



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA
MESTRADO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE**

**UTILIZAÇÃO DA LÓGICA FUZZY COMO MODELO PREDITIVO
DA SITUAÇÃO DE SEGURANÇA ALIMENTAR NOS MUNICÍPIOS
DO ESTADO DA PARAÍBA**

Brunna Thaís Luckwü de Lucena

Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna

Ronei Marcos de Moraes

JOÃO PESSOA
2011

BRUNNA THAIS LUCKWU DE LUCENA

**UTILIZAÇÃO DA LÓGICA FUZZY COMO MODELO PREDITIVO
DA SITUAÇÃO DE SEGURANÇA ALIMENTAR NOS MUNICÍPIOS
DO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao
programa de Pós-Graduação em
Modelos de Decisão e Saúde da
Universidade Federal da Paraíba
para obtenção do título de Mestre
em Modelos de Decisão em Saúde.

Orientadores: Prof. Dr. Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna
Prof. Dr. Ronei Marcos de Moraes

JOÃO PESSOA
2011

L935u Lucena, Brunna Thais Luckwu de.

Utilização da lógica Fuzzy como modelo preditivo da situação de segurança alimentar nos municípios do estado da Paraíba / Brunna Thais Luckwu de Lucena. - -

João Pessoa: [s.n.], 2011.

58 f. : il.

Orientador: Rodrigo Pinheiro De Toledo Vianna.

Orientador: Ronei Marcos de Moraes.

Dissertação (Mestrado) – UFPB.

1. Segurança Alimentar. 2.Lógica Fuzzy. 3.Análise espacial.
4.Tomada de decisão.

BRUNNA THAIS LUCKWU DE LUCENA

**UTILIZAÇÃO DA LÓGICA FUZZY COMO MODELO PREDITIVO
DA SITUAÇÃO DE SEGURANÇA ALIMENTAR NOS MUNICÍPIOS
DO ESTADO DA PARAÍBA**

Dissertação apresentada ao
programa de Pós-Graduação em
Modelos de Decisão e Saúde da
Universidade Federal da Paraíba
para obtenção do título de Mestre
em Modelos de Decisão em Saúde.

Dissertação Aprovada em ____ / ____ / ____

Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna – Doutor em Saúde Coletiva
Orientador(a) – UFPB

Ronei Marcos de Moraes – Doutor em Computação Aplicada
Orientador(a) – UFPB

Jordana de Almeida Nogueira – Doutora em Enfermagem em Saúde Pública
Examinador(a) – UFPB

Neli Regina Siqueira Ortega – Doutora em Ciências
Examinador(a) – USP

Alcides da Silva Diniz – Doutor em Nutrição
Examinador(a) – UFPE

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar tantas oportunidades recompensadoras e por ter colocado pessoas que fazem a diferença na minha vida.

A minha família, meus pais e irmãs, pelos valores éticos e pela confiança e apoio depositados.

A meu esposo, pelo convívio e apoio, fazendo-me acreditar sempre no sucesso.

Ao Prof. Fabio Lessa, meu mestre e amigo que fez e ainda faz, através de seus ensinamentos e ações, a diferença minha vida.

Aos meus orientadores, Rodrigo Vianna e Ronei Moraes, pela proposta do tema e metodologia aplicada, pelo grande saber e confiança.

Aos colegas e professores deste programa de mestrado, por todos os momentos de aprendizagem e lazer vivenciados, tornando agradável a convivência e ajudando no nosso desenvolvimento acadêmico.

Aos membros da banca examinadora, pela colaboração e dedicação na avaliação deste trabalho.

RESUMO

Observa-se a preocupação com as condições de segurança alimentar e nutricional da população brasileira. O conceito adotado pelo Brasil, conforme a Lei nº. 11.346 de 2006, caracteriza a segurança alimentar e nutricional como um processo multidimensional, sendo determinado por fatores que vão desde a produção agrícola, distribuição e acesso dos alimentos à população, acesso econômico ao alimento, até a própria escolha alimentar, baseada em componentes culturais. Vários instrumentos são utilizados em estudos para a determinação da situação de segurança alimentar, sendo que esses instrumentos não permitem uma avaliação dos dados ao nível municipal, prejudicando a ação de políticas públicas prioritárias e específicas de cada município. Dessa forma, este estudo apresenta uma metodologia que considera diferentes fatores relacionados a uma situação de incerteza através da aplicação da lógica *fuzzy*, tendo, pois, o objetivo de analisar a situação de segurança alimentar de municípios da Paraíba através da aplicação da lógica *fuzzy*, descrevendo os fatores associados a esta situação, com a finalidade favorecer a tomada de decisão e priorizar a intervenção, subsidiando o processo de planejamento de programas e políticas públicas. Na área da Epidemiologia situações levam o pesquisador a questões complexas, imprecisas e de incerteza, e a teoria de conjuntos *fuzzy* nesses casos é aplicada pela sua capacidade de lidar com tais situações de incerteza. Além da aplicação do modelo de decisão da lógica *fuzzy*, foi realizada a análise espacial, onde os 221 municípios foram identificados, segundo a situação de segurança alimentar. Os resultados, portanto, mostram que 48% dos municípios da Paraíba estão em situação de segurança alimentar de risco, seguidos de 33,5%, que estão em situação aceitável, e, 18,5%, em situação inaceitável. Esses dados chamam a atenção para a caracterização da situação na Paraíba, estando 106 municípios em situação de risco e 41 em situação inaceitável, sendo estes os municípios prioritários para intervenção. Evidencia-se, pois, que a metodologia adotada constitui-se um instrumento importante para definir as tendências prioritárias de intervenção no município, no sentido de permitir a identificação da situação de segurança alimentar nessa esfera de governo, podendo subsidiar a tomada de decisão e o planejamento de ações que visem a promoção da segurança alimentar.

Palavras-chave: Segurança alimentar. Lógica *Fuzzy*. Análise espacial. Tomada de decisão.

ABSTRACT

There is concern about the conditions of food and nutritional security of Brazilian population. In Brazil, according to Law no. 11,346 in 2006, featuring the food and nutrition security as a multidimensional process, being determined by factors ranging from agricultural production, food distribution and access to population, economic access to food, even the food choice, based on cultural components. Many instruments are used to determine the food security situation, and these instruments do not allow an evaluation of the data at the municipal level, which difficulties the decision to qualify each cities. Thus, this study presents a methodology that considers various factors related to a situation of uncertainty through the application of fuzzy logic, and therefore the purpose of analyzing the food security situation of cities of Paraíba through the application of fuzzy logic, describing factors associated with this situation in order to help decision making and prioritizing interventions, supporting the process of planning programs and rules. In epidemiology situations lead the researcher to complex issues, imprecise and uncertain, and fuzzy sets theory is applied in such cases by its ability to deal with such situations of uncertainty. Besides the application of the decision model of fuzzy logic, we performed a spatial analysis, where the 221 cities were identified, according to the food security situation. The results therefore show that 48% of this cities are in the food security situation of risk, followed by 33.5%, which are in an acceptable, and 18.5% in unacceptable conditions. These data draw attention to the characterization of the situation in Paraíba, with 106 municipalities at risk and 41 in unacceptable conditions, which are the municipalities as priorities for intervention. It is evident therefore that the methodology adopted is to be an important tool to define the trends priority intervention in the municipality in order to allow identification of the food security situation in this sphere of government and may support the decision making and planning actions aimed for promotion food security.

Key words: food safety – spatial analyses – fuzzy logic – decision making

SUMÁRIO

1.	Introdução	12
2.	Objetivos	14
3.	Revisão Bibliográfica	
	3.1 Indicadores de Saúde.....	15
	3.2 Segurança Alimentar.....	17
	3.3 Estudos baseados em Lógica <i>fuzzy</i>	23
4.	Metodologia	
	4.1 Área de Estudo.....	26
	4.2 Caracterização do Estudo.....	27
	4.3 Lógica <i>fuzzy</i>	28
	4.4 Distribuição Espacial.....	34
5.	Resultados.....	35
6.	Discussão.....	49
7.	Considerações Finais.....	53
	Referências.....	55
	Anexo.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização da Paraíba-Brasil.	27
Figura 2	Estrutura básica de um sistema especialista <i>fuzzy</i> .	31
Figura 3	Mapa do estado da Paraíba mostrando a espacialização dos resultados da situação de segurança alimentar dos 221 municípios selecionados.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Principais <i>t</i> -normas e <i>t</i> -conormas.	33
Tabela 2	Principais operadores de implicação.	33
Tabela 3	Apresentação descritiva dos valores mínimo, máximo, média e desvio padrão dos dados das onze variáveis de entrada.	36
Tabela 4	Distribuição de frequência dos 221 municípios da Paraíba, segundo situação de segurança alimentar.	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Definição linguística dos conjuntos <i>fuzzy</i> , para as variáveis <i>fuzzy</i> de entrada.	37
Quadro 2	Definição linguística dos conjuntos <i>fuzzy</i> , para as variáveis <i>fuzzy</i> de saída.	37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Função de pertinência da variável de entrada: %população rural.	38
Gráfico 2	Função de pertinência da variável de entrada: %lixo não coletado.	38
Gráfico 3	Função de pertinência da variável de entrada: %sem instalação sanitária.	38
Gráfico 4	Função de pertinência da variável de entrada: %sem rede canalizada.	39
Gráfico 5	Função de pertinência da variável de entrada: %não alfabetizado.	39
Gráfico 6	Função de pertinência da variável de entrada: %adolescentes do sexo feminino de 15 a 17 anos com filhos.	39
Gráfico 7	Função de pertinência da variável de entrada: %crianças de 7 a 14 anos com mais de um ano de atraso escolar.	40
Gráfico 8	Função de pertinência da variável de entrada: %adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo.	40
Gráfico 9	Função de pertinência da variável de entrada: média de anos de estudo em pessoas com 25 anos ou mais.	40
Gráfico 10	Função de pertinência da variável de entrada: renda per capita.	41
Gráfico 11	Função de pertinência da variável de entrada: % pessoas que vivem em domicílios ou terrenos próprios.	41
Gráfico 12	Função de pertinência da variável de saída: situação de segurança alimentar.	41
Gráfico 13	Resultado da aplicação da lógica <i>fuzzy</i> no município de Guarabira.	45
Gráfico 14	Resultado da aplicação da lógica <i>fuzzy</i> no município de Areia.	46
Gráfico 15	Resultado da aplicação da lógica <i>fuzzy</i> no município de São José dos Ramos.	46

1. Introdução

A Segurança Alimentar e Nutricional é a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente de alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitam a diversidade cultural (CONSEA, 2004).

Observa-se no Brasil uma preocupação crescente com as condições de segurança alimentar e nutricional da população brasileira. Essa temática assume especial importância pela priorização do governo brasileiro no combate à fome e à miséria (GUBERT et al, 2010). A segurança alimentar e nutricional é um processo complexo e de difícil aferição. O conceito adotado pelo Brasil, conforme a Lei nº. 11.346 de 2006 caracteriza a segurança alimentar e nutricional como um processo multidimensional, que envolve toda a cadeia alimentar, sendo determinado por fatores que vão desde a produção agrícola, distribuição e acesso dos alimentos à população, acesso econômico ao alimento, até a própria escolha alimentar, baseada em componentes culturais (BRASIL, 2006).

A Segurança Alimentar e Nutricional está pautada no Direito Humano a uma Alimentação Adequada que atualmente passou a ter respaldo legal através da Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN). E tem apoio institucional através do Programa Fome Zero do Governo Federal que busca assegurar a Segurança Alimentar e Nutricional às pessoas com dificuldade de acesso aos alimentos através: da expansão da produção e do consumo de alimentos saudáveis; da geração de ocupação e renda; da melhoria da escolarização; das condições de saúde; e do acesso ao abastecimento de água (BRASIL, 2007).

O acesso à alimentação em quantidade e qualidade adequadas, garantido por meios socialmente aceitáveis e de forma permanente, é considerado um direito humano básico. Esse acesso pode ser medido por uma escala que identifica a condição de segurança ou insegurança alimentar no domicílio e quantifica a magnitude destes fenômenos nas populações expostas a condições que limitam o direito humano à alimentação adequada.

A insegurança alimentar pode ser estabelecida pelas desigualdades sociais. Como reflexo da falta de acesso a bens, serviços e renda observam-se: o baixo desenvolvimento físico e mental; o baixo peso ao nascer; a mortalidade infantil e materna; o aumento da evasão escolar; e a diminuição do desempenho acadêmico. Dessa forma, assim como outros problemas de saúde, tem múltiplas causas, e quanto mais próximo da realidade, mais complexos são os modelos propostos para tentar explicar estes fenômenos.

Vários instrumentos são utilizados em estudos para a determinação da situação de segurança alimentar, sendo que esses instrumentos, especialmente aqueles que utilizam a metodologia da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), não permitem a desagregação dos dados para uma avaliação dos dados ao nível municipal, prejudicando a ação de políticas públicas prioritárias e específicas para cada município.

Dessa forma, este estudo apresenta uma metodologia que considera diferentes fatores relacionados a uma situação de incerteza através da aplicação da lógica *fuzzy*, tendo, pois, o objetivo de predizer a situação de segurança alimentar dos municípios da Paraíba. Com a finalidade de favorecer a tomada de decisão sobre situação de segurança alimentar, foi criado um modelo que usa os fatores associados a esta situação e subsidia o processo de planejamento de programas e políticas públicas.

2. Objetivos

2.1 Geral:

-Predizer a situação de segurança alimentar dos municípios do Estado da Paraíba através da aplicação da lógica *fuzzy*.

2.2 Específicos:

- Realizar análise exploratória dos dados relacionados a situação de segurança alimentar e nutricional.

- Desenvolver a metodologia de análise através do modelo da lógica *fuzzy*, no sentido de identificar os municípios que se encontram na condição de aceitável, risco e inaceitável.

-Analisar a distribuição espacial da situação de segurança alimentar nos municípios da Paraíba.

-Identificar os municípios prioritários para intervenção através de um modelo de decisão baseado em lógica *fuzzy*.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Indicadores de Saúde:

Os indicadores de saúde são parâmetros utilizados internacionalmente com o objetivo de avaliar o estado de saúde de agregados humanos, bem como fornecer subsídios aos planejamentos de saúde, permitindo o acompanhamento das flutuações e tendências históricas do padrão sanitário de diferentes coletividades (ROUQUAYROL, 1993). Um indicador é uma medida que aponta certa condição, característica, atributo ou medida numérica, que permite registro, a compilação e a análise de dados e informações, tornando possível a mensuração de conceitos complexos (JANNUZZI, 2001).

Em 1952, a Organização das Nações Unidas (ONU) convocou um grupo de trabalho com a finalidade de estudar métodos satisfatórios para definir e avaliar o nível de vida de uma população. Esse grupo concluiu não ser possível utilizar um único índice que traduza o nível de vida de uma população; é preciso empregar abordagem pluralista, considerando-se, para tanto, vários componentes passíveis de quantificação. Doze foram os componentes sugeridos: saúde, incluindo condições demográficas; alimentos e nutrição; educação, incluindo alfabetização e ensino técnico; condições de trabalho; situação em matéria de emprego; consumo e economia gerais; transporte; moradia, com inclusão de saneamento e instalações domésticas; vestuário; recreação; segurança social e liberdade humana (MALIK; TELES, 2001).

A utilização de indicadores de saúde permite o estabelecimento de padrões, bem como o acompanhamento de sua evolução ao longo dos anos. Embora o uso de um único indicador isoladamente não possibilite o conhecimento da complexidade da realidade social, a associação de vários deles facilita sua compreensão (MALIK; TELES, 2001).

Devido às inúmeras definições de saúde, a imprecisão delas e a dificuldade de mensurá-la, os indicadores mais empregados têm sido aqueles referentes à ausência de saúde - razão de mortalidade proporcional, coeficiente geral de mortalidade, esperança de vida ao nascer, coeficiente de mortalidade infantil, coeficiente de mortalidade por doenças específicas. Esses indicadores

são bastante abrangentes, embora tenham sido utilizados para comparar países em diferentes estágios de desenvolvimento econômico e social. Há necessidade de desenvolvimento de indicadores mais específicos e capazes de traduzir com fidedignidade a realidade e complexidade da saúde, apontando, quando necessário, aspectos de maior interesse para uma dada realidade (MALIK; TELES, 2001).

Os indicadores contêm informações relevantes sobre determinados atributos e dimensões do estado de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), informando aspectos da realidade ou mudanças em processo, tendo em vista a formulação de políticas públicas, além de esclarecer as mudanças e os determinantes dos diferentes fenômenos (PANELLI-MARTINS; SANTOS; ASSIS, 2008).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) pertence a Organização das Nações Unidas (ONU) que tem por mandato promover o desenvolvimento e eliminar a pobreza no mundo. O PNUD produz relatórios e estudos sobre o desenvolvimento humano sustentável e as condições de vida das populações, bem como executa projetos que contribuam para melhorar essas condições de vida, nos 166 países onde possui representação.

Trabalhando ao lado de governos, iniciativa privada e sociedade civil, o PNUD conecta países a conhecimentos, experiências e recursos, ajudando pessoas a construir uma vida digna e trabalhando conjuntamente nas soluções traçadas pelos países-membros para fortalecer capacidades locais e proporcionar acesso a seus recursos humanos, técnicos e financeiros, à cooperação externa e à sua ampla rede de parceiros. Algumas metas para o desenvolvimento do milênio são: redução pela metade da pobreza e da fome, universalização do acesso à educação, redução da mortalidade infantil, entre outras (PNUD, 2003).

Em 1990, o PNUD introduziu em todo o mundo o conceito de desenvolvimento humano sustentável, que promove a adoção de políticas públicas que consideram as pessoas – e não a acumulação de riquezas – como propósito do desenvolvimento. E como medida do desenvolvimento

humano, utiliza o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), cujo objetivo é oferecer um contraponto a outro indicador muito utilizado, o Produto Interno Bruto (PIB) per capita, que considera apenas a dimensão econômica do desenvolvimento (PNUD, 2003).

Segundo a classificação do PNUD, o Estado da Paraíba está entre as regiões consideradas de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8). Em relação aos outros estados do Brasil, a Paraíba apresenta-se em situação desfavorável, ocupando a 24ª posição (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM=0,66 no ano de 2000), estando apenas três estados em situação pior, a saber: Piauí, Alagoas e Maranhão (PNUD, 2003).

Uma das grandes dificuldades do profissional de saúde é medir o padrão de vida, ou nível de vida, da população com a qual trabalha. Essa questão tem sido muito estudada internacionalmente, pela necessidade de comparar níveis de vida entre diferentes países, ou num mesmo país numa série temporal.

3.2 Segurança Alimentar:

A alimentação constitui um dos direitos humanos básicos, representando um co-requisito para a legitimação de todos os outros direitos inerentes ao próprio conceito e exercício de cidadania. Esse conceito não se limita apenas ao acesso aos alimentos em si, estendendo-se ao próprio contexto em que pessoas e as comunidades estão inseridas, cabendo ao Estado a promoção e garantia de sua observação (VALENTE, 2003), de modo a configurar uma prerrogativa essencial de todo cidadão de não sentir temor de viver sob a ameaça de fome (FREITAS; PENA, 2007).

Alguns pesquisadores realizaram entrevistas em profundidade com 32 mulheres em situação de pobreza, e assim, identificaram os problemas da disponibilidade limitada ou incerta de alimentos, a pobreza da qualidade da dieta, as estratégias para manter um estoque suficiente e os sentimentos relacionados à situação. Descreveram o nível familiar e o individual da insegurança alimentar, observaram que na família a mulher é a primeira a

restringir a dieta e as crianças são afetadas quando a situação é de extrema insuficiência; identificaram também os componentes sociais e psicológicos. Com base nesses conceitos elaboraram uma escala de insegurança alimentar (MARIN-LEON et al, 2005).

O conceito de segurança alimentar é o acesso por meios socialmente aceitáveis a uma dieta qualitativa e quantitativamente adequada às necessidades humanas individuais para que todos os membros do grupo familiar se mantenham saudáveis. O conceito de insegurança alimentar aqui empregado engloba desde a percepção de preocupação e angústia ante a incerteza de dispor regularmente de comida, até a vivência de fome por não ter o que comer em todo um dia, passando pela perda da qualidade nutritiva, incluindo a diminuição da diversidade da dieta e da quantidade de alimentos, sendo estas as estratégias para enfrentar essa adversidade (MARIN-LEON et al, 2005).

A insegurança alimentar e a fome constituem uma dimensão da pobreza e da desigualdade social. Nos últimos anos, diversos autores têm apontado para uma queda da desigualdade social no Brasil. Ferreira et al (2005), ao analisarem a desigualdade no período de 1981 a 2004, destacam a queda persistente da desigualdade a partir de 1993, sendo que 7,0% dessa queda ocorreu no período de 2001 a 2004, atingindo seu menor nível. Apesar de a renda per capita média ter diminuído, houve um consistente declínio da pobreza.

Classificam-se as famílias como com segurança alimentar (SA) quando não há problemas de acesso aos alimentos em termos qualitativos ou quantitativos e não há preocupação de que os alimentos venham a faltar no futuro. A insegurança alimentar leve (IAL) ocorre quando há preocupação com a falta de alimentos no futuro próximo (componente psicológico da insegurança) e há arranjos domésticos para que os alimentos durem mais. A moderada (IAM) ocorre quando há situação de comprometimento da qualidade da alimentação na busca de manter a quantidade necessária. Neste nível de insegurança, inicia-se a redução da quantidade de alimentos entre os adultos da família. E a grave (IAG) é a condição em que há deficiência quantitativa de alimento levando à situação de fome entre adultos e crianças da família. No país, em 2004, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio

– PNAD, 65,2% das famílias pesquisadas estavam em situação de segurança alimentar, 16% conviviam com a insegurança alimentar leve, 12,3% com a moderada e 6,5% com a grave. Para o Brasil rural os valores encontrados foram respectivamente: 56,5%, 17,4%, 17% e 9,0% (NOBRE et al, 2009).

A PNAD em seu suplemento de Segurança Alimentar mostrou que a proporção de insegurança alimentar grave diminui progressivamente na medida em que aumentam os rendimentos médios, mesmo em população de baixa renda. Assim, a proporção de insegurança alimentar moderada ou grave, em 2004, era de 61,2% na faixa de rendimento de até $\frac{1}{4}$ de salário mínimo (SM) *per capita*, passando a 37,2% na de mais de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ e de 19% na faixa de mais de $\frac{1}{2}$ a 1 SM *per capita* (IBGE, 2006).

Na insegurança alimentar existem também componentes psicológicos importantes, como a preocupação, a incerteza de ter ou não alimento no próximo mês (SALLES-COSTA, 2006). Nessa perspectiva, foi desenvolvido e validado, recentemente, um modelo de questionário voltado para a realidade brasileira, a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), onde a questão alimentar é percebida em seus vários níveis: a preocupação de faltar alimento, o comprometimento da qualidade da alimentação da família e, como aspecto mais grave, a restrição quantitativa na disponibilidade de alimentos (PÉREZ-ESCAMILLA et al, 2004).

A EBIA, aplicada na PNAD em 2004, caracteriza-se por avaliar a situação de insegurança alimentar familiar, incluindo tanto a percepção das pessoas como outras questões bem objetivas, visando a avaliar a disponibilidade de alimentos no domicílio, e vem preencher algumas lacunas deixadas pelos outros métodos. Essa pesquisa, de base domiciliar, forneceu dados confiáveis sobre a prevalência de insegurança alimentar para o Brasil e suas Unidades da Federação (UF) e Distrito Federal, tanto para a zona rural quanto para a urbana. No entanto, essa metodologia aplicada só permite a desagregação de dados em nível estadual, deixando desta forma, o município – unidade básica da organização política do país e, portanto, ator primordial das políticas públicas do setor social – sem informações sobre a ocorrência deste problema entre seus habitantes (GUBERT et al, 2010).

Em estudo realizado em uma comunidade rural constatou-se que o acesso a alimentos em quantidade e qualidade adequados ao consumo, ainda

é um obstáculo a ser ultrapassado pela comunidade estudada, uma vez que, parte da comunidade convive com a insegurança alimentar, ou seja, com o medo de ficar sem alimentos, ou mesmo, com a situação de fome. Tal situação é vivenciada por metade das famílias que tinham moradores com idade inferior a 18 anos, sendo que a maioria vivia com uma renda familiar inferior a um salário mínimo, e metade recebia algum benefício do Governo Estadual/Federal. Esses resultados demonstram que apesar de existirem no Brasil políticas públicas de combate à fome, grande parte das famílias residentes na comunidade estudada, vive em vulnerabilidade social. Assim sendo, para reverter tal quadro, serão necessárias ações estruturantes voltadas à produção, acesso e consumo de alimentos em qualidade e quantidade suficientes (NOBRE et al, 2009).

As repercussões da insegurança alimentar podem ser observadas, principalmente, nos grupos mais vulneráveis. A mortalidade infantil, o prejuízo do desenvolvimento físico e mental, o baixo peso ao nascer, a mortalidade materna, o aumento da evasão escolar e a diminuição do desempenho acadêmico são eventos relacionados à carência de alimentação saudável e de qualidade, como consequência do acesso precário a renda e a bens e serviços (SALLES-COSTA, 2008).

Torna-se assim, oportuno e relevante identificar indicadores que possam verificar desde o direito de acesso aos alimentos até as condições concretas desse acesso e suas consequências finais no estado de saúde e nutrição dos indivíduos. Segundo Segall-Corrêa, (2007) nenhum indicador, isoladamente, consegue dar conta das múltiplas dimensões da Segurança Alimentar e Nutricional, necessitando-se, portanto de instrumentos que possibilitem avaliar sua própria condição, ao nível populacional, grupos sociais específicos, famílias e indivíduos, face à diversidade de exposições e de suas consequências.

As desigualdades sociais entre os países têm sido evidenciadas, e o Brasil ocupa, segundo o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), a 69ª posição no ranking mundial de um total de 177 listados (PNUD, 2006). As desigualdades regionais também estão expressas nos indicadores nutricionais, como destacado na Pesquisa Nacional Sobre Saúde e Nutrição (PNSN), de 1989, que mostrou maior prevalência de desnutrição crônica entre crianças

menores de cinco anos nas regiões Norte (23,0%) e Nordeste (27,3%) comparado com as regiões Sul (8,7%), Sudeste (8,1%) e Centro Oeste (8,25) (Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição, 1990). Nos últimos anos, a prevalência de desnutrição crônica em crianças menores de cinco anos reduziu significativamente de 48% (IDS-2003) para 44% (MICS-2008). Contudo, as taxas de desnutrição crônica continuam altas de acordo com a escala da Organização Mundial da Saúde (OMS). O estado nutricional de crianças é considerado um instrumento importante na aferição das condições de saúde e de vida de uma população. A análise de três estudos sobre a situação nutricional da população brasileira, realizados em 1974-1975, 1989 e 1996, indica que crianças pertencentes ao estrato rural apresentam situação nutricional mais desfavorável do que as de estrato urbano, em decorrência de piores condições de vida. Apesar da queda importante na prevalência da desnutrição infantil observada entre os três estudos, esta redução se deu de forma diferenciada no território nacional, intensificando-se as desigualdades entre as regiões brasileiras (Sul e Sudeste versus Norte e Nordeste), entre níveis socioeconômicos (pobres e ricos) e entre estratos urbano e rural. Em 1989, o contraste urbano-rural era de bem menor magnitude do que o regional. Em 1996, observou-se uma melhoria do diferencial regional e agravamento do urbano-rural. (VEIGA; BURLANDY, 2001).

Devido às grandes desigualdades existentes entre os níveis estaduais e municipais, faz-se fundamental estudar dados municipais de prevalência de insegurança alimentar, sendo, portanto, necessários à execução da gestão pública, pois existem importantes discrepâncias sociais e econômicas que se manifestam nos municípios (GUBERT et al, 2010). Sabendo-se que a insegurança alimentar é parcialmente oriunda desses determinantes, esperam-se diferenças importantes na sua ocorrência em nível municipal. Isso pode ser observado por pesquisa realizada na Paraíba onde a insegurança alimentar grave variou entre 5,4% e 22,8% (VIANNA; SEGALL-CORRÊA, 2008).

No Brasil, as diferenças sociais, tradicionalmente, vêm sendo monitoradas mediante variáveis socioeconômicas, como renda, escolaridade e esperança de vida ao nascer. O recente trabalho de validação da Escala Brasileira de Segurança Alimentar, que mede a experiência e a percepção de insegurança alimentar e fome no nível familiar, tornou disponível um indicador

direto dessas condições (PANIGASSI et al, 2008).

A desigualdade social reflete as diferenças produzidas socialmente e que são eticamente injustas, chega-se então ao conceito de iniquidade social aplicável à situação de insegurança alimentar. Pode-se, dessa forma, assumir que a iniquidade na segurança alimentar constitui-se em diferenças de acesso aos alimentos e à alimentação saudável, condições essas socialmente produzidas e que impactam negativamente no bem-estar e na qualidade de vida das famílias e de seus membros (PANIGASSI et al, 2008).

As Políticas de transferência de renda podem ter papel relevante na melhoria das condições sociais da população, especialmente entre aqueles em situação de extrema pobreza. Sendo a renda monetária um preditor, ainda que não o único, da Segurança Alimentar (SA), é de supor que os ganhos em rendimento tenham também contribuído para a redução da insegurança alimentar e da fome.

Alguns estudos têm se dedicado à contribuição da transferência de renda para a queda da desigualdade e a diminuição da pobreza. Destaca-se a criação do Fundo de Erradicação da Pobreza em 2000 e a progressiva inclusão, nos programas sociais, das famílias dos municípios de menor Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). Atribuem 7,0% da queda da desigualdade de renda, medida pelo Índice de Gini, ao Benefício Assistencial de Prestação Continuada (BPC) e 21,0% ao Programa Bolsa-Família (SEGALL-CORREA et al, 2008).

Hoffmann (2006) atribui 31,4% da diminuição da desigualdade de renda ao aumento da cobertura dos benefícios de transferência de renda. No Nordeste, no mesmo período, esse decréscimo atingiu 86,9%, visto que foi maior a cobertura da população elegível nessa região.

Os resultados do estudo realizado em comunidades quilombolas do Tocantins apontam para a pequena ocorrência de segurança alimentar (14,9%), além das precárias condições dos domicílios demonstrando a vulnerabilidade social e biológica a qual estão submetidas essas comunidades. Dentre as variáveis estudadas, queimar ou enterrar o lixo, ter abastecimento de água por carro pipa ou por meio da coleta em rio ou córrego, possuir esgotamento sanitário a céu aberto, não possuir geladeira e ser beneficiário do Programa Bolsa Família foram os fatores que mostraram maior associação com a

insegurança alimentar, apontando para a necessidade de implementar ações conjuntas dos serviços de saúde pública com outros setores estruturantes da qualidade de vida das populações (MONEGO *et al*, 2010).

3.3 Estudos baseados em Lógica *fuzzy*

A Lógica *fuzzy*, conhecida como lógica nebulosa ou difusa, consiste em um método utilizado na solução de problemas complexos ou aplicações que envolvem descrição humana e pode ser usada quando não existem modelos que possam descrever com precisão o processo estudado (ZADEH, 1965; BENINI; MENEGUETTE JUNIOR, 2010).

A Lógica *fuzzy* tem sido utilizada como uma forma de representação do conhecimento e uma técnica para a modelagem de Sistemas de Apoio à Decisões. Enquanto a lógica clássica trata de valores “verdade” das afirmações, classificando-as como verdadeiras ou falsas, na lógica *fuzzy* muitas das experiências humanas não podem ser classificadas como verdadeiras ou falsas, sim ou não, branco ou preto; ou seja, os significados dos comportamentos e respostas humanas para a saúde e doença, por exemplo, não podem simplesmente ser explicados com o preto ou branco, sendo necessárias as áreas de granularidade (MARQUES *et al*, 2005).

A aplicação da lógica *fuzzy* foi utilizada em estudo sobre a tomada de decisão em Enfermagem Obstétrica, em 2005, para o apoio à decisão nos casos de amniotomia em gestantes primíparas em trabalho de parto normal. No estudo foram descritos os principais passos para elaborar um modelo de recomendações clínicas para a realização de amniotomia. A partir deste modelo, concluiu-se que o uso da técnica da lógica *fuzzy* apresenta-se como uma opção que pode ser utilizada para a modelagem de sistemas de apoio às decisões clínicas de enfermagem (MARQUES *et al*, 2005).

Em Epidemiologia, várias situações levam o pesquisador a situações complexas, imprecisas e de incerteza, já que esses fatores consideram parâmetros subjetivos, expressões linguísticas e envolvem momentos de dúvida. A teoria de conjuntos *fuzzy* nessas situações é aplicada pela sua

capacidade de lidar com situações imprecisas e incertas (ORTEGA, 2001).

No campo da medicina e da epidemiologia a necessidade de estruturas matemáticas e computacionais, que possibilitem lidar com as imprecisões e incertezas de forma mais crítica e realista, é assaz evidente. O diagnóstico de doenças envolve vários níveis de imprecisão e incerteza, já que uma única doença pode se manifestar de forma totalmente diferente em diferentes pacientes e com vários graus de severidade. Além disso, um único sintoma pode ser indicativo de várias doenças distintas, e a presença de outras doenças em um mesmo indivíduo pode alterar completamente o padrão sintomático esperado para qualquer uma delas. Estes efeitos costumam ser geradores de muitas incertezas e imprecisões afetando as interpretações dos exames e o diagnóstico (Silva 2001).

A teoria da Lógica *fuzzy* tem sido desenvolvida para lidar com o conceito de verdade parcial, ou seja, com valores de verdade entre o completamente verdadeiro e o completamente falso. Não é necessário muito esforço para percebermos que poucos são os casos no nosso cotidiano real em que temos total certeza sobre as coisas e os fatos, e que faz parte da atividade humana tomar decisões considerando a verdade parcial existente. Nesse sentido, dificilmente podemos considerar um indivíduo completamente doente, da mesma forma poucas vezes podemos nos considerar completamente saudáveis, onde estamos quase sempre resfriados, gripados, estressados ou mal alimentados (ORTEGA, 2001).

A teoria de conjuntos clássicos é chamada bivalente, ao contrário das proposições da teoria de conjuntos *fuzzy* que podem assumir outros valores no intervalo. A abordagem da teoria *fuzzy* agrega a ideia de que os conjuntos não possuem limites precisos. A manipulação dos conjuntos na presença de incerteza dá-se através da atribuição de um grau de pertinência que indica a possibilidade do elemento em questão ser membro do conjunto (OLIVEIRA, 2005).

Em Biomedicina e Epidemiologia os conjuntos *fuzzy* são comumente construídos através do julgamento de especialista. A abordagem dos especialistas envolve um ou mais especialistas específico da área de interesse. A opinião dos especialistas devem ser colhidas em conjunto ou separadamente, mas agregado de modo apropriado. Além disso, as funções de

pertinências podem ser encontradas através de métodos diretos ou indiretos, dependendo da complexidade do significado que deve ser descrito por um termo linguístico (MASSAD et al, 2008). Além da abordagem baseada em especialistas, tem-se também a base de conhecimento baseado em regras extraída dos dados, que pode gerar o conjunto de regras *fuzzy* e as funções de pertinência.

4. Metodologia

4.1 Área de Estudo

A área de estudo consiste em 221 municípios do estado da Paraíba, que fica localizado no na Região Nordeste do Brasil, tendo como limites: ao norte, o estado do Rio Grande do Norte; ao sul, o estado de Pernambuco; a oeste, o estado do Ceará; e, a leste, o Oceano Atlântico (Figura 1). A Paraíba possui população estimada em 2008 3.769.977 habitantes. É importante ressaltar que a Paraíba conta com 223 municípios, sendo que para esse estudo foram excluídas as duas maiores cidades: a capital, João Pessoa, e o município de Campina Grande, por corresponderem a realidades diferentes dos demais municípios do estado.

O Estado ocupa uma superfície territorial de 56.584,6 Km², correspondendo a 0.6% do território nacional e 3.6% do território nordestino. Da sua superfície total, 48.502 Km² está situado no semi-árido, distribuindo-se em 23 microrregiões, 04 mesorregiões, 13 regiões geo-administrativas. Os municípios mais populosos são os de João Pessoa (619.049 hab.), Campina Grande (362.317 hab.), Santa Rita (120.353 hab.), Patos (93.962 hab.), Bayeux (89.680 hab.), Sousa (63.135 hab.), Cajazeiras (55.439 hab.), Guarabira (51.608 hab.) Sapé (47.315 hab.) e Cabedelo (45.731 hab.).



Figura 1: Localização da Paraíba-Brasil.

4.2 Caracterização do Estudo

Trata-se de um estudo ecológico uma vez que avalia como o contexto social e ambiental pode afetar a saúde de grupos populacionais (MORGENSTEIN; THOMAS, 1998), através da análise da situação de segurança alimentar.

Este estudo inicialmente analisou 14 municípios do interior do estado da Paraíba. Os municípios são: Araruna, Areial, Aroeiras, Bananeiras, Boqueirão, Bernardino Batista, Cacimba de Dentro, Esperança, Itabaiana, Nova Floresta, Picuí, Queimadas, São José dos Ramos e Umbuzeiro. Esses municípios foram selecionados, pois as informações referentes a eles compõem um banco de dados que foi extraído a partir de um questionário estruturado composto por módulos, entre eles as informações a cerca da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), bem como a caracterização da família, dados sócio-demográficos, econômicos e informações sobre a variedade, quantidade e locais de compra dos alimentos a partir de um estudo seccional realizado em

2005 por Vianna e Segall-Corrêa (VIANNA; SEGALL-CORRÊA, 2008).

Os dados foram armazenados em uma planilha eletrônica contendo as variáveis do estudo. Essas variáveis consideradas importantes para o modelo proposto na definição da situação de segurança alimentar são: porcentagem de população rural, de lixo não coletado, sem abastecimento de água canalizada, sem instalação sanitária, população não alfabetizada, adolescentes do sexo feminino de 15 a 17 anos com filhos, crianças de 7 a 14 anos com mais de um ano de atraso escolar, adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo, média de anos de estudo em pessoas com 25 anos ou mais, renda per capita e pessoas que vivem em domicílios ou terrenos próprios. Os dados referentes a essas variáveis foram colhidas nos sítios do IBGE, DATASUS e PNUD.

Inicialmente, foram construídos os histogramas de cada variável, para posterior aplicação da lógica *fuzzy*, sendo esta o modelo utilizado para apoio à decisão a cerca da situação de segurança alimentar.

A última etapa foi a espacialização dos resultados referentes à situação de segurança alimentar no estado da Paraíba, classificados como: aceitável, risco e inaceitável.

4.3 Lógica *fuzzy*

A formalização da teoria da lógica *fuzzy* ocorreu na década de 60 através de Lofti A. Zadeh, um professor da Universidade da Califórnia, em Berkeley, que tinha o objetivo de fornecer um referencial teórico para o tratamento de informações de caráter impreciso ou vago (ZADEH, 1965). Essa teoria estabelece a relação entre a precisão da matemática e a imprecisão dos fenômenos reais. A lógica *fuzzy* proporciona ferramentas para se trabalhar a incerteza e a imprecisão na representação do conhecimento, inferência e análise de decisão. Assim, sua importância está habilidade de lidar com proposições que não apresentem limites bem definidos (BENINI; MENEGUETTE JUNIOR, 2010).

Para expressar conceitos *fuzzy* é comum o uso de elementos qualitativos e quantitativos. Por exemplo, os termos “pequena”, “média” e “grande” que são utilizados pela definição da variável linguística.

Na Teoria dos Conjuntos Clássica, cada conjunto A de um universo X é definido pela função $\mu_A : X \rightarrow \{0,1\}$, que é dada por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x \in A \\ 0, & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

onde $x \in X$.

Um conjunto *fuzzy* pode ser visto como uma representação de um conjunto na Teoria dos Conjuntos Clássica, do qual só tem-se um conhecimento impreciso. Nesse caso, a pertinência de um elemento a um conjunto é dada não mais por um valor em $\{0,1\}$, mas por um valor qualquer no intervalo $[0,1]$, isto é, a pertinência de um elemento a um conjunto pode ser parcial (ZADEH, 1965).

Zadeh (1965) propôs a seguinte definição: seja X um universo, com um elemento genérico de X denotado por x . Um *conjunto fuzzy* A em X e caracterizado por uma função de pertinência $\mu_A(x)$ que associa a cada ponto em X um número real no intervalo $[0,1]$, onde $\mu_A(x)$ representa para x o seu grau de pertinência em A . Quando $\exists x \in X$, tal que $\mu_A(x) = 1$, então A é dito ser normalizado. Quando $\mu_A(x) = 1$ diz-se que x é compatível com o conceito expresso por A em X e quando $\mu_A(x) = 0$, diz-se que x é incompatível com A em X (MORAES, 1998).

As variáveis linguísticas são variáveis que permitem a descrição de informações de forma qualitativa, sendo expressas qualitativamente por termos linguísticos (fornece o conceito para a variável) e, quantitativamente, por uma função de pertinência. Cada variável linguística tem um conjunto de termos *fuzzy* associados que é o conjunto de valores atribuídos à variável *fuzzy* (BENINI; JUNIOR, 2010).

Por exemplo, a variável linguística “porcentagem da população rural em um dado município (PopRural)” admite valores linguísticos: pequena, média e grande. Cada um destes valores admite valores numéricos em um intervalo $[0,$

$PopRural_{MAX}$], podendo também ser representado por valores linguísticos sobre o intervalo $[0, PopRural_{MAX}]$ através de funções de pertinências.

A tarefa de um sistema de decisão examina um conjunto de informações e ao final, decide entre um conjunto de decisões possíveis, ou seja, aquele que o conjunto de informações melhor se adéqua. Os sistemas de decisão que utilizam conhecimento do especialista para auxiliar na decisão tem a estrutura de sistemas especialistas (MORAES, 1998).

As regras *fuzzy* são estruturas vastamente utilizadas em várias abordagens da teoria *fuzzy*. Elas descrevem situações específicas que podem ser submetidas à análise de um painel de especialistas, e cuja inferência nos conduz a algum resultado desejado. A inferência baseada em regras *fuzzy* pode também ser compreendida como um funcional que mapeia um conjunto de entradas do sistema para um conjunto de saídas (ORTEGA, 2001).

A regra *fuzzy* é composta por duas partes: o antecedente (SE), encarregado de descrever uma condição, e o conseqüente (ENTÃO), indicando uma conclusão. Assim como as regras convencionais, podem ser utilizados conectores, por exemplo, “E”, “OU” e “NÃO” na parte antecedente (OLIVEIRA, 2005). De forma genérica, uma regra *fuzzy* é do tipo:

$$SE (x \text{ é } a_i) \text{ E } (y \text{ é } b_i) \text{ OU } \dots \text{ ENTÃO } (z \text{ é } c_i) \text{ E } (w \text{ é } d_i) \dots$$

onde x e y são variáveis linguísticas de entrada, z e w são variáveis linguísticas de saída e a_i , b_i , c_i e d_i são realizações dessas variáveis, medidas na interação do usuário com o sistema (ZADEH, 1973).

Os antecedentes descrevem uma condição (premissas), enquanto a parte conseqüente descreve uma conclusão ou uma ação que pode ser esboçada quando as premissas se verificam. A diferença entre os antecedentes de uma regra *fuzzy* e uma regra clássica é que os primeiros descrevem uma condição elástica, ou seja, uma condição que pode ser parcialmente satisfeita, enquanto os últimos descrevem uma condição rígida (a regra não funciona se os antecedentes não são completamente satisfeitos) (ORTEGA, 2001).

Deste modo, a implementação de um projeto de sistema *fuzzy* pode ser reduzido a um ponto em que problemas anteriormente de difícil tratamento passam a ser factíveis de mais simplificada solução (ZADEH, 1973).

A Figura 2 mostra a estrutura de um sistema *fuzzy* baseado em regras proposto por Mamdani.

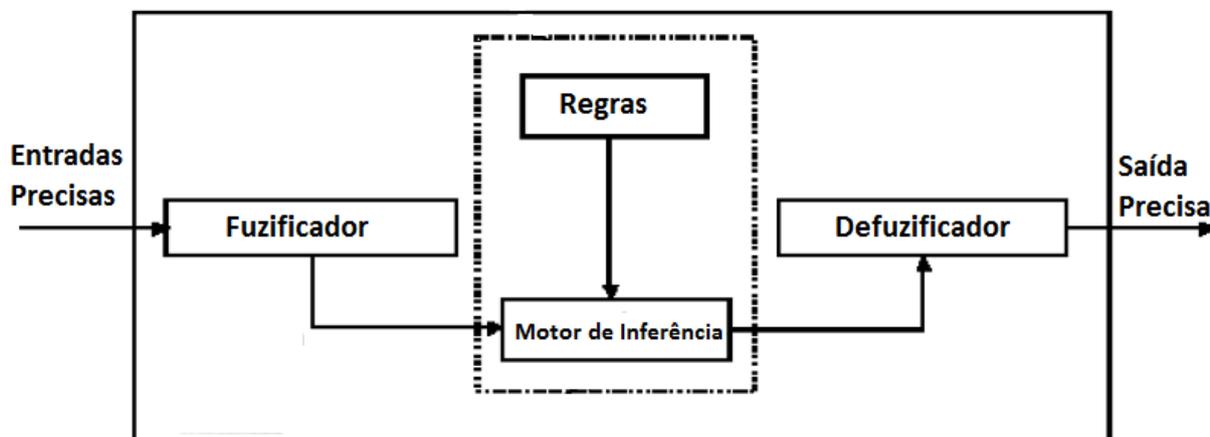


Figura 2: Estrutura básica de um sistema especialista *fuzzy*.

FONTE: NOBRE;PALHARES, 1997

Os componentes básicos do sistema especialista são:

- **Processador de entrada (Fuzificador)**

Essa fase é chamada codificação ou *fuzificação* em que os números são transformados em variáveis linguísticas e envolve a identificação das variáveis de entrada e de saída, bem como o intervalo de valores de cada variável, em que são atribuídos termos linguísticos, os quais são traduzidos por uma função de pertinência a um subconjunto *fuzzy*. A base de conhecimento contém um conjunto de regras *fuzzy* e um conjunto de funções de pertinência conhecida como base de dados (BENINI; MENEGUETTE JUNIOR, 2010).

- **Base de conhecimento (Regras)**

Algumas dificuldades encontradas na estrutura de sistemas especialistas consistem na especificação da base de conhecimento (NOBRE; PALHARES, 1997). A regra *fuzzy* é uma unidade capaz de capturar algum conhecimento específico, e um conjunto de regras é capaz de descrever um sistema em suas várias possibilidades. Cada regra *fuzzy* é composta por uma parte antecedente e uma parte conseqüente (ORTEGA, 2001).

A especificação da base de conhecimento contém informações sobre regras e variáveis, que podem ser obtidas de diferentes maneiras: baseando-se nos dados e/ou na experiência e conhecimento de especialista, a partir da descrição linguísticas das características dinâmicas do processo ou através da implementação de algoritmos de aprendizagem (SANTOS et al, 2010).

• Inferência

O procedimento de inferência processa os dados *fuzzy*, junto com as regras, de modo a inferir os conjuntos *fuzzy* de saída, aplicando o operador de implicação e as regras de inferência da lógica *fuzzy* (SANTOS et al, 2010).

Existem vários métodos de inferência, deve-se, portanto, escolher aquele que melhor se adapta ao sistema que está sendo modelado. Um dos métodos mais utilizados é o método de Mamdani. Segundo esse método, a avaliação das proposições com conectivo “E” e “OU” são realizadas de acordo com as operações sobre conjuntos *fuzzy* de intersecção e união. A intersecção e a união de dois conjuntos *fuzzy* são executadas através do uso dos operadores de *t-normas* e *t-conormas*, respectivamente (MORAES, 1998).

A *t-norma* é um operador binário que define a intersecção entre dois conjuntos *fuzzy* (operador E), enquanto a *t-conorma* define a união entre dois conjuntos *fuzzy* (operador OU). As principais *t-normas* e *t-conormas* utilizadas podem ser vistas através da Tabela 1:

Tabela 1: Principais *t-normas* e *t-conormas*.

<i>t-norma</i>	<i>t-conorma</i>
$\min(a,b)$	$\max(a,b)$
Ab	$a + b - ab$
$\max(a + b - 1, 0)$	$\min(a + b, 1)$
$\begin{cases} a, \text{ se } b = 1 \\ b, \text{ se } a = 1 \\ 0, \text{ outros casos} \end{cases}$	$\begin{cases} a, \text{ se } b = 0 \\ b, \text{ se } a = 0 \\ 1, \text{ outros casos} \end{cases}$

Fonte: MORAES, 1998.

O processo de inferência gera um grau de pertinência de ativação para cada regra, onde ocorre a implicação mediante a aplicação do operador escolhido. O último passo do processo é o operador de agregação sobre todos os valores resultantes da implicação de cada regra para a geração de um conjunto *fuzzy* único que será passado para a interface de defuzzificação (MORAES, 1998).

A implicação consiste na formulação de uma conexão entre causa e efeito, ou uma condição e sua consequência. Para a realização da implicação podem ser utilizados vários operadores (Tabela 2) (MORAES, 1998). Neste estudo foi utilizado o operador de Mamdani.

Tabela 2: Principais operadores de implicação.

Operador de Implicação	Nome
$\min(a, b)$	<i>Mamdani</i>
$1 - a + ab$	<i>Reichenback</i>
$\min(1 - a + b, 1)$	<i>Lukasiewicz</i>
$\max(1 - a, b)$	<i>Kleene-Dienes</i>

Fonte: MORAES, 1998.

• Processador de saída (Defuzificador)

O processo de saída, chamado de interface de *defuzzificação*, transforma os conjuntos *fuzzy* em números reais. Dessa forma, é necessário um processo de tradução do conjunto *fuzzy* resultante do método de inferência. Existem vários métodos para esse processo de *defuzzificação*, sendo o mais utilizado o Centro de Área (centróide).

4.4 Distribuição Espacial

Nesse estudo a informação resultante do modelo de decisão foi espacializada em um mapa coroplético, através do *software R*. Os 221 municípios do estado foram identificados pelo modelo de decisão baseado em lógica *fuzzy* como: aceitável, de risco e inaceitável para situação de segurança alimentar. Essa técnica de espacialização dos dados é útil na área da saúde coletiva e vêm sendo usada principalmente em estudos ecológicos, sendo importante no planejamento e avaliação de serviços de saúde.

5. Resultados

Nesse estudo foram extraídas doze variáveis *fuzzy*, a saber: porcentagem de população rural, de lixo não coletado, sem abastecimento de água canalizada, sem instalação sanitária, população não alfabetizada, adolescentes do sexo feminino de 15 a 17 anos com filhos, crianças de 7 a 14 anos com mais de um ano de atraso escolar, adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo, média de anos de estudo em pessoas com 25 anos ou mais, renda per capita e porcentagem de pessoas que vivem em domicílios ou terrenos próprios e a decisão sobre a situação de segurança alimentar. Cada variável destas possui os seus termos linguísticos que representam um conjunto *fuzzy*.

A Tabela 3 mostra as variáveis incluídas nesse estudo para os 221 municípios da Paraíba selecionados. Observam-se os valores mínimo e máximo, além da média de cada uma das variáveis, que serviram como base para a construção dos parâmetros utilizados para a aplicação da lógica *fuzzy*, juntamente com os histogramas dos dados.

Tabela 3: Apresentação descritiva dos valores mínimo, máximo, média e desvio padrão dos dados das onze variáveis de entrada.

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pop_rural	221	0,00	98,06	49,6308	19,47171
lixonaocoletado	221	8,12	99,91	59,0460	19,54745
seminstsanit	221	20,74	100,00	86,7517	16,26638
Semredecanalizada	221	2,92	100,00	54,3778	21,03340
naoalfabetizado	221	22,96	61,65	44,7824	6,91321
Sexofemininoentre15e 17anoscomfilhos	221	1,4	19,9	7,335	3,3343
crianças 7 a 14anos com mais de um ano de atraso escolar	221	27,56	66,41	48,8479	6,75398
Adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo	221	11,80	70,32	40,6421	10,69560
media de anos de estudo das pessoas de 25 anos ou mais de idade	221	1,28	6,64	2,7411	0,69616
renda per capita	221	42,16	302,76	80,5445	23,56563
pessoas que vivem em domicílios e terrenos próprios e quitados	221	34,63	84,03	65,9283	8,83686

Para todas as variáveis de entrada do sistema, observam-se os seguintes termos linguísticos: pequena, média e grande (Quadro 1). Já para variável de saída têm-se os termos linguísticos: aceitável, risco e inaceitável, conforme Quadro 2. Os termos linguísticos foram definidos a partir das frequências observadas nos 14 municípios estudados inicialmente.

	Definição Lingüística
%população rural	Pequena / média/ grande
%lixo não coletado	Pequena / média/ grande
%sem rede canalizada	Pequena / média/ grande
%sem instalação sanitária	Pequena / média/ grande
%população não alfabetizada	Pequena / média/ grande
% adolescentes do sexo feminino de 15 a 17 anos com filhos	Pequena / média/ grande
% crianças de 7 a 14 anos com mais de um ano de atraso escolar	Pequena / média/ grande
% adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo	Pequena / média/ grande
Média de anos de estudo em pessoas com 25 anos ou mais	Pequena / média/ grande
renda per capita	Pequena / média/ grande
% pessoas que vivem em domicílios ou terrenos próprios	Pequena / média/ grande

Quadro 1: Definição linguística dos conjuntos *fuzzy*, para as variáveis *fuzzy* de entrada.

	Definição Lingüística
Decisão: Situação de segurança alimentar	Aceitável Risco Inaceitável

Quadro 2: Definição linguística dos conjuntos *fuzzy*, para a variável *fuzzy* de saída.

O tipo de função de pertinência utilizado para todas as doze variáveis foi o trapezoidal. Usou-se como domínio dos conjuntos *fuzzy* e funções de pertinência os dados referentes às variáveis relacionadas para os 14 municípios, como visto em todos os Gráficos de 1 a 12. Esse modelo foi escolhido baseado na conformação dos histogramas gerados a partir dos dados.

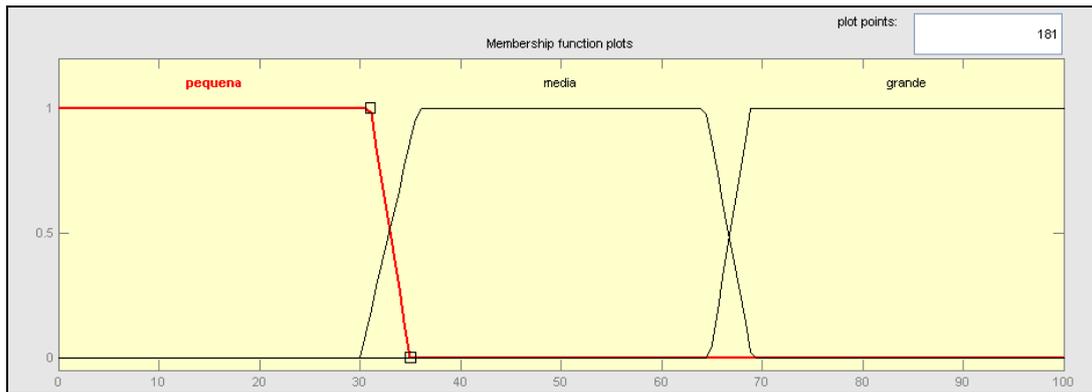


Gráfico 1: Função de pertinência da variável de entrada: %população rural

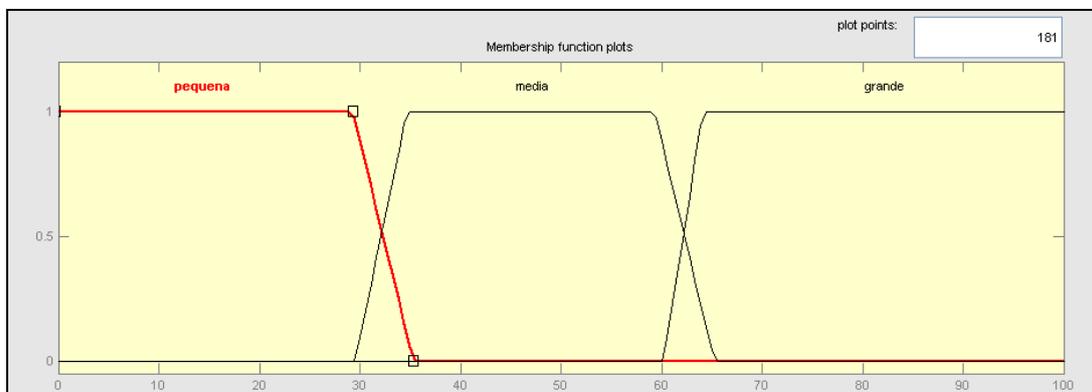


Gráfico 2: Função de pertinência da variável de entrada: %lixo não coletado

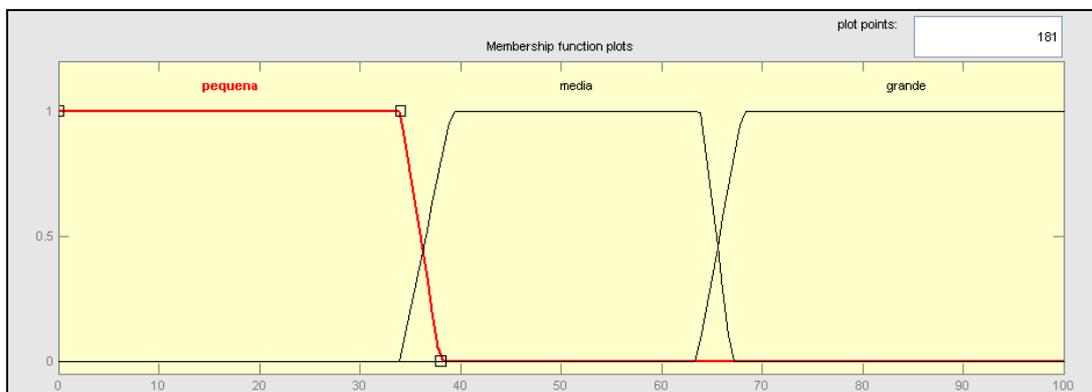


Gráfico 3: Função de pertinência da variável de entrada: %sem instalação sanitária

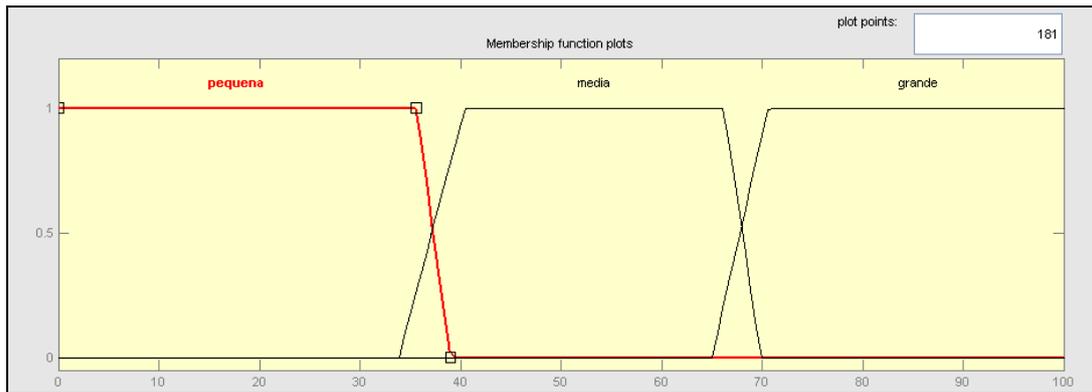


Gráfico 4: Função de pertinência da variável de entrada: %sem rede canalizada

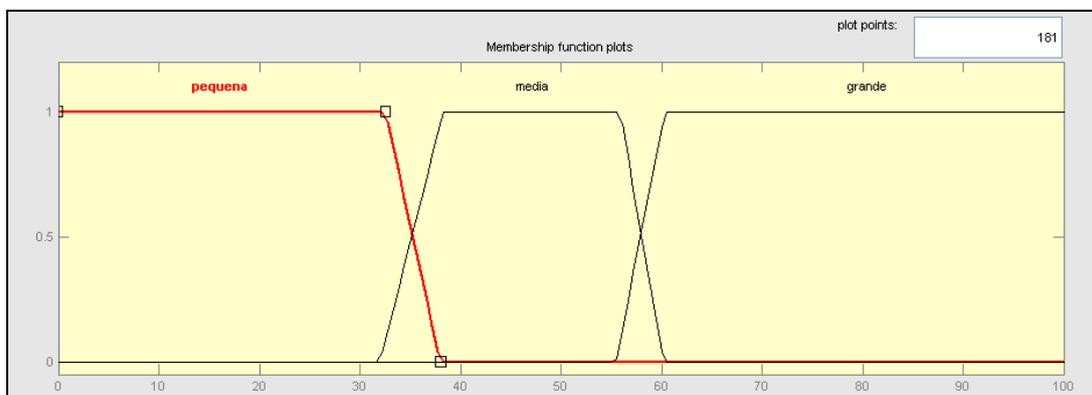


Gráfico 5: Função de pertinência da variável de entrada: %não alfabetizado

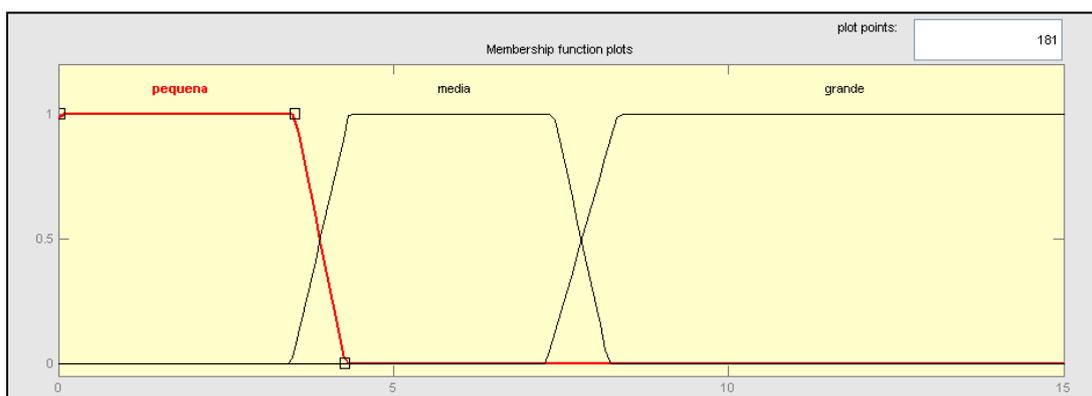


Gráfico 6: Função de pertinência da variável de entrada: %adolescentes do sexo feminino de 15 a 17 anos com filhos

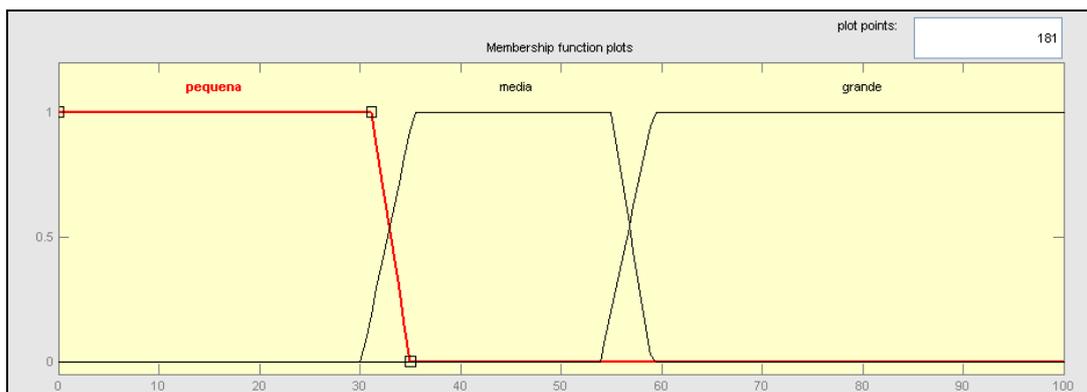


Gráfico 7: Função de pertinência da variável de entrada: %crianças de 7 a 14 anos com mais de um ano de atraso escolar

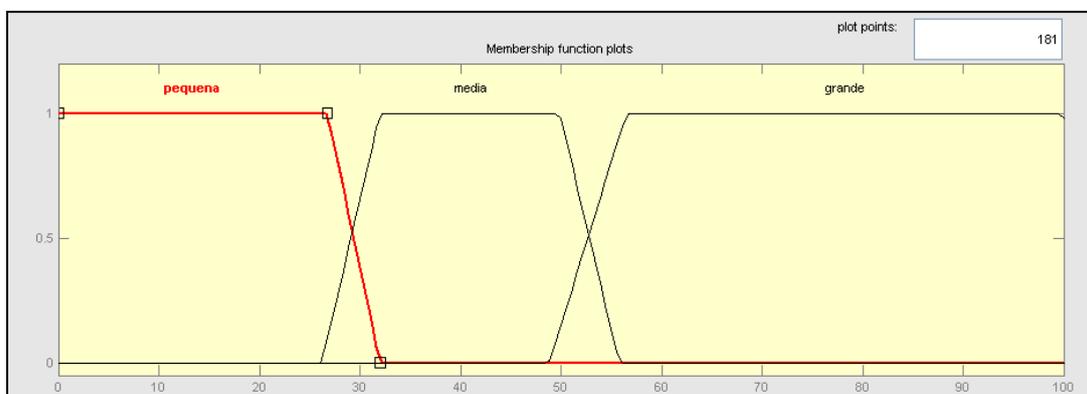


Gráfico 8: Função de pertinência da variável de entrada: % adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo

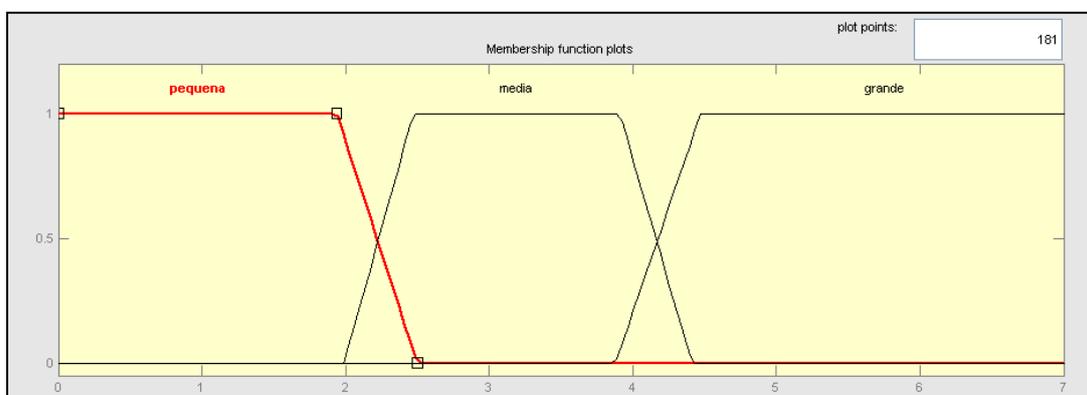


Gráfico 9: Função de pertinência da variável de entrada: média de anos de estudo em pessoas com 25 anos ou mais

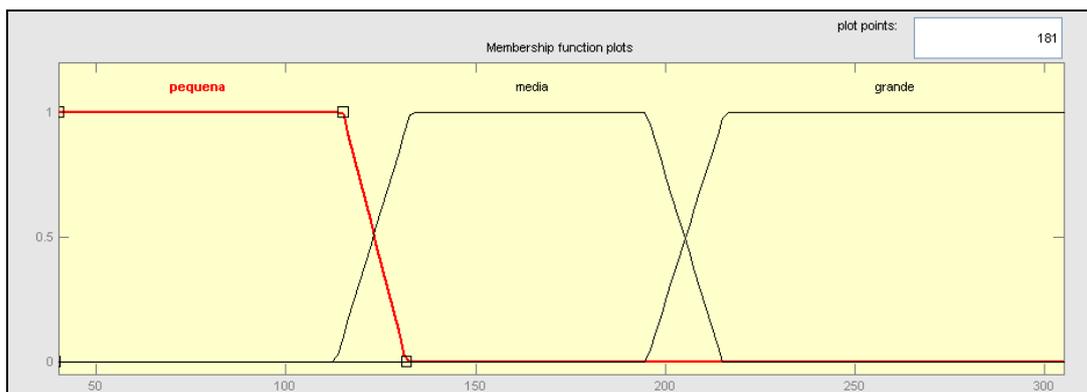


Gráfico 10: Função de pertinência da variável de entrada: renda per capita

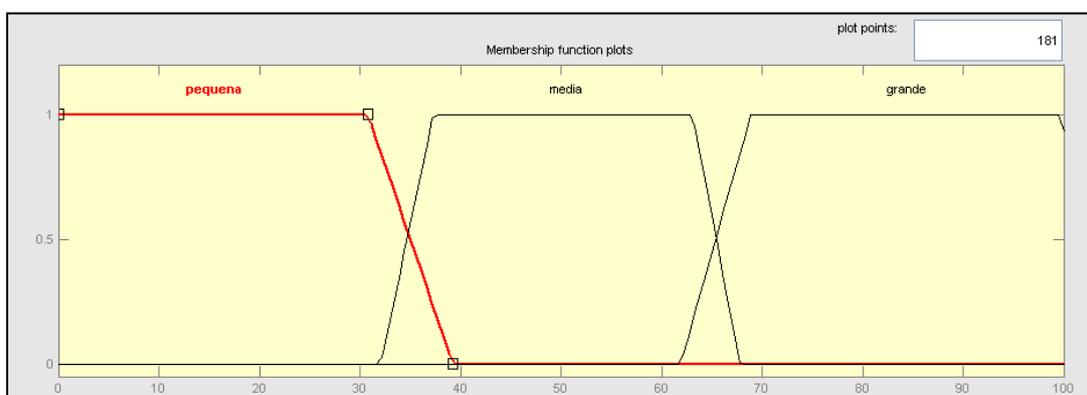


Gráfico 11: Função de pertinência da variável de entrada: % pessoas que vivem em domicílios ou terrenos próprios

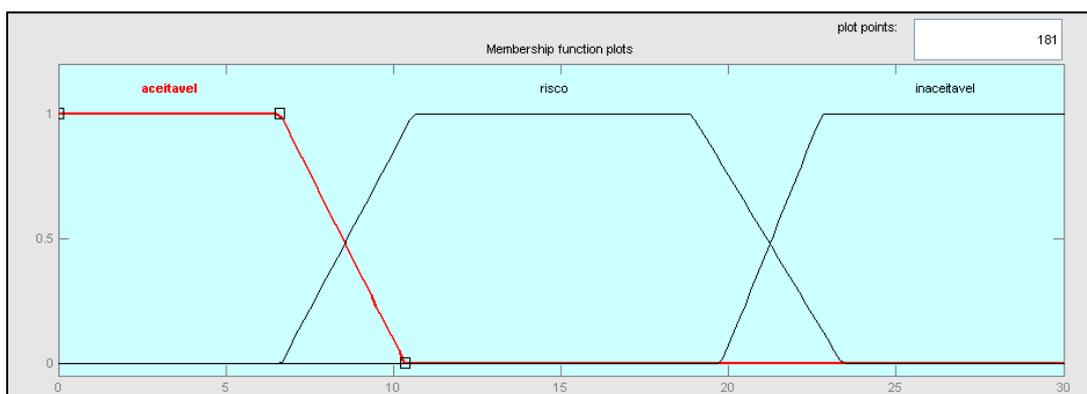


Gráfico 12: Função de pertinência da variável de saída: situação de segurança alimentar

A elaboração das regras desse estudo foi realizada baseada nos histogramas que foram obtidos para cada uma das variáveis a partir do banco de dados. Sendo assim, as regras foram definidas como:

1. SE (%rural é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
2. SE (%lixo não coletado é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
3. SE (%seminstalação sanitária é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
4. SE (%não alfabetizada é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
5. SE (%não alfabetizada é grande) ENTÃO (situação segurança alimentar é inaceitável).
6. SE (%adolescentes 15-17 anos e filhos é grande) ENTÃO (situação segurança alimentar é inaceitável).
7. SE (%crianças 7-14 anos e 1 ano atraso é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
8. SE (renda per capita é grande) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
9. SE (%pessoa com domicílio próprio é grande) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
10. SE (%pessoa com domicílio próprio é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é inaceitável).
11. SE (média de estudo é grande) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
12. SE (média de estudo é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é inaceitável).
13. SE (%rural é média) E (%pessoa com domicílio próprio é grande) ENTÃO (situação segurança alimentar é aceitável).
14. SE (%adolescentes 15-17 anos e filhos é grande) E (%crianças 7-14 anos e 1 ano atraso é pequena) ENTÃO (situação segurança alimentar é inaceitável).

15. SE (%redecanalizada é grande) E (rendapercapita é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é inaceitável).
16. SE (%lixonãocoletado é grande) E (%pessoac/domicíliopróprio é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é inaceitável).
17. SE (%lixonãocoletado é média) E (rendapercapita é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
18. SE (%seminstalaçãosanitária é média) E (rendapercapita é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
19. SE (%redecanalizada é média) E (rendapercapita é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
20. SE (%adolescentes15-17anosc/menos4anosestudo é média) E (médiadeestudo é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
21. SE (%rural é grande) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
22. SE (%redecanalizada é pequena) E (médiadeestudo é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
23. SE (%rural é pequena) E (%adolescentes15-17anosc/filhos é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
24. SE (%lixonãocoletado é grande) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
25. SE (%redecanalizada é grande) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
26. SE (%lixonãocoletado é grande) E (%adolescentes15-17anosc/menos4anosestudo é média) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
27. SE (%crianças7-14anosc/1anoatraso é grande) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
28. SE (%adolescentes15-17anosc/menos4anosestudo é grande) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
29. SE (%rural é média) E (%lixonãocoletado é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).

30. SE (%lixonãocoletado é média) E (%seminstalaçãosanitária é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
31. SE (%seminstalaçãosanitária é média) E (%redecanalizada é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
32. SE (%seminstalaçãosanitária é grande) E (%adolescentes15-17anos/filhos é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
33. SE (%seminstalaçãosanitária é grande) E (%adolescentes15-17anos/filhos é média) E (%pessoac/domicíliopróprio é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
34. SE (%seminstalaçãosanitária é grande) E (%adolescentes15-17anos/filhos é média) E (médiadeestudo é pequena) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
35. SE (%lixonãocoletado é grande) E (%adolescentes15-17anos/filhos é grande) E (médiadeestudo é pequena) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é inaceitável).
36. SE (%rural é média) E (%seminstalaçãosanitária é grande) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
37. SE (%adolescentes15-17anos/filhos é pequena) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é inaceitável).
38. SE (%nãoalfabetizada é média) E (%adolescentes15-17anos/menos4anosestudo é média) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é risco).
39. SE (%adolescentes15-17anos/menos4anosestudo é pequena) E (rendapercapita é pequena) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é aceitável).
40. SE (%adolescentes15-17anos/filhos é grande) E (rendapercapita é pequena) ENTÃO (situaçãosegurançaalimentar é inaceitável).

A aplicação da lógica *fuzzy* ocorreu inicialmente nos 14 municípios selecionados por fazerem parte da pesquisa que identificou a prevalência de segurança alimentar das famílias desses municípios previamente e, em seguida, foi aplicada para os demais 207 municípios. Será apresentada a

seguir a situação de três municípios, a fim de exemplificar a aplicação da lógica *fuzzy*.

O Gráfico 13 mostra a situação de segurança alimentar do município de Guarabira, que após aplicação da lógica *fuzzy* está classificado como aceitável. Nesse gráfico, pode-se observar a representação do primeiro conjunto *fuzzy*, chamado de aceitável, como pode ser visto no Gráfico 12.



Gráfico 13: Resultado da aplicação da lógica *fuzzy* no município de Guarabira.

O Gráfico 14 representa a situação de segurança alimentar do município de Areia, sendo classificado como de risco, sendo ilustrado pelo segundo conjunto *fuzzy* do Gráfico 12.

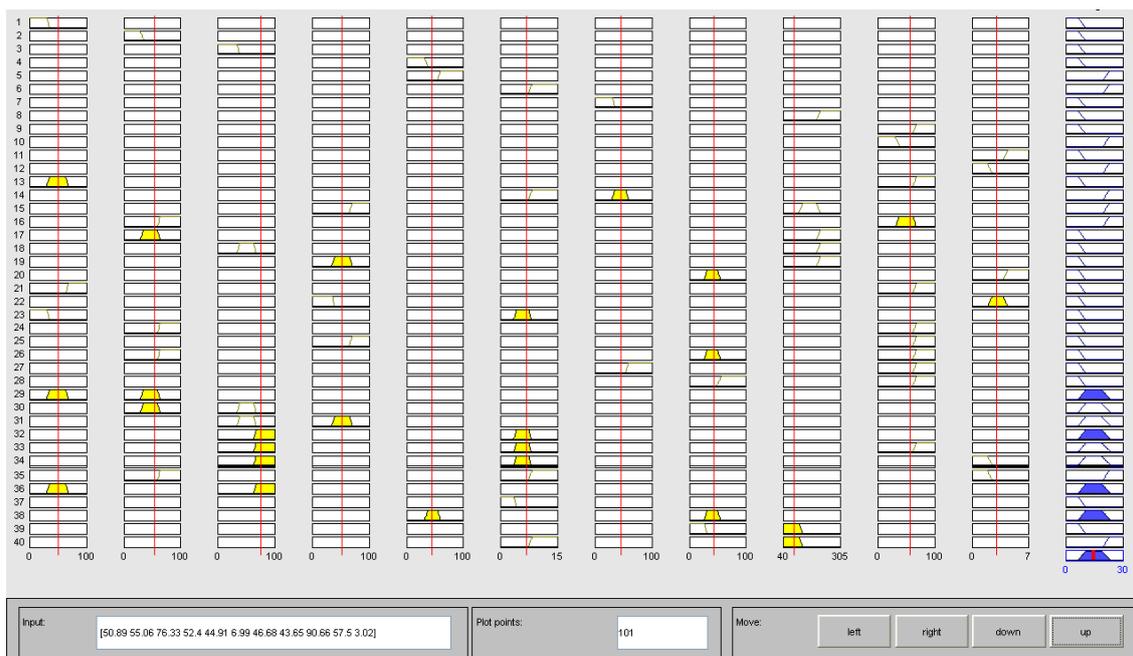


Gráfico 14: Resultado da aplicação da lógica *fuzzy* no município de Areia.

Observa-se no Gráfico 15 o resultado do modelo *fuzzy* para o município de São José dos Ramos, apresentando uma situação de segurança alimentar classificada como inaceitável.

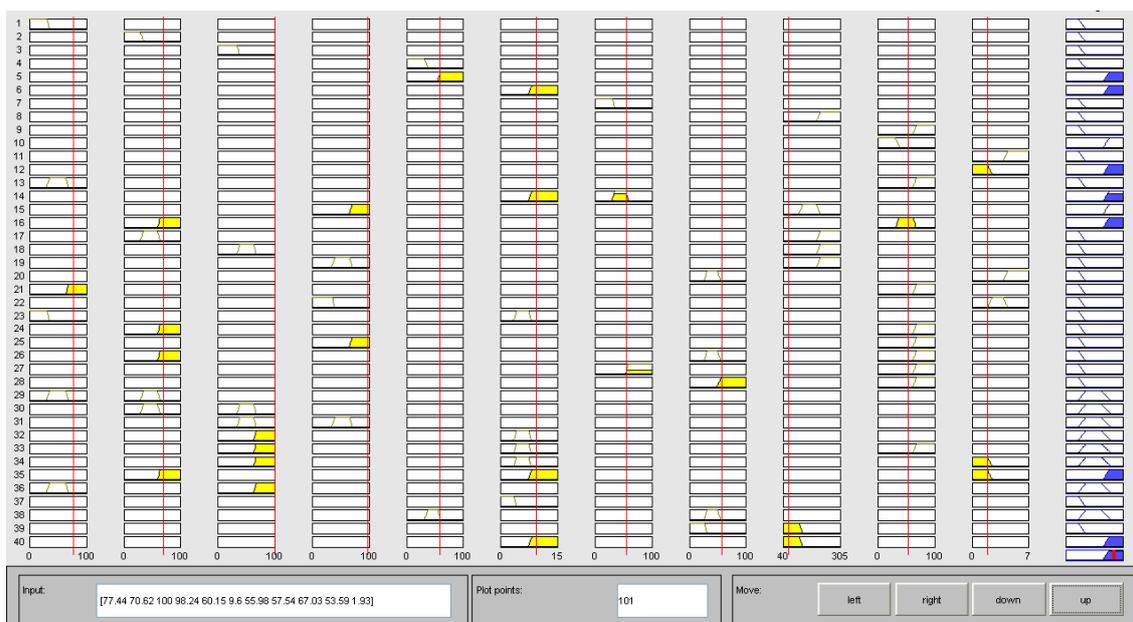


Gráfico 15: Resultado da aplicação da lógica *fuzzy* no município de São José dos Ramos.

A Figura 3 mostra a espacialização da situação de segurança alimentar dos 221 municípios do estado da Paraíba.

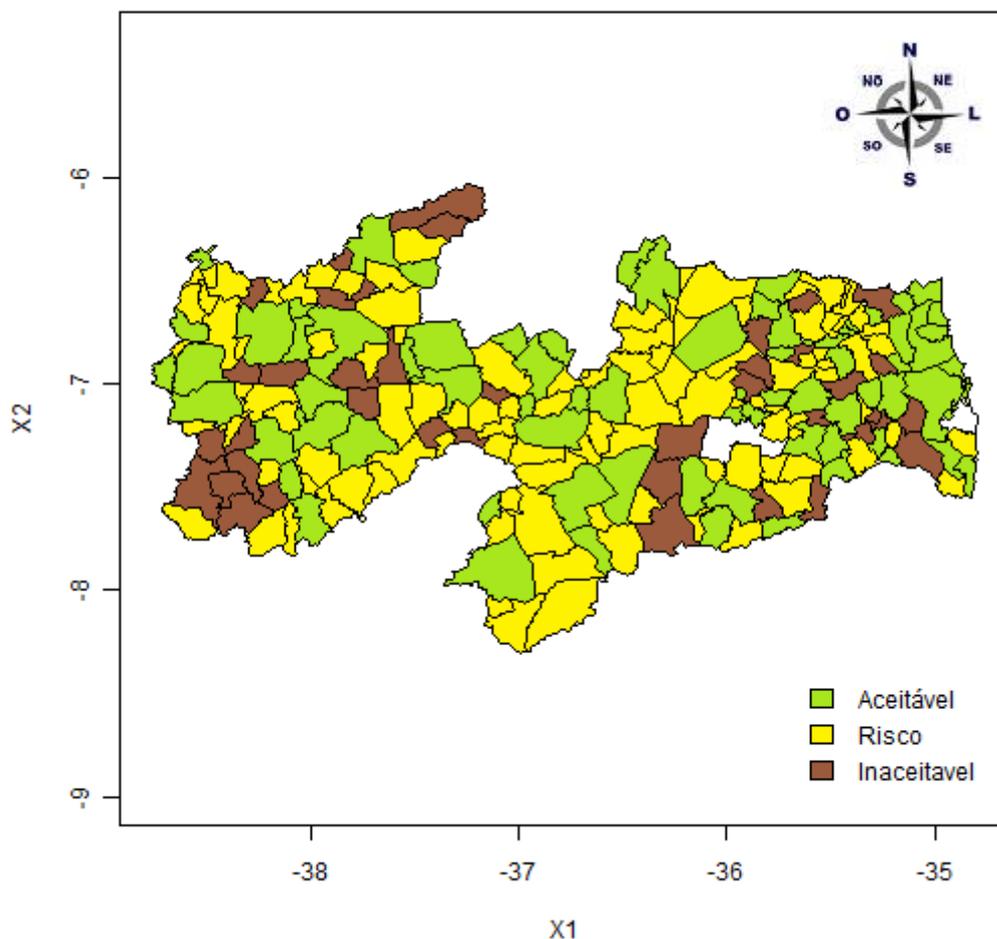


Figura 3: Mapa do estado da Paraíba mostrando a espacialização dos resultados da situação de segurança alimentar dos 221 municípios selecionados.

De acordo com a Tabela 4, onde os 221 municípios do estado foram classificados pelo modelo de decisão baseado em lógica *fuzzy*, tem-se que 48,0% dos municípios estão em situação de segurança alimentar de risco, seguidos de 33,5%, que estão em situação aceitável e, 18,5%, em situação inaceitável.

Sendo assim, os municípios prioritários para intervenção são aqueles que se encontram em situação inaceitável: Algodão de Jandaíra, Belém do

Brejo do Cruz, Boa Vista, Bonito de Santa Fé, Brejo dos Santos, Cabaceiras, Cajazeirinhas, Casserengue, Conceição, Condado, Cruz do Espírito Santo, Cuité de Mamanguape, Curral Velho, Diamante, Dona Inês, Emas, Esperança, Gado Bravo, Ibiara, Jacaraú, Juarez Távora, Lagoa, Mãe d'Água, Mato Grosso, Mulungu, Natuba, Nazarezinho, Pedras de Fogo, Queimadas, Quixabá, Riachão do Poço, Santana de Mangueira, São José da Lagoa Tapada, São José de Caiana, São José do Brejo do Cruz, São José dos Ramos, São Miguel de Taipu, Serraria, Sobrado, Teixeira e Vierópolis.

Tabela 4: Distribuição de frequência dos 221 municípios da Paraíba, segundo situação de segurança alimentar.

Situação de Segurança Alimentar	Frequência	Porcentagem
Aceitável	74	33,5%
Risco	106	48,0%
Inaceitável	41	18,5%
Total	221	100%

6. Discussão

A preocupação com a avaliação e promoção da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) no Brasil alcançou a esfera municipal. O município passa a ser um local privilegiado para a implementação das ações voltadas à promoção da SAN (PANELLI-MARTINS; SANTOS; ASSIS, 2008). Dessa forma, faz-se fundamental identificar aqueles que devem ser acompanhados e avaliados para o desenvolvimento de ações voltadas à segurança alimentar.

Os resultados mostram na Tabela 3 as variáveis incluídas nesse estudo para os 221 municípios da Paraíba selecionados. Os dados referentes a essas variáveis foram importantes, pois foram utilizadas como base para a construção dos parâmetros na aplicação da lógica *fuzzy* e para a elaboração dos histogramas, dos quais foram extraídas as quarenta regras do modelo.

No Gráfico 13 pode-se ver a situação de segurança alimentar do município de Guarabira classificado como aceitável. O município de Guarabira faz parte da região do agreste paraibano e conta com uma população de 51.608 habitantes. Esse município foi classificado como aceitável pelo modelo *fuzzy* através da ativação das seguintes regras: 1, 2, 4, 9, 11 e 23.

O Gráfico 14 representa a aplicação da lógica *fuzzy* para a cidade de Areia, pertencente ao agreste paraibano, sendo classificado como de risco e tendo ativadas as regras 29, 32, 36 e 38. Diante disso, nesse município, deve-se dar uma atenção especial as questões relacionadas a população rural, a quantidade de lixo não coletado, o número de casas sem instalação sanitária, a quantidade de adolescentes com filhos, a porcentagem de pessoas não alfabetizadas e de adolescentes de 15 a 17 anos com menos de quatro anos de estudo.

Observa-se no Gráfico 15 o resultado do modelo *fuzzy* para o município de São José dos Ramos, estando esse município em situação inaceitável apresentando ativação das regras: 5, 6, 12, 14, 16, 35 e 40. No caso desse município, a intervenção deve priorizar ações relacionadas a: população não alfabetizada, adolescentes de 15 a 17 anos com filhos, média de anos de estudo em pessoas com 25 anos ou mais, crianças de 7 a 14 anos com mais de uma ano de atraso escolar, coleta de lixo nos domicílios, pessoas que vivem em domicílios próprios ou quitados e renda per capita.

Neste trabalho observou-se ainda a diversidade da situação de segurança alimentar e nutricional, apresentando uma análise no nível municipal, em que 33,5% dos 221 municípios da Paraíba selecionados para o estudo estão em situação de segurança alimentar aceitável, 48% dos municípios estão em situação de risco, e, 18,5%, em situação inaceitável, conforme Tabela 4. Esses dados chamam a atenção para a caracterização da situação na Paraíba, estando 41 municípios em situação inaceitável e 106 em situação de risco, sendo estes os municípios prioritários para intervenção, respectivamente.

Existem várias explicações para essa heterogeneidade, dentre as quais, destaca-se a desigualdade na distribuição de renda. Segundo Hoffman (2004), a renda é um determinante importante na ocorrência de situações de insegurança alimentar. Em estudo realizado por Gubert *et al* (2010), a maior concentração dos municípios com insegurança alimentar grave ocorre na Região Nordeste, podendo ser explicada pela maior concentração de pobreza nessa área.

A renda, no entanto, não é suficiente para explicar a situação de segurança alimentar, outros fatores como os indicadores do acesso da população a bens e serviços essenciais, como moradia, saneamento, instalação sanitária e educação, estão relacionados a essa situação.

De acordo com estudo realizado sobre a estimativa de insegurança alimentar, as regiões Norte e Nordeste apresentaram médias elevadas de insegurança alimentar grave entre os seus municípios e essas regiões também apresentam os piores resultados entre os outros indicadores preditivos de insegurança alimentar grave, como por exemplo, a escolaridade. Esse mesmo estudo mostra a Paraíba em situação desprivilegiada, apresentando uma prevalência de 93,7% de insegurança alimentar grave (GUBERT *et al*, 2010).

Os resultados da pesquisa do PNAD, realizada pelo IBGE em 2004, mostraram que no Brasil 65,2% da população encontra-se em segurança alimentar, sendo essa prevalência menor nas áreas rurais (56,5%). A situação de segurança alimentar é menos frequente nos estados das regiões Norte (53,6%) e Nordeste (46,6%). Na Paraíba a prevalência de segurança alimentar foi de 46,7%, e de insegurança alimentar leve de 17,4%, moderada de 20,8% e grave de 15,1%.

Em estudo realizado em municípios da Paraíba, a medida de segurança alimentar esteve diretamente relacionada com as condições socioeconômicas das famílias entrevistadas, sendo observado que a baixa renda, o tipo de construção da moradia e a disponibilidade de água nos domicílios aumentaram a chance de as famílias estarem em situação de insegurança alimentar (VIANNA; SEGALL-CORRÊA, 2008).

Verificou-se em outro estudo, realizado no semi-árido do Nordeste, que aproximadamente 13% das famílias de crianças menores de cinco anos do município estudado foram classificadas na categoria de segurança alimentar, prevalecendo, assim, a condição de insegurança alimentar, sendo a forma moderada a predominante (40,2%). Esta distribuição também ocorreu em relação à localização geográfica, zona urbana e rural, onde a situação mais prevalente foi a de insegurança alimentar moderada, com frequência de 38,4% e 42,3%, respectivamente (OLIVEIRA *et al*, 2009).

Conforme a Figura 3 observa-se a espacialização da situação de segurança alimentar dos 221 municípios do estado da Paraíba.

De acordo com as regiões naturais do estado da Paraíba (Anexo 1), observa-se na região do Litoral Paraibano, que conta 29 municípios incluídos nesse estudo, que 58,6% desses municípios estão em situação de segurança alimentar aceitável, 27,6%, em situação inaceitável e 13,8%, de risco. Na região do Agreste Paraibano, 56,9% dos 65 municípios encontra-se em situação de risco, 27,7% em situação aceitável e 15,4%, inaceitável. Já na área do mapa referente à região da Borborema, dos 44 municípios, 56,8% estão em situação de segurança alimentar de risco, 38,6% em situação aceitável e 4,5% em situação inaceitável. Com relação à região do Sertão Paraibano, 48,2% dos 83 municípios desta região encontram-se em situação de risco, seguido de 26,5% em situação aceitável e 25,3%, em situação inaceitável. A região do Litoral Paraibano apresenta situação bastante favorável quando comparada com as demais regiões do estado.

A metodologia adotada neste estudo constitui-se um instrumento importante na tomada de decisão da situação de segurança alimentar. No entanto, ressaltam-se as limitações das informações utilizadas nesse estudo, já que banco de dados foi montado a partir dos sítios do IBGE, DATASUS e

PNUD, e esses dados apresentam comprometimento com a qualidade de dados.

O desenvolvimento do modelo de decisão através de aplicação da lógica *fuzzy* é um indicador para a intervenção nos 147 municípios em situação de segurança alimentar inaceitável e de risco. A elaboração das funções de pertinência a partir dos histogramas obtidos pelo banco de dados foi criteriosa e representa um modelo de decisão para a realidade da Paraíba. Considera-se como prioritário para a intervenção inicialmente nos municípios em situação inaceitável e, por conseguinte, os em situação de risco. Essa intervenção deve implementar programas e políticas públicas, nas áreas da saúde, educação e social, visando a redução dos danos à população.

7. Considerações Finais

Os dados apresentados neste estudo evidenciam a preocupação com a situação de segurança alimentar nos municípios do estado da Paraíba. Observou-se que, a partir, das variáveis socioeconômicas que foram incluídas no modelo de decisão utilizado a maior parte dos municípios encontra-se em situação de risco, seguido daqueles em situação aceitável e inaceitável.

Evidencia-se, assim, a importância de identificação dos municípios prioritários para intervenção, haja vista que poucos estudos se dedicaram a estudar a situação de segurança alimentar no nível de governo municipal.

O estudo atingiu os objetivos propostos no sentido da realização da análise exploratória dos dados relacionados a situação de segurança alimentar e nutricional. Além de apresentar uma metodologia adequada para análise desse problema, em que, através do modelo da lógica *fuzzy*, foi possível identificar os municípios nas condições de aceitável, risco e inaceitável, priorizando assim a intervenção. Os resultados produziram um mapa útil para a espacialização e planejamento das ações e programas, subsidiando a gestão.

Dessa forma, os municípios prioritários para intervenção inicial são os que estão em situação inaceitável, a saber: Algodão de Jandaíra, Belém do Brejo do Cruz, Boa Vista, Bonito de Santa Fé, Brejo dos Santos, Cabaceiras, Cajazeirinhas, Casserengue, Conceição, Condado, Cruz do Espírito Santo, Cuité de Mamanguape, Curral Velho, Diamante, Dona Inês, Emas, Esperança, Gado Bravo, Ibiara, Jacaraú, Juarez Távora, Lagoa, Mãe d'Água, Mato Grosso, Mulungu, Natuba, Nazarezinho, Pedras de Fogo, Queimadas, Quixabá, Riachão do Poço, Santana de Mangueira, São José da Lagoa Tapada, São José de Caiana, São José do Brejo do Cruz, São José dos Ramos, São Miguel de Taipu, Serraria, Sobrado, Teixeira e Vierópolis.

O modelo de decisão da lógica *fuzzy* representa um indicador para a intervenção em 66,5% (147) dos municípios em situação de segurança alimentar inaceitável e de risco. Assim, a intervenção deve auxiliar políticas públicas visando a redução dos danos à população.

Portanto, a metodologia adotada neste estudo constitui-se um instrumento importante para definir as tendências prioritárias de intervenção no

município, no sentido de permitir a identificação da situação de segurança alimentar nessa esfera de governo, podendo subsidiar a tomada de decisão e o planejamento de ações que visem a promoção da segurança alimentar.

REFERÊNCIAS

BENINI, L. C.; MENEGUETTE JUNIOR, M. Análise de dados usando Sistema Fuzzy. Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy. Nucleo de Educação, Tecnologia e Cultura da UFSCar, 2010.

BRASIL. Lei nº. 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2006.

BRASIL. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. III Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional [documento final]. Fortaleza, 2007.

CONSEA. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional [documento final]. Olinda; 2004.

FERREIRA, H.S. et al. Estado Nutricional de pré-escolares da região semi-árida do estado de Alagoas, 2005. **Cad Estud Desenv Soc Debate**. v.4, p.37-42, 2006.

FREITAS, M.C.S.; PENA, P.G.L. Segurança alimentar e nutricional: a produção do conhecimento com ênfase nos aspectos da cultura. **Rev Nutr**. v.20, n.1, p. 69-81, 2007.

GUBERT, M.B.; et al. Estimativas de insegurança alimentar grave nos municípios brasileiros. **Cad Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 8, p. 1595-1605, 2010.

HOFFMANN, R. Transferências de renda e a redução de desigualdade no Brasil e cinco regiões entre 1997 e 2004. **Econômica**, v. 8, n. 1, p.113-139, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. PNAD Segurança Alimentar 2004. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INAN. Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição. **Pesquisa nacional sobre saúde e nutrição**. Resultados preliminares. Brasília: Ministério da Saúde; 1990.

JANNUZZI, P.M. Indicadores sociais no Brasil. Campinas: Alínea, 2001.

LEÃO, M. Segurança Alimentar e Risco de Sobrepeso e Obesidade em famílias de crianças menores de 6 anos. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

MALIK, A.M.; TELES J.P. Hospitais e programas de qualidade no Estado de São Paulo. **ERA**, v. 41, n. 3, p. 51-9, 2001.

MARIN-LEON, L. et al. A percepção de insegurança alimentar em famílias com idosos em Campinas, São Paulo, Brasil. **Cad Saúde Pública**. v.21, n.5, p. 1433-1449, 2005.

MARQUES I.R. et al. Guia de Apoio à Decisão em Enfermagem Obstétrica: aplicação da técnica da Lógica Fuzzy. **Rev Bras Enferm**, v. 58, n. 3, p. 349-354, 2005.

MASSAD, E. et al. **Fuzzy Logic in Action: Application in Epidemiology and Beyond**. Springer: 2008.

MONEGO, E.T. et al. (In) Segurança alimentar de comunidades quilombolas do Tocantins. **Rev. Nutr.** Campinas, v. 17, n. 1, p. 37-47, 2010.

MORAES, R. M. Uma arquitetura de sistemas especialistas nebulosos para classificação de imagens utilizando operadores da morfologia matemática. 1998, 114f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998.

MORGENSTERN, H.; THOMAS, D.C. Ecologic Studies. In. KENNETH, J. R.; GREENLAND, S. **Modern Epidemiology**. 2nd ed. Maple Press Philadelphia, Lippicott-Raven Publishers, 1998 P. 459-80.

NOBRE, L.N. et al. Segurança Alimentar em uma Comunidade Rural no Alto Vale do Jequitinhonha/MG. **Rev. Nutr.** Campinas, v.16, n. 1, p.18-31, 2009.

NOBRE, F. S. M; PALHARES, A. G. B. Informacoes Quantitativas e Qualitativas no Projeto de Controladores Nebulosos. **Controle & Automação**, v. 8, n. 2, 1997.

OLIVEIRA, D. C. Elaboração de modelos lingüísticos baseados na teoria de conjuntos fuzzy para mensuração de qualidade de vida relacionada à saúde. 2005, Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – UFRJ, 2005.

OLIVEIRA, J.S. et al. Insegurança Alimentar e estado nutricional de crianças de São João do Tigre, no semi-árido do Nordeste. **Rev. Bras. Epidemiol.**, v. 12, n. 3, p. 413-423, 2009.

ORTEGA, N.R.S. Aplicação da Teoria de Conjuntos Fuzzy a problemas da Biomedicina. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

PANELLI-MARTINS, B.E.; SANTOS, S.M.C.; ASSIS, A.M.O. Segurança alimentar e nutricional: desenvolvimento de indicadores e experimentação em um município da Bahia, Brasil. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 21, p. 65-81, 2008.

PANIGASSI, G. et al. Insegurança alimentar como indicador de iniquidade: análise de inquérito populacional. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 10, 2008.

PÉREZ-ESCAMILLA, R. et al. An Adapted Version of the U.S. Department of Agriculture Food Insecurity Module Is a Valid Tool for Assessing Household Food Insecurity in Campinas, Brazil. **J. Nutr.** v. 134, p. 1923 – 1928, 2004.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. Brasília; 2003.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do Desenvolvimento Humano 2006. Nova York: Organizações das Nações Unidas, 2006.

ROUQUAYROL, M. Z. **Epidemiologia e Saúde**. 4^a ed., Rio de Janeiro: MEDSI, 1993.

SALLES-COSTA, R. Avaliação alimentar em Duque de Caxias (RJ). **Estud av**, v.21, n.60, p. 135-142, 2006.

SALLES-COSTA, R. et al. Associação entre fatores socioeconômicos e insegurança alimentar: estudo de base populacional na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. **Rev. Nutr.**, Campinas, p. 99-109, 2008.

SANTOS, A. D. et al. Avaliação baseada em lógica *fuzzy* para um *framework* voltado à construção de simuladores baseados em RV. XII Symposium on Virtual and Augmented Reality Natal, RN, Brazil - May 2010.

SEGALL-CORRÊA, A.M. et al. Transferência de renda e segurança alimentar no Brasil: análise de dados nacionais. **Rev. Nutr.**, v. 21, p. 39-51, 2008.

SILVA, R. Sistema Especialista em Medicina Geral. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

VALENTE, F.L.S. Fome, desnutrição e cidadania: inclusão social e direitos humanos. **Saúde Sociedade**, v.12, p. 51- 60, 2008.

VEIGA, G.V.; BURLANDY, L. Indicadores sócio-econômicos, demográficos e estado nutricional de crianças e adolescentes residentes em um assentamento rural do Rio de Janeiro. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 6, 2001.

VIANNA, R.P.T.; SEGALL-CORREA, A.M. Avaliação da (in)segurança alimentar das famílias residentes em municípios do interior do estado da Paraíba. **Rev. Nutrição**, v. 21, 2008.

ZADEH, L.A. Fuzzy Sets, **Information and Control**, v.8, p. 338-353, 1965.

ZADEH L.A., Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes, IEEE Transactions on Systems, **Man and Cybernetics**, v. 3, n. 1, pp. 28-44, 1973.

ANEXO 1 – Mapa do Estado da Paraíba

