 9, 10

^a Soma estimada da forragem disponível nas arbóreas e no extrato herbáceo; ^b Valores estimados pela média entre os valores de Caatinga densa e pastagem herbácea; ^c Média dos valores de pastagens nativas e plantadas; ^d Referências: ¹ Araújo-Filho (1980); ² Araújo-Filho et al. (2002); ³ Carvalho et al. (2001); ⁴ Lima (1984); ⁵ Moreira et al. (2006); ⁶ Moura (1987); ⁷ Pfister e Malechek (1986); ⁸ Santos (2007); ⁹ Silva et al. (1995); ¹⁰ Ydoyaga et al. (2010).

4.2.2.2 Estimativa da produção de biomassa forrageira nas áreas agrícolas

A estimativa da produção de biomassa nas áreas agrícolas de cada município foi realizada com base nas informações sobre "Lavouras temporárias" do banco de dados municipais do IBGE, para os anos de 2011 e 2012 (IBGE, 2014).

Após uma primeira análise dos dados municipais da região semiárida de Pernambuco, observou-se que, devido à área plantada, as principais culturas que poderiam contribuir para produção significativa de biomassa forrageira seriam cana-de-açúcar, milho, feijão, fava, mandioca e batata-doce.

Os dados sobre produção das lavouras foram usados para estimar a disponibilidade de biomassa forrageira, usando-se os índices de colheita (IC) das diferentes culturas (tabela 3). Os IC são determinados por meio da Equação 1.

$$IC = \frac{Y}{P} * 100 \quad (1)$$

em que: y - biomassa da planta
p – biomassa aérea total da planta

Para o milho, com base na informação sobre a produção de grãos, considerou-se o IC de 30%, ou seja, os grãos representam em média 30% da massa da planta e a palhada corresponderia aos restantes 70%. O mesmo método foi empregado para as demais culturas consideradas e os dados sobre os ICs dessas culturas estão detalhados na Tabela 3.

Considerou-se que os produtos principais colhidos seriam destinados prioritariamente para consumo humano ou comercialização e não seriam destinados aos animais. Caso parte da produção fosse destinada ao uso como forragem, essa metodologia poderia subestimar a disponibilidade de biomassa forrageira.

Por outro lado, considerou-se que todo o restolho estaria disponível como forragem, mas como provavelmente há perdas de parte dessa biomassa por decomposição, pisoteio, etc, poderia haver uma superestimativa da disponibilidade de biomassa. Sendo assim, decidiu-se manter a metodologia, acreditando-se que os diferentes processos podem anular-se parcialmente, o que manteria a incerteza das estimativas dentro de níveis aceitáveis para um estudo em macroescala.

Tabela 3. Valores de índice de colheita e de restolho para as principais culturas agrícolas plantadas na região semiárida de Pernambuco.

Cultura Agrícola	Produto colhido	Índice de colheita médio^a	Restolho agrícola^b	Proporção restolho
		%		%
Cana-de-açúcar	Colmos	75	Folhas	25
Milho	Grãos	30	Palhada	70
Feijão	Grãos	37	Palhada	63
Mandioca	Raízes	50	Parte aérea	50
Fava	Grãos	50	Palhada	50
Batata-doce	Tubérculos	40	Ramas	60

^aProporção da massa seca da planta que é colhida; ^b Partes da planta que podem ser utilizadas como forragem.

4.2.3 Estimativa da demanda de forragem

Para a estimativa da demanda de forragem foram utilizados os dados do quantitativo do rebanho de animais em cada município e o consumo médio de forragem por cada tipo de animal.

Os dados do rebanho pecuário em 2011 e 2012 foram obtidos da plataforma eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para cada município de Pernambuco. Com o quantitativo animal para cada município, procedeu-se a equivalência do número de cabeças para unidade animal, usando os fatores de conversão (Tabela 4) recomendados pelo INCRA (2006), de modo que o rebanho para cada município passou a ser expresso em Unidade Animal (U.A.).

A partir desses parâmetros, foi estimado o consumo médio de forragem para tipo de animal. A demanda anual de forragem para cada município foi então calculada, multiplicando-se o peso vivo unitário pelo consumo médio diário em um ano expressa em toneladas (Equação 2).

$$DF = (PVU * CM * 365)/1000 \quad (2)$$

em que: DF – Demanda anual de forragem
 PVU – Peso vivo unitário
 CM – Consumo médio de matéria seca em relação ao peso vivo

Tabela 4 . Tabela de equivalência do rebanho pecuário em unidades animais (UA) e demanda de forragem anual estimada por tipo de animal.

Espécie	Fator de Conversão (FC) (INCRA, 2006) ^a	Peso vivo unitário médio (PVU = FC * 450)	Consumo ^b	Demanda de forragem
		kg	%	t (animal. ano) ⁻¹
Bovinos	0,63	283,5	3,0	3,1
Caprinos	0,19	85,5	3,0	0,9
Ovinos	0,19	85,5	3,0	0,9
Equinos	0,83	373,5	2,5	3,4
Muares	0,83	373,5	2,5	3,4
Asininos	0,83	373,5	2,5	3,4
Bubalinos	1,05	472,5	3,0	5,2
Referências ^c			1, 2, 3, 4	

^a Fator de conversão recomendado pelo INCRA, 2006; ^b Consumo médio diário de matéria seca à pasto em relação ao peso vivo. ^c Referências: ¹ Benedetti et al. (2008); ² Cabral et al. (2008); ³ Pereira (2010); ⁴ Soares (2011).

4.2.4 Relação oferta/demanda de forragem

A estimativa da relação entre oferta (quantidade de biomassa forrageira disponível para o animal) e demanda de forragem (necessidade diária) para cada município foi calculada dividindo-se a produção estimada de biomassa em cada município pela demanda do rebanho daquele município.

O resultado é um número adimensional que, quando menor que 1, indica que há deficiência de biomassa forrageira para alimentação e, quando igual ou maior que 1, indica suficiência ou excesso de biomassa para a alimentação do rebanho.

Como mencionado acima, os dados foram gerados na escala municipal. Porém, como as fronteiras municipais permitem a livre movimentação de animais e/ou forragem, para um determinado município pode haver forte influência dos municípios vizinhos.

Dessa forma decidiu-se realizar a interpolação dos dados e a expressão dos resultados finais na forma de mapas.

O método adotado para a interpolação dos dados foi o *Inverse Distance Weighting* (IDW), proposto por SHEPPARD (1968). Esses mapas, portanto, indicam a situação média em uma escala mais próxima das dimensões das microrregiões, e não para cada município específico. No futuro, com o acesso a mais informações e dados mais detalhados talvez seja possível expressar resultados na escala municipal.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Inter-relações entre Precipitação, Cobertura e Uso da Terra

Das três mesorregiões, o Agreste é a que teve a maior precipitação média em 2011 (1072 mm, Tabela 5), além de ter as chuvas mais bem distribuídas ao longo do ano. Como no semiárido a disponibilidade de água é o fator mais crítico, o Agreste teve o maior potencial de produtividade de biomassa (3,5 t ha⁻¹ em 2011), a maior proporção de área agrícola (36%) e a menor de Caatinga (43%) (Tabela 6) entre as três mesorregiões.

O Agreste também tem o maior rebanho de bovinos, 1,36 milhões de cabeças em 2011 (Tabela 7), mas o menor de caprinos e ovinos e tem a maior lotação de unidades animais, 0,42 UA ha⁻¹, embora não tenha uma proporção de áreas de pastagens herbácea muito superior às das demais mesorregiões (13 contra 10 a 12%).

Tabela 5. Precipitação e produtividade média de biomassa na região semiárida de Pernambuco em 2011 e 2012.

Mesorregiões	Precipitação média ^b (mm)	Produtividade média de biomassa ^a (t ha ⁻¹)
2011		
Agreste	1072	3,53
Sertão do São Francisco	578	1,76
Sertão Pernambucano	800	1,90
Total região semiárida de PE	926	2,79
2012		
Agreste	481	1,45
Sertão do São Francisco	230	0,91
Sertão Pernambucano	265	0,89
Total região semiárida de PE	381	1,21

^a Calculada com base na soma da produção de biomassa nas áreas de Caatinga densa e aberta, nos pastos e nas áreas cultivadas, dividida pela área total da mesorregião. ^b Obtida pelo quociente entre a precipitação total e o número de municípios da mesorregião.

A maior parte da área agrícola no Agreste é cultivada com milho e feijão e havia uma área considerável de palma forrageira, que foi muito reduzida nos últimos anos pelo ataque da

cochonilha do carmim. É importante frisar que é no Agreste que se localiza a bacia leiteira que abastece a região metropolitana de Recife.

Em 2012, a precipitação nas três mesorregiões foi bastante reduzida (Tabela 5) e essa redução foi proporcionalmente maior no Sertão Pernambucano (67%) e no Sertão do São Francisco (60%) que no Agreste (55%). Entretanto, o Agreste apresentou a maior queda em termos absolutos. Como o Agreste já possui maior precipitação e a proporção de queda foi menor, manteve a maior pluviosidade entre as três mesorregiões, mesmo no ano de 2012, e a maior produtividade de biomassa (Tabela 5).

Tabela 6. Área sob diferentes tipos de cobertura e uso da terra na região semiárida de Pernambuco.

Mesorregiões		Área total	Caatinga densa	Caatinga aberta	Pastagem herbácea	Áreas Agrícolas	Outros usos^a
Agreste	(mil ha)	2436,7	743,9 ^b	295,1	314,1	872,0	211,6
	(%)	100	30,5	12,1	12,9	35,8	8,7
Sertão do São Francisco	(mil ha)	2357,6	758,8	809,8	242,4	528,5	18,1
	(%)	100	32,2	34,3	10,3	22,4	0,8
Sertão Pernambucano	(mil ha)	3857,6	1411,8	1141,6	460,6	804,5	38,8
	(%)	100	36,6	29,6	11,9	20,9	1,0
Total região semiárida de PE	(mil ha)	8651,9	2715,2	2246,6	1017,1	2205,1	467,8
	(%)	100	31,4	26,0	11,8	25,5	5,4

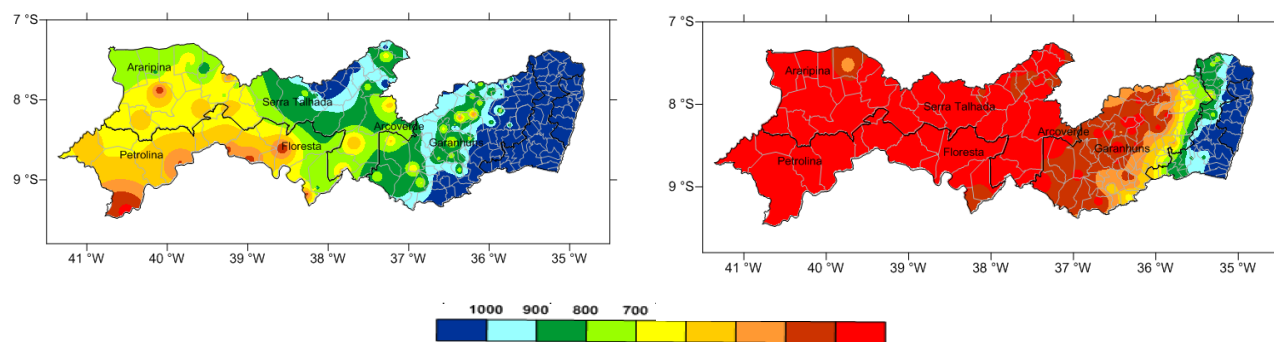
^aÁrea urbanas, corpos d'água, matas serranas, solo nu e área de "vazio" (não identificada no mapeamento);

^bNo Agreste inclui áreas de mata.

A região do Sertão do São Francisco que tem a menor pluviosidade média (578 mm em 2011) e a menor produtividade de biomassa (1,76 t/ha em 2011), uma grande proporção de Caatinga (66%) e uma agricultura (22% da área) dividida entre cultivos anuais (milho e feijão) e culturas irrigadas (muitas perenes, como uva, manga e outras) com a água do rio São Francisco que traça seu limite sul.

A baixa pluviosidade e a alta proporção de Caatinga, em geral rala e sobre solos muito rasos e pedregosos ou sobre solos muito arenosos, favorecem a pecuária de caprinos e ovinos que, juntas, respondem por 61% das unidades animais, contra apenas 26% de unidades animais de bovinos, em 2011 (Tabela 7). A lotação é a mais baixa, entre as três mesorregiões (0,19 UA ha⁻¹).

Figura 13. Distribuição da precipitação pluviométrica anual (mm) em Pernambuco nos anos de 2011 (esquerda) e 2012 (direita).



Fonte: LAMEP/ITEP

O Sertão Pernambucano é a maior das três mesorregiões (Tabela 6), exibindo uma situação intermediária entre o Agreste e o Sertão do São Francisco em termos de precipitação (média de 800 mm, em 2011). A proporção de bovinos no Sertão Pernambucano (Tabela 7) em 2011, na composição das unidades animais foi 53% e a lotação animal 0,22 UA ha⁻¹.

No tocante aos cultivos, à proporção de área agrícola (21%), à proporção de Caatinga (66% da área), à produtividade de 1,9 t/ha de biomassa e ao grande número de caprinos e ovinos o Sertão Pernambucano é mais assemelhado ao Sertão do São Francisco que ao Agreste, justificando a denominação com o mesmo nome tradicional dos sertões.

Destaca-se que as taxas de lotação nas três mesorregiões são bastante altas, considerando-se que foram calculadas com base na área total da região, incluindo as áreas urbanas, corpos d'água e outras áreas que não produzem biomassa. Das Tabelas 6 e 7, obteve-se em 2011 a taxa de 0,42 UA ha⁻¹ para o Agreste. Este resultado é claramente uma situação de vulnerabilidade frente a estiagens quando comparado com 2012. Nos Sertões Pernambucano e do São Francisco, as taxas de lotação de 0,22 e 0,19 UA ha⁻¹, respectivamente, ainda são altas devido às menores produtividades de biomassa nessas regiões.

Tabela 7. Rebanho pecuário nas mesorregiões do semiárido de Pernambuco em 2011 e 2012.

MESORREGIÃO		TIPO DE ANIMAL							
		Bovinos	Equinos	Bubalinos	Asininos	Muare	Caprinos	Ovinos	Total
2011									
Agreste	Rebanhos (cabeças) ^a	1.363.176	57.531	1.000	15.002	15.661	223.904	303.619	1.979.893
	Unidades Animais (UA) ^b	858.801	47.751	1.050	12.452	12.999	42.542	57.688	1.033.282
	% do total de UA	83,11	4,62	0,1	1,21	1,26	4,12	5,6	
Sertão do São Francisco	Rebanhos (cabeças)	181.073	15.044	19	43.554	8.540	757.077	664.844	1.670.151
	Unidades Animais (UA)	114.764	12.487	20	36.150	7.088	143.845	126.320	439.985
	% do total de UA	25,93	2,84	0,0	8,22	1,61	32,69	28,71	
Sertão Pernambucano	Rebanhos (cabeças)	727.806	42.589	138	31.927	12.517	913.155	850.155	2.578.287
	Unidades Animais (UA)	458.518	35.349	145	26.499	10.389	173.499	161.529	865.929
	% do total de UA	52,95	4,08	0,02	3,06	1,2	20,04	18,65	
2012									
Agreste	Rebanhos (cabeças)	1.002.528	52.500	826	13.084	12.927	177.301	269.657	1.528.823
	Unidades Animais (UA)	631.593	43.575	867	10.860	10.729	33.687	51.235	782.546
	% do total de UA	80,71	5,57	0,11	1,39	1,37	4,3	6,55	
	Rebanho2012/2011	0,74	0,91	0,83	0,87	0,83	0,79	0,89	
Sertão do São Francisco	Rebanhos (cabeças)	152.831	13.493	20	36.440	8.267	828.811	632.215	1.672.077
	Unidades Animais (UA)	96.284	11.199	21	30.245	6.862	157.474	120.121	422.205
	% do total de UA	22,80	2,65	0,0	7,16	1,63	37,30	28,45	
	Rebanho2012/2011	0,84	0,90	1,05	0,84	0,97	1,09	0,95	
Sertão Pernambucano	Rebanhos (cabeças)	539.322	37.283	30	20.385	10.585	756.799	713.342	2.077.746
	Unidades Animais (UA)	339.773	30.945	32	16.920	8.786	143.792	135.535	675.781
	% do total de UA	50,3	4,58	0,0	2,5	1,3	21,8	20,6	
	Rebanho2012/2011	0,74	0,88	0,22	0,64	0,85	0,83	0,84	

^a Fonte: IBGE, 2014; ^b Conversão do rebanho para unidades animais: Bovinos=0,63, caprinos e ovinos=0,19, equinos=0,83, muare=0,83, asininos=0,83, bubalinos=1,05.

5.2 Efeito da Estiagem Sobre a Produção de Biomassa

O efeito da estiagem em 2012 foi bastante severo sobre a produção de biomassa na região semiárida de Pernambuco. Em toda a região foram produzidas 7,6 milhões de toneladas de biomassa em 2012, o que significou uma queda de 53% comparado a 2011, quando a produção estimada foi de 16,1 milhões de toneladas (Tabela 8).

Os dados de diferentes tipos de vegetações, disponíveis na literatura, indicam que as áreas com vegetação herbácea têm maior produtividade de biomassa, o que é coerente com as decisões dos pecuaristas de remover a Caatinga e substituí-la por pastos plantados ou vegetação nativa com menor densidade arbórea.

De conformidade com ARAÚJO FILHO & CRISPIM (2003), durante a estação chuvosa, a maior parte da biomassa forrageira é proporcionada pelo estrato herbáceo, com baixa participação da folhagem de árvores e arbustos. No entanto, à medida que a estação seca se estabelece, a folhagem das espécies lenhosas passa a constituir a principal fonte de forragem para os animais.

Em média, para todos os municípios das três mesorregiões, em 2012 a produção de biomassa forrageira nas áreas agrícolas foi 68% menor que em 2011. Mais pesquisas sobre esse tema são necessárias, pois vários pontos merecem melhor detalhamento. Por exemplo, a seca pode ter induzido os agricultores a não realizar o plantio, porém nas áreas agrícolas poderia haver plantas espontâneas crescendo nos terrenos vazios ou até mesmo pode ter havido plantio e toda a palhada, mesmo sem grãos, ter sido usado como forragem.

Por outro lado, nas áreas de Caatinga, a vegetação produz folhas mesmo com pouca chuva porque a estrutura já está formada, só dormente. A fração não disponível das folhas (fora de alcance dos animais) cai na estação seca e é uma importante fonte de forragem, mas quanto exatamente isso representa ainda não está bem definido na literatura.

Com os dados disponíveis atualmente, observa-se que o efeito proporcional de redução da precipitação sobre a produção de biomassa é maior nas áreas de agricultura, mas elas podem ainda produzir mais forragem em termos absolutos que as áreas de Caatinga porque a biomassa produzida é quase toda disponível. É importante entender melhor também como esses padrões variam em áreas com diferentes tipos de solo e de precipitação pluviométrica.

No Apêndice estão os índices calculados de produção de biomassa, demanda de forragem e a relação entre a produção e demanda para os anos de 2011 e 2012 nas mesorregiões do Agreste, Sertão do São Francisco e Sertão Pernambucano.

Tabela 8. Produção de biomassa, rebanho pecuário, relações entre a produção e a demanda de forragem, e variação no rebanho entre 2011 e 2012, na região semiárida de Pernambuco.

MESORREGIÕES	Produção de biomassa (milhões de t)	Unidades Animais (UA) (milhões)	Demanda de forragem (milhões de t)	Produção/demanda de forragem	Variação no rebanho ^a
2011					
Agreste	4,99	1,033	5,00	1,43	-
Sertão do S. Francisco	4,15	0,439	2,07	2,18	-
Sertão Pernambucano	6,98	0,866	4,14	1,74	-
Total região semiárida de PE	16,12	2,339	11,21	1,62	-
2012					
Agreste	2,09	0,783 ^b	3,78 ^b	0,72 ^b	-0,19 ^c
Sertão do S. Francisco	2,10	0,422 ^b	1,98 ^b	1,20 ^b	-0,05 ^c
Sertão Pernambucano	3,42	0,676 ^b	3,22 ^b	1,05 ^b	-0,21 ^c
Total região semiárida de PE	7,61	1,880	8,99	0,88	-0,18 ^c
2012/2011					
Agreste	2,09	1,033 ^c	5,00 ^c	0,62 ^c	-0,19 ^c
Sertão do S. Francisco	2,10	0,439 ^c	2,07 ^c	1,14 ^c	-0,05 ^c
Sertão Pernambucano	3,42	0,866 ^c	4,14 ^c	0,83 ^c	-0,21 ^c
Total região semiárida de PE^c	7,61	2,339 ^c	11,21 ^c	0,75 ^c	-0,18 ^c

^a Média da Variação no rebanho = (UA 2012/UA 2011) - 1; ^b Nesse cenário, considerou-se o rebanho relatado pelo IBGE para o ano de 2012; ^c Nesse cenário, considerou-se que o ano de 2012 iniciou-se com o mesmo número de animais de 2011, portanto a deficiência de biomassa foi maior no início do ano e chegou ao final do ano com os valores do primeiro cenário.

5.3 Efeito da Estiagem Sobre o Rebanho Pecuário

O efeito da redução da chuva sobre os rebanhos também se deu de forma diferenciada entre as mesorregiões.

No Agreste, houve diminuição de 24% nas unidades animais (UA) em 2012, segundo os dados do IBGE. Essa queda foi principalmente devida à queda no rebanho de bovinos (26%), que é predominante no Agreste.

No Sertão do São Francisco quase não houve queda no rebanho de ovinos e observou-se até aumento no rebanho de caprinos. Tudo isso aliado à menor queda no rebanho de bovinos causou uma queda de apenas 4% nas UA em 2012 no Sertão do São Francisco. De forma semelhante, no Sertão Pernambucano houve queda de 26% nos bovinos, mas só de 16-17% nos ovinos e caprinos, o que resultou na queda de 22% nas UA em 2012.

Esses resultados indicam que o rebanho de bovinos foi mais afetado que o de caprinos e ovinos perante a redução nas chuvas. Também nota-se que a mesorregião do Agreste apresentou a maior redução proporcional e absoluta, tanto por ter maiores taxas de lotação quanto por ter um rebanho com maior proporção de bovinos.

A redução no rebanho nas mesorregiões foi coerente com as estimativas da relação entre oferta e demanda de forragem (Tabela 8). Em média, em toda região semiárida de Pernambuco, a relação entre a oferta de biomassa forrageira e a demanda do rebanho foi de 0,88, ou seja, produziu-se 12% a menos de biomassa do que seria necessário para manter o rebanho, o que é próximo da redução observada de 18% no rebanho.

Essa coerência é o principal resultado do presente trabalho e confirma a hipótese de que seria possível monitorar a capacidade de suporte para o rebanho em escala regional e, com isso, identificar previamente a vulnerabilidade do rebanho frente a uma estiagem em um prazo razoável (como no ano seguinte, por exemplo).

A análise, por mesorregião, da relação entre a oferta e demanda de biomassa forrageira ainda é coerente, entretanto, não fornece uma resposta linear e proporcional à variação no rebanho. Essa diferença é decorrente provavelmente da influência de outras variáveis que podem atuar de forma diferenciada em cada mesorregião. Por exemplo, observou-se que no Agreste, onde a relação entre oferta e demanda de forragem foi menor em 2012 (0,72), houve queda de apenas 19% no rebanho.

No caso do Sertão do São Francisco e do Sertão Pernambucano, as relações oferta/demanda estimadas foram de 1,2 e 1,05 e as variações no rebanho de -5 e -21%, ou seja, no Sertão do São Francisco a situação de menor vulnerabilidade foi correspondida com uma menor redução no rebanho (Tabela 8).

No caso do Agreste, onde a redução do rebanho não foi tão drástica quanto à deficiência de biomassa forrageira, algumas outras variáveis podem explicar o padrão. Dentre esses fatores pode-se citar a maior proximidade da Zona da Mata, com farta disponibilidade de cana e bagaço de cana, a maior facilidade da compra de farelos, ração concentrada ou grãos (por ter gado de maior valor, ou seja, matrizes leiteiras com mais sangue holandês), e

por ter gado mais adensado que já recebia mais ração anteriormente (inclusive palma forrageira).

Em alguns municípios do Agreste foi registrado inclusive aumento no rebanho, o que poderia ser resultado da oferta de forragem pelas áreas cultivadas com cana-de-açúcar. Parte dessa cana poderia estar sendo utilizada para manter até mesmo animais trazidos de outros municípios em que não há cana-de-açúcar. Uma avaliação rápida demonstrou que nos 54 municípios do Agreste que apresentavam área plantada com cana-de-açúcar equivalente a menos que 1 ha por unidade animal houve redução média de 24% no rebanho, em 2012. Por outro lado, nos 17 municípios que possuíam área plantada com cana-de-açúcar equivalente a mais de 1 ha por unidade animal, a redução no rebanho foi de apenas 5%.

Outra hipótese para explicar os padrões da variação na distribuição espacial dos rebanhos pode estar associada às áreas irrigadas. Nesse caso, sugere-se que os aumentos no rebanho observados em alguns municípios no Sertão do São Francisco podem ser resultado da possibilidade de irrigação com as águas do Rio São Francisco, o que poderia viabilizar a manutenção do rebanho e até mesmo suportar animais trazidos de outras regiões para manutenção durante o período de estiagem.

É importante mencionar que, nesse primeiro cenário, os cálculos foram realizados levando-se em consideração o rebanho reportado pelo IBGE para o ano de 2012, que, ao final do ano, já contabilizava a redução no rebanho causado pela estiagem. Esse rebanho reduzido não reflete a deficiência de forragem a que os animais foram submetidos no início do ano de 2012, visto que o rebanho iniciou o ano de 2012 com pelo menos o mesmo tamanho (ou talvez até um pouco maior) que o rebanho de 2011.

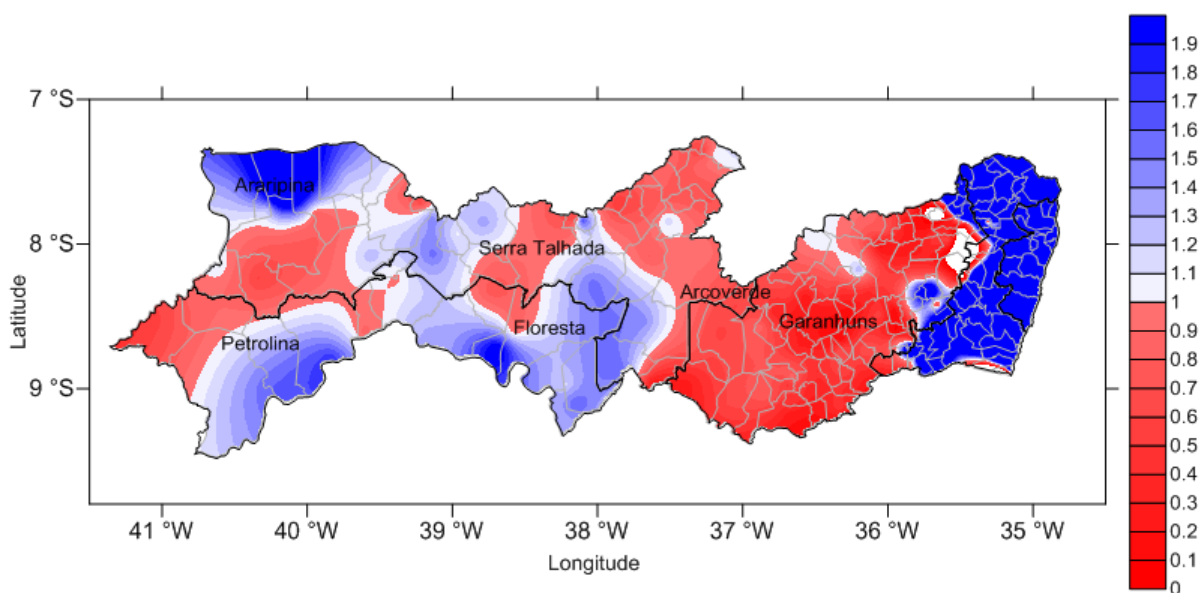
Sendo assim, também foram realizados os cálculos para estimar a relação oferta/demanda de biomassa forrageira considerando-se o tamanho do rebanho em 2011 (Tabela 8). Nesse segundo cenário, a deficiência de forragem é mais acentuada e aparentemente mais coerente com a redução do rebanho nas mesorregiões. Essas médias podem ser também observadas na distribuição espacial dos dados municipais interpolados (Figuras 14 e 15).

A coerência entre os padrões da distribuição espacial da relação entre a oferta e demanda de forragem em 2012 (Figura 14) e a redução do rebanho (Figura 15) sugerem, portanto, que é possível estimar, em uma escala relativamente detalhada, a vulnerabilidade do rebanho pecuário da região semiárida frente a estiagens severas. A possibilidade de identificar áreas prioritárias de ação é de grande importância para otimizar a efetividade de políticas públicas de adaptação que venham a ser implantadas.

A concordância entre as informações geradas a partir de dados oriundos de fontes não correlacionadas neste estudo é notória. Por exemplo, a oferta de forragem foi calculada com base em imagens de satélite para quantificar as áreas sob diferentes tipos de cobertura e uso da terra e os dados de produtividade de forragem obtidos da literatura e, adicionalmente, a demanda de forragem foi calculada com base nos dados do IBGE sobre os rebanhos em cada município e no consumo de forragem por esses animais para os dois anos de estudo.

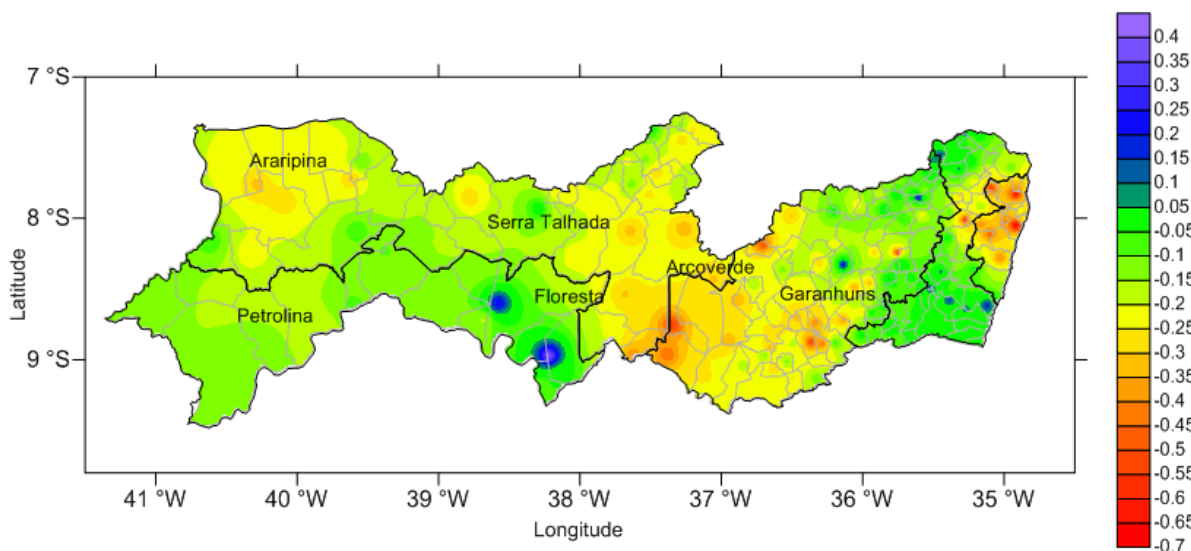
Estes resultados demonstram que a metodologia de obtenção de dados empregada neste estudo é útil para auxiliar em discussões no âmbito da oferta e demanda de biomassa na região Semiárida do Nordeste.

Figura 14. Distribuição espacial da relação entre a produção de biomassa e a demanda pelo rebanho pecuário em Pernambuco no ano de 2012.



Fonte: IBGE/PROBIO, 2007.

Figura 15. Distribuição espacial da variação do rebanho pecuário na região semiárida de Pernambuco no ano de 2012 em relação ao rebanho de 2011
(Variação = rebanho em 2012/rebanho em 2011 - 1).



Fonte: IBGE

Espera-se que a maior parte das limitações observadas nos dados possa ser minimizada ou eliminada com a condução de novos estudos adequados para essa finalidade. Um dos pontos que merece ser mencionado é a necessidade de uma equipe multidisciplinar para aprofundar as discussões sobre o tema. Um exemplo dessa necessidade é o fato de que o grau de vulnerabilidade dos pecuaristas depende principalmente do acesso a terra e ao crédito.

Sendo assim, regiões que aparentam não estar vulneráveis por apresentarem uma relação favorável entre oferta e demanda de forragem podem ter grande número de pecuaristas confinados em pequenas propriedades com pouca flexibilidade para alimentar seu rebanho em um ano de estiagem. Ou seja, esse é um problema complexo e a discussão para buscar soluções é também complexa, envolvendo também pesquisadores e técnicos das áreas de ciências sociais, tanto do setor público quanto privado, com o intuito de identificarem-se as ações mais viáveis que garantam a melhor adaptação possível do setor pecuário da região frente à variabilidade climática.

6. CONCLUSÕES

6.1 Sobre a Metodologia

As estimativas de produção e demanda de biomassa, apesar de originadas de dados distintos, convergem para a mesma ordem de grandeza;

Há boa relação entre as estimativas e a redução observada no rebanho em 2012;

Aparentemente, será possível estimar a vulnerabilidade do rebanho da região semiárida, na escala de microrregiões;

Ainda há muitas incertezas associadas a esses dados, então mais estudos são necessários.

6.2 Estratégia de Adaptação

O impacto negativo da estiagem de 2012 foi maior no rebanho bovino que nos caprinos e ovinos (estimular o aumento da proporção de caprinos e ovinos?);

As áreas irrigadas no Sertão do São Francisco, aliadas à maior proporção de caprinos e ovinos e menor taxa de lotação, conferiu maior resiliência a essa mesorregião (estimular maior integração entre áreas irrigadas e pecuárias nos anos de seca?);

No Agreste, a área plantada com cana de açúcar (e também a proximidade com a Zona da Mata) aparentemente reduziu os efeitos negativos da estiagem pelo uso da cana como forragem (estimular maior integração entre áreas canavieiras e pecuárias?).

6.3 Lacunas de Informações

Na região, ainda são reduzidas as informações disponíveis sobre a produtividade de forragem e suas variações com as chuvas nos diferentes tipos de vegetação e solos;

O mapeamento da cobertura e uso do solo deveria ser periodicamente atualizado e disponibilizado.

Dificuldades de acesso a dados de irrigação (área, culturas e produtividade) e produção da palma forrageira;

Maior agilidade na disponibilização dos dados de rebanho.

7. REFERÊNCIAS

APAC – Agência Pernambucana de Águas e Clima Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/arquivos_portal/boletins/BOLETIM_DO_CLIMA_Marco_2014_Final.pdf> Acesso em: 13 set. 2014.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E.; REPELLI, C. A.; VITORINO, M.; FERREIRA, N. Episódios de La Niña na bacia de oceano Pacífico Equatorial e a distribuição sazonal e intrasazonal das chuvas no setor norte do Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v.12, n.1, p.63-76, 1997.

ALVES, J. M. B. E.; KAYANO, M. T. Estudos preliminares da precipitação no sul do Ceará durante a pré-estação chuvosa. Boletim Climanálise, v.6, n. 2, p.41-50, 1991.

ALVES, J. M. B.; FERREIRA, F. F.; CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. As Chuvas de Janeiro/2004 no Nordeste dos Brasil, suas Características Atmosféricas e seus Impactos nos Recursos Hídricos da Região. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2004, São Luis. Anais do VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. ABRH, 2004.

ANGELOTTI, F. Mudanças climáticas e problemas fitossanitários. In: LIMA, R. C. C. et al. Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional do Semiárido – INSA. Campina Grande, 2011.

ANTONINO, C. D.; SAMPAIO, E. V. S.; DALL’OLIO, A.; SALCEDO, I. H. Balanço hídrico em solo com cultivos de subsistência no semiárido do Nordeste do Brasil. Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.1, p.29-34, 2000.

ARAGÃO, J. O. R. A influência dos Oceanos Atlântico e Pacífico sobre a circulação atmosférica e a chuva na Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Simulação e Observação. In: SBMET, 6-13 de novembro de 1996, Campos do Jordão. Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão - SP, p.830-833, 1996.

ARAGÃO, J. O. R.; LACERDA, F. F.; MOURA, G. B. A.; SOUZA, I. A.; RODRIGUES, R. S. Boletim de Informações Climáticas, INFOCLIMA, ano 4, n.2, 1998.

ARAÚJO FILHO, J. A. 1980. Manejo de pastagens nativas no sertão cearense. In: Simpósio Brasileiro de Pastagem Nativa do Trópico Semiárido, 1, Fortaleza,

CE, Anais XVII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1980, Fortaleza: SBZ, p.45-58.

ARAÚJO FILHO, J. A.; TORRES, S. M. S.; GADELHA, J. A.; MACIEL, D. F.; CATUNDA, A. G. Estudo de pastagem nativa do Ceará. Fortaleza: BNB, 1982. p.75. (Estudos Econômico e Sociais, 13).

ARAÚJO FILHO, J. A. Pastoreio múltiplo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 7, 1985, Piracicaba. Anais, Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luís de Queiroz", 1985. p.203-233.

ARAÚJO FILHO, J. A. Manipulação da vegetação lenhosa da Caatinga para fins pastoris. Sobral, CE, Embrapa Caprinos. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 11), p18, 1990.

ARAÚJO FILHO, J. A., SOUSA, F. B., CARVALHO, F. C. Pastagens no Semiárido: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, Brasília, DF, Anais... XXII Reunião da SBZ, p.28-62, 1995.

ARAÚJO FILHO, J. A., CARVALHO, F. C. Criação de ovinos a pasto no semiárido nordestino. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1. Fortaleza, CE, Anais... Fortaleza, p.143-149, 1998

ARAÚJO FILHO, J. A.; CARVALHO, F. C.; GARCIA, R.; SOUSA R. A. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma Caatinga sucessional. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.1, p.11-19, 2002.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Editora Bertrand Brasil, 1988.

BARRETO; P. C. A. Avaliação hidrológica de microbacias de nascentes de rios: Contribuições para a gestão de recursos ambientais no semiárido pernambucano. Doutorado em: Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 196 p, 2010.

BENEDETTI, E.; RODRIGUEZ, N. M. F; CAMPOS, W. E.; BORGES, A. A. C. C.; SALIBA, E. S. Consumo de Alimentos e Produção de Leite de Vacas Mestiças Mantidas em Diferentes Pastagens Tropicais. . Revista Brasileira de Ciência Animal v.9, n.3, p.578 – 589, 2008.

BEZERRA, N. F. Água e Desenvolvimento Sustentável no Semiárido. FUNCEME. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, Série Debates nº 24, dezembro, 2002.

CABRAL, L. S.; SANTOS, J. W.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; SOUZA, A. L.; RODRIGUES, R. C. Consumo e Eficiência Alimentar em Cordeiros Confinados. *Revista Brasileira Saúde Prod.* v.9, n.4, p.703-714, 2008.

CARVALHO, F. C.; ARAÚJO, J. A. F.; GARCIA, R.; PEREIRA, J. M. F.; ALBUQUERQUE, V. M. Efeito do corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.). *Revista Brasileira de Zootecnia* v.30, n.3, p.930-934, 2001.

CARVALHO, F. A. N., BARBOSA, F. A., McDOWELL, L. R. Nutrição de bovinos a pasto. Belo Horizonte: Papelform, 2003. 428p.

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/enos/>> Acesso em: 28 jan. 2013.

COELHO, M. R. et al. O Recurso Natural Solo. in: MANZATTO, C. V. et al. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, p. 1-12, 2002.

CONTI, J. B. Clima e meio ambiente. Coordenação Sueli Angelo Furlam, Francisco Scarlato. – São Paulo: Atual, 1998. – (Série meio ambiente).

COVEY, D.; HASTENRATH, S. The Pacific El Niño Phenomenon and the Atlantic circulation. *Monthly Weather Review*, v.106, n.1, p.1280-1287, 1978.

DRUMOND, M. A.; KILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C. de; OLIVEIRA, V. R. de; ALBUQUERQUE, S. G. de; NASCIMENTO, C. E. de S. & CAVALCANTI, J. Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga. In: Avaliação e identificações de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Seminário “Biodiversidade da Caatinga”, realizado em Petrolina; Pernambuco, na Embrapa Semiárido, no período de 21 a 26 de maio de 2000.

DUARTE, R. S. Do desastre natural à calamidade pública: a seca de 1998-1999. Fortaleza: Banco do Nordeste; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. – (Série Estudos sobre os efeitos das Secas no Nordeste; v.5).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 306p, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization. Disponível em: <http://www.fao.org/index_en.htm> Acesso em: 07 jun. 2013.

FERREIRA, A. G; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.1, n.1, 2005.

GEO BRASIL. *Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil*. Organizado por Thereza Christina Carvalho Santos e João Batista Drummond Câmara. Brasília. Edições IBAMA, 2002

GOMES, G. M. Velhas secas em novos sertões: continuidade e mudança na economia do Semiárido e dos Cerrados nordestinos. Brasília: IPEA, 2001.

GONZÁLEZ-JIMENEZ, E. Primary and secondary productivity in flooded savannas. In: UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. *Tropical grazing land ecosystems*. Paris: UNESCO/UNEP/FAO, p.620-655, 1979.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G.; RICHÉ, G. R. Sistema Caatinga-buffel-leucena para produção de bovinos no semiárido. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, (Circular Técnica, 34), p.39, 1995.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil. *Quartely Journal of the Royal Meteorological Society*, v.110, p.411-425, 1977.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/Caatinga.htm>> Acesso em: 23 out. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recursos naturais e meio ambiente: Uma visão do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, p.208 , 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico de 2006. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 15 jan. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 jan. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: 21 mar. 2014.

INCRA. Instituto Nacional De Colonização E Reforma Agrária. Manual de obtenção de terras e perícia judicial. Brasília. 2006.

IPCC. Intergovernmental Panel On Climate Change. “Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third assessment report

of the Intergovernmental Panel on Climate Change”. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

IPCC. Intergovernmental Panel On Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University. Press, Cambridge, 2007.

IPCC. Intergovernmental Panel On Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group II to Contribution to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University. Press, Cambridge, 2014.

KAYANO, M. T; ANDREOLI, R. V. Clima da região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, Iracema F. A. et al.; Tempo e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2009.

KOUSKY, V. E. E GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vórtices in the tropical South Atlantic. Tellus, n.33, p.538-550, 1981.

LACERDA, F. F.; NOBRE, P.; DIAS, H.; SANTOS, A. A.: Um Estudo de Detecção de Mudanças Climáticas no Semi-árido de Pernambuco In: III Simpósio Internacional de Climatologia, Canela-RS, 2009c.

LIMA, G. F. C.. Determinação de fitomassa aérea disponível ao acesso animal em Caatinga pastejada - região de Ouricuri - PE. 244 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1984.

LOPES, H. L. Modelagem de parâmetros biofísicos para avaliação de risco à desertificação. Dissertação de mestrado em ciências geodésicas e tecnologias da geoinformação, UFPE, 2005.

LUCENA, J. A. Dinâmica Climática e produção agropecuária no município de caicó/RN. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em ciências geodésicas e tecnologias da geoinformação, UFPB, 2012.

MARENGO, J. 2002: Mudanças climáticas globais e regionais: Avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. Revista Brasileira de Meteorologia, v.16, n.1, p.1-18, 2001.

MARENGO, J., SILVA DIAS, P., 2006: Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. Capítulo 3 em Águas Doces do Brasil: Capital

Ecológico, Uso e Conservação, p.63-109. Eds. A. Rebouças, B., Braga e J. Tundisi. Editora Escrituras, SP.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v.1, n.1, p.214, 2007.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GIONGO, V.; PÉREZ-MARIN, AM. Biogeochemical cycling in terrestrial ecosystems of the Caatinga Biome. Brazilian Journal of Biology (Impresso), v.72, n.3, p.643-653, 2012

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Homepage/Combate%20a%20Seca/Informativo%20Estiagem%20NE%20n%204.pdf> Acesso em: 21 set. 2014.

MOREIRA, J. N; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; ARAÚJO, G. G. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, G. C. 2006. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no sertão de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, n.11, p.1643-1651.

MOURA, A. D. E SHUKLA J. On the dynamics of droughts in northests Brazil: Observation, theory, and numerical experiments with a general circulation model. Journal Atmospheric Sci., v.38, n.7, p.2653-2675, 1981.

MOURA, J. W. S. 1987. Disponibilidade e qualidade de pastos nativos e de capim buffel (*Cenchrus ciliaris*, L.) diferido no semiárido de Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. 159 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

NOBEL, P. S. Environmental biology. In: BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMENTABARRIOS, E. Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear. Rome: FAO, (FAO. Plant Production and Protection, 132), p.36-48, 1995.

NOBRE, P. E SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, Wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South América. Journal of Climate, v.9, n.10, p.2464-2479, 1996.

PEREIRA, R. V. G. 2010. Digestibilidade e consumo de equinos em treinamento e criados a pasto. Minas Gerais: p.58 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Atlas de bacias hidrográficas de Pernambuco. Simone Rosa da Silva (Org.), Recife: Ed. A secretaria, 2006.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente Programa de Ação Estadual de Pernambuco para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-PE. Recife, 2009.

PESSOA, A. S. Cultura da palma forrageira. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, (SUDENE. Agricultura, 5), p.98, 1967.

PINTO, S. A.; ASSAD, E. D.; ZULLO JÚNIOR, J.; ÁVILA, A. M. H. Variabilidade climática. In: HAMADA, E. (Ed.). Água, agricultura e meio ambiente no Estado de São Paulo: avanços e desafios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, Cap. Cd-Rom, 2003.

PORTO, E. R. Sistemas Produtivos Dependentes de Chuva: Desempenho e Perspectivas para a Sustentabilidade. In: ANGELOTTI, F. et al. Mudanças Climáticas e Desertificação no Semiárido Brasileiro. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Semiárido, Petrolina – PE. Embrapa Informática Agropecuária, Campinas – SP, 2009.

PFISTER, J. A.; MALECHEK, J. C. 1986. Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of northeastern Brazil. Journal of Range Management v.39, n.1, p.24-28.

PROBIO - PROJETO DE CONSERVAÇÃO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DA DIVERSIDADE BIOLÓGICA BRASILEIRA. Subprojeto – Levantamento da Cobertura Vegetal e do Uso do solo do Bioma Caatinga. 2007. Disponível em:

<http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/Caatinga/documentos/relatorio_final.pdf> Acesso em: 25 nov. 2013

RANGEL, J. H. de A.; CARVALHO FILHO, O. M.; ALMEIDA, S. A. Experiências com o uso de *Gliricidia sepium* na alimentação animal no Nordeste brasileiro. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO J. C. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite: Brasília: FAO, p.139-152, 2001.

RanKBrasil. Recordes Brasileiros Disponível em:
<http://www.rankbrasil.com.br/Recordes/Materias/06rp/Minas_Gerais_E_O_Maior_Produtor_De_Leite_Do_Brasil> Acesso em: 23 abr. 2014.

REDDY, S.J. 1983. Climatic classification: the semiarid tropics and its environment a review. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.18, n.8, p.823-847, 1983.

SAMPAIO, E. V. S. B. 1995. Overview of the Brazilian Caatinga. In.: Bullock, S. H. Mooney; Medina, E. Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press.

SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e Fluxos de Carbono no Semiárido Nordeste: Estimativas Preliminares. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.6, p.1275-1291, 2011.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. *Boletim de geografia. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Geografia*. v.16, n.1, 1998.

SANTOS, D. C. et al. Manejo e Utilização da Palma Forrageira (*Opuntia E Nopalea*) em Pernambuco. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SANTOS, G. R. A. 2007. Caracterização da dieta de ovinos em área de Caatinga no sertão de Pernambuco. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco. p.135 Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SANTOS, C. A. C. dos, BRITO, J. I. B. de, RAO, T. V. R. e MENEZES, H. E. A. 83 Tendências dos Índices de Precipitação no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.24, n.1, p.39-47, 2009.

SILVA et al. Zoneamento Agroecológico de Pernambuco – ZAPE, EMBRAPA-PE, 2000.

SECRETARIA DE AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA DE PERNAMBUCO. Disponível em:
<http://www.agricultura.pe.gov.br/interna.php?p=programas&s=leite_de_todos> Acesso em: 26 mar. 2014.

SHEPARD, D. 1968. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. In: *Proceedings of the 1968 ACM 23rd National Conference*, p. 517-524.

SILVA DIAS, P.; MARENGO, J. A. Águas atmosféricas. In: Rebouças, A. da C.; Braga Jr., B.; Tundisi, J. G. (ed.) Águas doces no Brasil - capital ecológico, usos múltiplos exploração racional e conservação. 2ns Ed. IEA/USP, 2002. p.65-116.

SILVA, N. L. et al. Pastoreio de Curta Duração com Ovinos em Caatinga Raleada no Sertão Cearense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.34, n.1, 1999.

SILVA, V. M.; ARAÚJO FILHO, J. A.; LEITE, E. R.; PEREIRA, V. L. A.; UGIETTE, S. A. Manipulação da Caatinga e seu efeito sobre parâmetros fitossociológicos e de produção, em Serra Talhada, Pernambuco. In Proceedings of the XXXII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.58-61, 1995.

SILVA, D. F. et al. Variabilidade da precipitação e produtividade agrícola na região do Médio Paranapanema, SP. Revista Brasileira de Climatologia. ISSN: 1980-055X. p.101-116, 2008.

SOARES, L. F. P. et al. Uso do LIPE® e do Óxido de Cromo na Estimativa do Consumo de Matéria Seca por Bubalinos. Rev. Cient. Prod. Anim., v.13, n.1, p.80-83, 2011.

SOUZA, C. F. Dinâmica climática e as chuvas no Nordeste brasileiro no eixo Barra do Corda/MA – Natal/RN (relações com o fenômeno El Niño). USP, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, (Tese de Doutorado). São Paulo, 1998.

SOUZA, B. I. Contribuição ao estado da desertificação na bacia do Taperoá-PB. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 1999.

SOUSA, F.B., CARVALHO, F.C., ARAÚJO FILHO, J.A. Capim-gramão: uma opção para o nordeste brasileiro. Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC, (Circular Técnica, 14), p.16, 1998.

SOUZA, I. A. et al. Influência do El Niño no Comportamento Pluviométrico do Estado de Pernambuco Durante do Ano de 1998, In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e II Reunião Climática Latino Americana de Agrometeorologia. Florianópolis – SC, 1999.

SOUZA FILHO, F. A. Variabilidade e mudanças do clima no semiárido. Clima e Recursos Hídricos. Editores. C. Tucci e B. Braga. Coleção ABRH Vol. 9, Porto Alegre, RS, p.77-11, 2003.

SOUZA FILHO, F. de A. de. A política nacional de recursos hídricos: Desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, p. 440, 2011.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. Tropical grazing land ecosystems. Paris: UNESCO/UNEP/FAO, p.655, 1979.

VASCONCELOS, A. V. G.; LIRA, M. A.; CAVALCANTI, V. L. B. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.). Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.5, p.827-831, 2009.

VIANA, O. J. Pastagens de cactáceas nas condições do Nordeste. Zootecnia, Nova Odessa, v.7, n.2, p.55-65, 1969.

VIEIRA, V. P. P. B. 2.0 - Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino. Versão Preliminar v.1 n.1. Ministério da Integração Nacional, 2010.

YDOYAGA-SANTANA, D. F.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; SILVA, M. J. A.; MARQUES, K. A.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, D. C. Caracterização da Caatinga e da dieta de novilhos fistulados, na época chuvosa, no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia, v.40, n.1, p.69-78, 2010.

8. APÊNDICE

8.1 Índices Calculados da Produção de Biomassa, Demanda de Forragem e a Relação entre a Produção e Demanda para os Anos de 2011 e 2012 nas Mesorregiões do Agreste, Sertão do São Francisco e Sertão Pernambucano.

AGRESTE/2011					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Agrestina	18525	82209	0,23
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Águas Belas	184636	171239	1,08
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Alagoinha	25690	48389	0,53
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Altinho	84310	96073	0,88
AGRESTE	GARANHUNS	Angelim	28052	31632	0,89
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Barra de Guabiraba	23594	23742	0,99
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Belo Jardim	83743	91331	0,92
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Bezerros	57991	77420	0,75
AGRESTE	GARANHUNS	Bom Conselho	106264	201177	0,53
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Bom Jardim	8350	34308	0,24
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Bonito	86488	57054	1,52
AGRESTE	GARANHUNS	Brejao	36747	51791	0,71
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Brejo da Madre de Deus	106400	59438	1,79
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Buíque	292274	260530	1,12
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Cachoeirinha	17462	64023	0,27
AGRESTE	GARANHUNS	Caetés	80146	65325	1,23
AGRESTE	GARANHUNS	Calçado	33045	22159	1,49
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Camocim de São Felix	64355	21015	3,06
AGRESTE	GARANHUNS	Canhotinho	110502	113776	0,97
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Capoeiras	62567	84422	0,74
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Caruaru	99570	128663	0,77
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Casinhas	61863	20487	3,02
AGRESTE	GARANHUNS	Correntes	123809	111112	1,11

AGRESTE/2011					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Cumaru	103628	38050	2,72
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Cupira	7239	39838	0,18
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Feira Nova	12318	16896	0,73
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Frei Miguelinho	14395	27218	0,53
AGRESTE	GARANHUNS	Garanhuns	111153	123124	0,90
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Gravatá	43405	114356	0,38
AGRESTE	GARANHUNS	Iati	148667	88728	1,68
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Ibirajuba	34289	43874	0,78
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Itaíba	120543	381574	0,32
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Jatáuba	97080	72589	1,34
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	João Alfredo	17753	26801	0,66
AGRESTE	GARANHUNS	Jucatí	27679	29930	0,92
AGRESTE	GARANHUNS	Jupi	51229	23482	2,18
AGRESTE	GARANHUNS	Jurema	50548	28205	1,79
AGRESTE	GARANHUNS	Lagoa do Ouro	33509	81128	0,41
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Lagoa dos Gatos	10641	29419	0,36
AGRESTE	GARANHUNS	Lajedo	25712	71814	0,36
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Limoeiro	27581	60587	0,46
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Machados	62487	9317	6,71
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Orobo	14397	17878	0,81
AGRESTE	GARANHUNS	Palmeirina	47758	55529	0,86
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Panelas	49327	56530	0,87
AGRESTE	GARANHUNS	Paranatama	54157	29114	1,86

AGRESTE/2011					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Sairé	143480	44329	3,24
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Salgadinho	6585	11099	0,59
AGRESTE	GARANHUNS	Saloá	66610	56882	1,17
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Sanharó	37468	77452	0,48
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Santa Cruz do Capibaribe	58072	43804	1,33
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Santa Maria do Cambuca	137154	14109	9,72
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	São Bento do Una	103798	236481	0,44
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	São Caitano	52587	51303	1,03
AGRESTE	GARANHUNS	São João	93171	84455	1,10
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	São Joaquim do Monte	161704	51857	3,12
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	São Vicente Férrer	29955	15924	1,88
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Surubim	113050	56684	1,99
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Tacaimbó	26683	35895	0,74
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Taquaritinga do Norte	65465	59153	1,11
AGRESTE	GARANHUNS	Terezinha	32600	36254	0,90
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Toritama	6632	14684	0,45
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Tupanatinga	112140	169242	0,66
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Venturosa	73103	66356	1,10
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Vertente do Lério	106862	12847	8,32
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Vertentes	122138	27486	4,44
		Soma	4989784	5005676	Média 1,43

SERTÃO DO SÃO FRANCISCO/2011

Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Afrânio	266736	213866	1,25
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Belém de São Francisco	282756	134458	2,10
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Cabrobó	219162	117010	1,87
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Carnaubeira da Penha	144308	129988	1,11
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Dormentes	216093	260134	0,83
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Floresta	735038	358630	2,05
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Itacuruba	84656	23299	3,63
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Jatobá	71241	30193	2,36
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Lagoa Grande	361722	111426	3,25
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Orocó	73321	54362	1,35
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Petrolândia	137731	53523	2,57
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Petrolina	856776	334637	2,56
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Santa Maria da Boa Vista	452959	146312	3,10
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Tacaratu	184465	62581	2,95
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Terra Nova	67330	39004	1,73
		Soma	4154294	2069423	Média 2,18

SERTÃO PERNAMBUCANO/2011					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Afogados da Ingazeira	87346	54877	1,59
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Araripina	323377	123442	2,62
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Arcoverde	72072	75012	0,96
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Betânia	236817	104888	2,26
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Bodoco	359832	232477	1,55
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Brejinho	14688	14126	1,04
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Calumbi	25399	17810	1,43
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Carnaíba	74819	57914	1,29
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Cedro	55792	35623	1,57
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Custódia	228791	238540	0,96
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Exu	380360	171875	2,21
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Flores	127583	81082	1,57
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Granito	132946	85529	1,55
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Ibimirim	316333	188630	1,68
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Iguaraci	120587	72488	1,66
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Inajá	221414	117232	1,89
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Ingazeira	32063	30840	1,04
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Ipubi	237934	41367	5,75
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Itapetim	83286	50560	1,65
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Manari	47460	117856	0,40
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Mirandiba	116719	87009	1,34
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Moreilândia	138198	66272	2,09
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Ouricuri	404771	258853	1,56
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Parnamirim	465026	204755	2,27
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Quixaba	31754	30742	1,03

SERTÃO PERNAMBUCANO/2011

Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Salgueiro	283463	113926	2,49
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Santa Cruz	154155	158586	0,97
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Santa C. Baixa Verde	30762	31730	0,97
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Santa Filomena	183817	70508	2,61
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Santa Terezinha	34830	21286	1,64
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	São José do Belmonte	241760	121184	1,99
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	São José do Egito	127196	92020	1,38
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Serra Talhada	526426	300292	1,75
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Serrita	328848	128763	2,55
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Sertânia	398727	349328	1,14
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Solidão	28269	18402	1,54
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Tabira	94368	53723	1,76
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Trindade	47533	23543	2,02
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Triunfo	60882	21905	2,78
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Tuparetama	37927	34262	1,11
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Verdejante	66126	40553	1,63
		Soma	6980455	4139807	Média 1,74

AGRESTE/2012					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Agrestina	7188	56000	0,13
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Águas Belas	76235	127384	0,60
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Alagoinha	12251	40046	0,31
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Altinho	36771	62367	0,59
AGRESTE	GARANHUNS	Angelim	10136	18411	0,55
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Barra de Guabiraba	13058	22939	0,57
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Belo Jardim	43436	76493	0,57
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Bezerros	34765	38631	0,90
AGRESTE	GARANHUNS	Bom Conselho	43966	153725	0,29
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Bom Jardim	11004	30109	0,37
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Bonito	65762	54435	1,21
AGRESTE	GARANHUNS	Brejão	13913	44658	0,31
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Brejo da Madre de Deus	59897	45646	1,31
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Buíque	110447	194300	0,57
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Cachoeirinha	6714	54260	0,12
AGRESTE	GARANHUNS	Caetés	21904	45049	0,49
AGRESTE	GARANHUNS	Calçado	8787	13117	0,67
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Camocim de São Felix	62756	22101	2,84
AGRESTE	GARANHUNS	Canhotinho	41448	105148	0,39
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Capoeiras	20953	65935	0,32
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Caruaru	56014	92227	0,61
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Casinhas	956	18434	0,05
AGRESTE	GARANHUNS	Correntes	46453	98880	0,47

AGRESTE/2012

Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Cumaru	14798	36256	0,41
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Cupira	3546	32201	0,11
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Feira Nova	4122	15496	0,27
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Frei Miguelinho	6887	27841	0,25
AGRESTE	GARANHUNS	Garanhuns	40447	102300	0,40
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Gravatá	22104	100209	0,22
AGRESTE	GARANHUNS	Iati	57284	72482	0,79
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Ibirajuba	14795	36044	0,41
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Itaíba	53611	209320	0,26
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Jatáuba	53836	50470	1,07
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	João Alfredo	10335	31869	0,32
AGRESTE	GARANHUNS	Jucatí	4926	20105	0,25
AGRESTE	GARANHUNS	Jupi	4524	16529	0,27
AGRESTE	GARANHUNS	Jurema	12310	17578	0,70
AGRESTE	GARANHUNS	Lagoa do Ouro	13363	60434	0,22
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Lagoa dos Gatos	6588	24763	0,27
AGRESTE	GARANHUNS	Lajedo	6961	51456	0,14
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Limoeiro	10710	54510	0,20
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Machados	106812	9596	11,13
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Orobo	6650	17107	0,39
AGRESTE	GARANHUNS	Palmeirina	17453	43278	0,40
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Panelas	22181	41924	0,53
AGRESTE	GARANHUNS	Paranatama	16674	19456	0,86

AGRESTE/2012

Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2012(t)	DEMANDA - 2012	OFERTA/DEMANDA -2012
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Passira	19689	32728	0,60
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Pedra	81545	118310	0,69
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Pesqueira	67145	118014	0,57
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Poção	18021	25112	0,72
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Riacho das Almas	12590	26065	0,48
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	Sairé	136330	44414	3,07
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	Salgadinho	4394	9352	0,47
AGRESTE	GARANHUNS	Saloá	23685	48875	0,48
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Sanharó	15993	66987	0,24
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Santa Cruz do Capibaribe	28161	35001	0,80
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Santa Maria do Cambuca	3213	13774	0,23
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	São Bento do Una	40944	174009	0,24
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	São Caitano	23456	60681	0,39
AGRESTE	GARANHUNS	São João	21337	41076	0,52
AGRESTE	BREJO PERNAMBUCANO	São Joaquim do Monte	79099	54798	1,44
AGRESTE	MEDIO CAPIBARIBE	São Vicente Férrer	23508	17348	1,36
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Surubim	6505	57500	0,11
AGRESTE	VALE DO IPOJUCA	Tacaimbó	11549	25262	0,46
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Taquaritinga do Norte	34732	44536	0,78
AGRESTE	GARANHUNS	Terezinha	12669	25618	0,49
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Toritama	1835	12484	0,15
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Tupanatinga	55507	79446	0,70
AGRESTE	VALE DO IPANEMA	Venturosa	36686	42806	0,86
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Vertente do Lério	4528	11049	0,41
AGRESTE	ALTO CAPIBARIBE	Vertentes	12612	24569	0,51
		Soma	2091465	3781332	Média 0,72

SERTÃO DO SÃO FRANCISCO/2012					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2012(t)	DEMANDA - 2012	OFERTA/DEMANDA -2012
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Afrânio	112024	186524	0,60
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Belém de São Francisco	162119	114523	1,42
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Cabrobó	129460	101325	1,28
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Carnaubeira da Penha	82055	111023	0,74
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Dormentes	88374	228792	0,39
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Floresta	392812	439417	0,89
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Itacuruba	42315	19713	2,15
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Jatobá	36976	27913	1,32
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Lagoa Grande	157536	99655	1,58
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Orocó	43346	50085	0,87
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Petrolândia	85974	72896	1,18
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Petrolina	386405	300058	1,29
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Santa Maria da Boa Vista	245248	137335	1,79
SAO FRANCISCO	ITAPARICA	Tacaratu	100115	62016	1,61
SAO FRANCISCO	PETROLINA	Terra Nova	34281	35409	0,97
		Soma	2099041	1986684	Média 1,20

SERTÃO PERNAMBUCANO/2012

Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA - 2011
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Afogados da Ingazeira	34985	47656	0,73
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Araripina	148057	98766	1,50
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Arcoverde	30352	51300	0,59
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Betânia	125710	81157	1,55
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Bodoco	155734	178180	0,87
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Brejinho	6675	12199	0,55
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Calumbi	13913	14894	0,93
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Carnaíba	32160	43785	0,73
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Cedro	19302	29938	0,64
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Custódia	127778	161452	0,79
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Exu	170928	133379	1,28
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Flores	63583	63752	1,00
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Granito	61598	59986	1,03
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Ibimirim	187991	130020	1,45
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Igaraci	62173	53451	1,16
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Inajá	147250	94050	1,57
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Ingazeira	15473	21839	0,71
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Ipubi	103007	32162	3,20
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Itapetim	38308	37263	1,03
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Manari	17544	72562	0,24
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Mirandiba	64788	70901	0,91
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Moreilândia	67367	59014	1,14
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Ouricuri	183876	184860	0,99
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Parnamirim	240974	191499	1,26
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Quixaba	12809	25513	0,50

SERTÃO PERNAMBUCANO/2012					
Mesorregião	Microrregião	MUNICÍPIO	PRODUÇÃO BIOMASSA-2011(t)	DEMANDA - 2011	OFERTA/DEMANDA -2011
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Salgueiro	152577	98535	1,55
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Santa Cruz	72143	123006	0,59
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Santa C. Baixa Verde	14908	23989	0,62
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Santa Filomena	75665	69473	1,09
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Santa Terezinha	15133	17265	0,88
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	São José do Belmonte	115703	84859	1,36
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	São José do Egito	58464	66018	0,89
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Serra Talhada	258503	301985	0,86
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Serrita	157407	108148	1,46
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO MOXOTO	Sertânia	217496	228940	0,95
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Solidão	11889	14580	0,82
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Tabira	37830	46347	0,82
S. PERNAMBUCANO	ARARIPINA	Trindade	20085	15988	1,26
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Triunfo	27929	16536	1,69
S. PERNAMBUCANO	SERTAO DO PAJEU	Tuparetama	18638	27684	0,67
S. PERNAMBUCANO	SALGUEIRO	Verdejante	37073	34314	1,08
		Soma	3423777	3227241	Média 1,05

9. ANEXO

Unidade Animal: Animal com 450 kg de peso vivo;

Taxa de Lotação: É o número de animais ou unidade animal (UA, que é igual a 450 kg de peso vivo) pastejando numa unidade de área (hectare);

Pressão de Pastejo: É a relação entre o peso vivo (PV) animal (kg) e a quantidade de forragem disponível (kg PV/kg matéria seca/dia);

Capacidade de Suporte: É a taxa de lotação em uma pressão de pastejo ótima, durante um período de tempo definido, no qual se observa a máxima produção animal por área, sem causar a degradação da pastagem. A capacidade de suporte das pastagens varia em função do solo, clima, estação do ano e espécie ou cultivar forrageira, ou seja, de acordo com os fatores que determinam a oferta de forragem ao longo do ano.

Forragem Disponível: É a quantidade (kg) de matéria seca (MS) de capim disponível para cada 100 kg de PV do animal por dia. A MS é determinada pela pré-secagem do capim a temperatura de 55-65 °C por 72 horas.