



Linha de Pesquisa: Desenvolvimento Econômico, Economia Regional e Instituições

POBREZA MULTIDIMENSIONAL E A TÉCNICA FUZZY: UMA PRIMEIRA APROXIMAÇÃO

Caroline Lucion Puchale¹

Vanessa Zucco²

Larissa Castagna Gonçalves³

Tais Regina da Silva Ferreira⁴

Solange Regina Marin⁵

Sibele Vasconcelos de Oliveira⁶

Resumo: A pobreza constitui-se como um fenômeno socioeconômico multidimensional, uma vez que depende de acessos básicos para a melhor qualidade de vida do indivíduo e não apenas da renda. O caráter multifacetado da pobreza atribui-lhe características de imprecisão e ambiguidade, fato que dificulta a aplicabilidade da matemática convencional para sua análise. A partir desta inexatidão, o presente estudo pretende discutir como a técnica *fuzzy* pode ser empregada para avaliação da pobreza, visto que existem diversas conceituações para o termo, o que caracteriza o fenômeno de estudo como sendo de caráter nebuloso. É através do método *fuzzy* que buscamos interpretar a imprecisão, este método objetiva superar a dicotomia “sim-não” uma vez que este permite construir conjuntos de pertencimento, isto é, o indivíduo possuirá graus de pertencimento a determinado conjunto ao invés de pertencer 100% a um grupo somente. A lógica *fuzzy* se utiliza de três operações: a fuzzificação, inferência *fuzzy* e defuzzificação. Apresenta-se, ao final desta pesquisa, um exemplo de uso da metodologia *fuzzy* no estudo da pobreza multidimensional.

Palavras-chave: método *fuzzy*; pobreza; multidimensional.

Abstract: Poverty is constituted as a multidimensional socio-economic phenomenon, since it depends on basic access to the best quality of life of individuals and not just income. The multifaceted character of poverty gives it imprecision and ambiguity characteristics, a fact that hinders the applicability of conventional math for analysis. From this inaccuracy, the present study aims to discuss how fuzzy technique can be used for poverty assessment, since there are several concepts for the term, which characterizes the study of phenomenon as cloudy character. It is through the fuzzy method it seek to interpret imprecise, this method aims to overcome the dichotomy "yes-no" since this allows building belonging sets, that is, the individual possessed degrees of membership of a particular group rather than owned 100% only one group. Fuzzy logic uses three operations: a fuzzification, fuzzy inference and defuzzification. It is presented at the end of this research, an example of using the fuzzy methodology in the study of multidimensional poverty.

¹ Acadêmica do Curso de Ciências Econômicas/UFSM. carolinepuchale@hotmail.com

² Acadêmica do Curso de Ciências Econômicas/UFSM. vanessazucco12@gmail.com

³ Acadêmica do Curso de Ciências Econômicas/UFSM. castagna.larissa@gmail.com

⁴ Acadêmica do Curso de Ciências Econômicas/UFSM. tais.ferreirax@gmail.com

⁵ Professora Adjunta do Departamento de Ciências Econômicas/UFSM. solremar@yahoo.com.br

⁶ Professora Adjunta do Departamento de Ciências Econômicas/UFSM campus de Palmeira das Missões/RS. sibele_oliveira@yahoo.com.br



Keywords: Fuzzy method; Poverty; Multidimensional.

JEL: I32

INTRODUÇÃO

A pobreza é indiscutivelmente um fenômeno multidimensional. A criação de novos conceitos para o termo não necessariamente desbancam os primeiros conceitos baseados na renda monetária, mas trata-se de evoluções que propiciaram a entrada de dimensões (CODES, 2008), ou seja, a pobreza multidimensional conceitua-se como sendo a pobreza não somente monetária, mas também a pobreza como privação de fatores essenciais para se levar uma vida plena, como acesso a saúde, alimentação, educação e saneamento básico.

Sendo assim, a pobreza pode ser denotada de forma multidimensional e apresenta uma natureza complexa que demanda métodos que possam retratar esse caráter nebuloso. Uma das ferramentas que pode ser frutífera nas análises da pobreza é a chamada técnica *fuzzy*. O conceito de pobreza, por si só é nebuloso, o que leva a seguinte pergunta: como poderia ser usado o método *fuzzy* como ferramenta de análise da pobreza entendida numa abordagem multidimensional? O objetivo central deste artigo é apresentar o conceito de pobreza multidimensional e discutir como a técnica *fuzzy* poderia ser empregada. O sistema *fuzzy* se constitui em três operações: fuzzificação, inferência *fuzzy* e defuzzificação. Entre as vantagens da utilização do método *fuzzy*, pode-se destacar o fato de ser uma medida que permite agregar elementos qualitativos e quantitativos. Diferentemente de outros, a técnica *fuzzy* destaca-se pela forma com que trata temas complexos e imprecisos, leva em consideração situações intermediárias entre os extremos 0 e 1 (sendo que quanto mais próximo de 1, maior o grau de pobreza), abrindo mão da dicotomia “sim ou não” e “verdadeiro ou falso” (MARIA; MAIA; BALLINI; 2012).

Além desta seção introdutória e das considerações finais, o trabalho está dividido em três partes principais. Primeiro, apresenta-se a definição de pobreza multidimensional e suas diversas definições. Segundo, define-se o método *fuzzy*, apresentando sua estrutura e como o método é eficiente para medir o fenômeno da pobreza. Por fim, no terceiro item, apresenta-se um modelo de aplicabilidade do método *fuzzy* para o estudo da pobreza multidimensional.



2 CONCEITO DE POBREZA: MULTIDIMENSIONALIDADE E NEBULOSIDADE

Na discussão sobre pobreza, observa-se que não existe um consenso entre teóricos, estudiosos e agentes públicos sob qual é sua verdadeira definição e qual seriam as melhores políticas públicas a serem implantadas para combatê-la. O que aconteceu, ao longo do tempo, foi uma modificação na forma de conceituar e medir a pobreza.

A pobreza é um fenômeno impreciso; mesmo que os pesquisadores percebam a sua existência dentro de uma localidade, existem algumas situações que faz com que o pesquisador não tenha plena certeza de que realmente os indivíduos estão nesta situação (PACHECO; DEL VECCHIO; KERSTENETZKY, 2010), por exemplo, as linhas de pobreza monetária, no Brasil hoje pessoas que ganham R\$ 70 por mês são consideradas pobres, porém, fica a pergunta, pessoas que ganham R\$ 71 são realmente não pobres? Será que R\$ 1 faz uma pessoa mudar seu padrão de vida? Por que o fenômeno da pobreza possui um caráter nebuloso?

A teoria dos conjuntos *fuzzy* é um método matemático que permite a quantificação de situações imprecisas, e desta forma teríamos vários níveis de pobreza e não somente duas (pobre e não pobre) (PACHECO; DEL VECCHIO; KERSTENETZKY, 2010), desta forma, uma pessoa que ganha R\$ 71 não se classificaria como “não pobre”, mas sim estaria próximo da situação da pobreza. Codes (2008) descreve a evolução do modo de pensar a pobreza; inicia pela pobreza no conceito de subsistência; um indivíduo é considerado pobre quando não possui renda suficiente para manter-se bem nutrido, ou seja, o indivíduo é pobre quando não tem o mínimo para permanecer vivo. Logo, como é destacado por Ottonelli *et al*(2011), a pobreza de subsistência está ligada a sobrevivência física, do qual é constituída uma visão unidimensional da pobreza.

Conforme esta visão é constituída a abordagem da pobreza em termos de necessidades básicas. Um ser humano, para não estar na linha da pobreza ele precisa além de renda monetária para conseguir estar bem nutrido, precisa também de alimentação, vestimentas, moradia, entre outros fatores, ou seja, o agente precisa não somente de alimentos mas também de outros recursos indispensáveis para se ter uma vida saudável (CODES, 2008). Afasta-se, assim, da visão unidimensional, do qual um ser humano é



considerado pobre, quando sofre apenas de insuficiência de renda.

Após a conceituação destas duas definições de pobreza, Codes (2008, p. 15) destaca a pobreza de duas formas distintas, a pobreza absoluta e a pobreza relativa. A pobreza absoluta é a pobreza material; um indivíduo é considerado pobre quando não possui as condições mínimas para sobreviver, ou seja, não possui condições de manter-se bem nutrido. pobreza relativa "(...) refere-se ao sentimento individual de ter-se tornado pobre, quando não é mais possível cumprir com os compromissos decorrentes da posição ou lugar ocupados na sociedade, na família, na etnia ou no meio em que se vive" (CODES 2008). Ou seja, pobre é o ser que não consegue exercer papéis dentro da sociedade em que vive, pois não possui recursos suficientes (alimentos, moradia, trabalho) para levar uma vida social.

Em um contexto de pobreza relativa, o indivíduo que não consegue se adaptar na realidade em que vive, sente que, por não possuir bens não conseguira conviver em seu meio social (CODES 2008). A pobreza relativa "é definida em função do contexto social em que se vive a partir da consideração do padrão de vida e da maneira como as diferentes necessidades são supridas em uma dada realidade socioeconômica". (OTTONELLI *et al*, 2011),

A última forma de pobreza é, segundo Codes (2008), a pobreza como privação de capacitações básicas de Amartya Sen; "não é a escassez de bens que gera a miséria e a fome, mas a incapacidade de obtê-los" (CODES, 2008). Ou seja, o indivíduo pode ter a sua disposição vários bens e recursos, porém se não conseguir obtê-los, o agente já é considerado privado, tanto por condições de saúde, de localização, por sexo ou etnia, como por questões financeiras. Um indivíduo é pobre se não conseguir levar uma vida social pelo fato de não obter um nível pleno de saúde, de renda, de nutrição, de bem-estar que permita obter recursos, como trabalho, educação, saúde, moradia, direitos sociais para levar uma vida normal em sociedade (CODES, 2008).

Muito mais do que um agente não possuir renda, pior é o indivíduo não ter diferentes oportunidades (moradia, vestuário, saneamento básico, trabalho, saúde, entre outros) para que possa integrar a sua sociedade, ou seja, precisa-se que um cidadão possua direitos e que consiga obter o mínimo para levar uma vida digna e com sentimento de participação da sociedade da qual faz parte. A pobreza multidimensional se distancia da



ideia da pobreza somente como um fenômeno monetário para incluir a visão da pobreza de recursos, em que um indivíduo não sobrevive somente com renda, sendo que o indivíduo sente a necessidade de se integrar no seu contexto social (CODES, 2008).

Os diferentes conceitos sobre o fenômeno da pobreza não servem somente para a visualização da evolução conceitual que tal fenômeno obteve nos últimos tempos, mas a grande importância desta evolução conceitual é que em cada estágio de desenvolvimento de um país o problema da pobreza pode ser tratado conforme a origem desta carência. Se o processo de desenvolvimento de um país está associado à geração de renda, logo, sabe-se que as melhores medidas a serem tomadas ao processo desenvolvimentista serão as monetárias representadas pela renda per capita. Porém, se o processo de desenvolvimento estiver associado às capacitações pessoais, as medidas mais cabíveis ao processo de desenvolvimento e combate a pobreza são as medidas multidimensionais, ligadas a uma visão mais ampla do que a pobreza dita pela insuficiência de renda. (MARIN; OTTONELLI, 2008).

A partir disto, surge um grande número de medidas multidimensionais de pobreza, visando o melhor entendimento da pobreza como um fenômeno multivariado excedendo a visão monetária que, segundo Ottonelli *et al* (2011), esse grande número de medidas acompanha a evolução do pensar a pobreza. Desta forma, o Índice de Pobreza Humana (IPH) e o Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), são exemplos de índices que surgiram para medir a pobreza em seu caráter multidimensional, e são apresentados a seguir.

2.1 Índice de Pobreza Humana (IPH)

O Índice de Pobreza Humana (IPH) foi apresentado pelo Relatório do Desenvolvimento das Nações Unidas no ano de 1997, e mede a pobreza de cada país. O IPH envolve três dimensões: vulnerabilidade à morte prematura, taxa de analfabetismo e padrão de vida abaixo do aceitável ou como equivalente (pessoas que não possuem alimentação adequada, água potável e acesso a serviços de saúde) (UNDP *apud* ROLIM *et al*, 2006).

Segundo Rolim *et al* (2006), o Índice de Pobreza Humana “reflete a privação ou a



carência naqueles três elementos essenciais da vida humana, presentes no conceito de desenvolvimento humano e captados pelo IDH”.

Ressalta-se que a dimensão vulnerabilidade à morte prematura é medida a partir da porcentagem de pessoas com expectativa de vida menor do que 40 anos. Já a dimensão taxa de analfabetismo é calculada a partir da porcentagem de pessoas adultas analfabetas. Por fim, a dimensão padrão de vida é medida por três indicadores: porcentagem de pessoas sem acesso a serviços da saúde, porcentagem de pessoas sem acesso a água potável e porcentagem de crianças desnutridas menores de 5 anos (ROLIM *et al*, 2006).

O IPH possui algumas vantagens perante o IDH, segundo Rolim (2006), o IPH leva em consideração a porcentagem da população e não o valor médio da população como no IDH. Também o IPH não leva em consideração a variável renda para medir a dimensão padrão de vida, mas sim variáveis como acesso a saúde, água potável e alimentação adequada.

Sendo assim, ter um padrão de vida adequado não é visto em valores monetários, mas sim em ter acesso a bens essenciais para sobrevivência, ou seja, a pessoa pode possuir uma renda alta, porém isto não faz dela um ser com um padrão de vida suficientemente pleno, pois o IPH demonstra que um ser terá um padrão de vida adequando, se e somente se, possuir acesso à água potável, alimentação e saúde, pois são esses fatores que darão a ela condições mínimas de sobrevivência. Anand e Sen (1997) afirmam que o processo de desenvolvimento no mundo pode ser entendido de duas formas diferentes: uma perspectiva conglomerativa e uma perspectiva privada.

Na perspectiva conglomerativa, o desenvolvimento é entendido pelo progresso dos diversos grupos de uma sociedade, independentemente de serem pobres ou não pobres, essa perspectiva utiliza o IDH como indicador. Já na perspectiva da privação, o desenvolvimento é medido pela maneira como que os pobres vivem na sociedade, esta perspectiva utiliza o IPH como indicador. Desta forma, os dois índices (IDH e IPH) são complementares (ROLIM *et al*, 2006).

2.2 Índice de Pobreza Multidimensional (IPM)

O Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), segundo o PNUD (2010), “identifica



as privações sobrepostas que as famílias sofrem na saúde, na educação e nos padrões de vida”. O IPM reconhece as privações sofridas pelos agentes que vão além da privação monetária, ou seja, o IPM engloba a abordagem da pobreza de capacitações. Segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano (2010), o IPM agrega para um resultado mais preciso o número de pessoas que são pobres na abordagem multidimensional e também o número de privações que cada família pobre em termos multidimensionais sofre.

O IPM engloba as mesmas dimensões que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) - saúde, educação e padrão de vida – que são divididas em dez indicadores com mesmo peso dentro de sua dimensão. No quadro 1, observam-se as 3 dimensões do IPM com seus respectivos indicadores e pesos.

Dimensão	Indicador	Privado se...	Relacionado com...	Peso Relativo
Educação	Anos de escolaridade	Nenhum membro da família completou cinco anos de escolaridade.	ODM 2	16,7%
	Frequência escolar da criança	Qualquer criança em idade escolar que não frequente a escola, entre 1 e 8 anos.	ODM 2	16,7%
Saúde	Mortalidade	Qualquer criança morreu na família.	ODM 4	16,7%
	Nutrição	Se qualquer adulto ou criança na família é desnutrido*.	ODM 1	16,7%
Padrão de vida	Eletricidade	A família não tem eletricidade.	ODM 7	5,6%
	Saneamento	O banheiro for precário ou compartilhado por mais de uma família (de acordo com as diretrizes do ODM).	ODM 7	5,6%
	Água potável	A família não tem acesso à água potável ou se é mais do que 30 minutos a pé de casa para este acesso.	ODM 7	5,6%
	Piso	O chão é de terra, areia ou esterco.	ODM 7	5,6%
	Combustível para cozinhar	Eles cozinham com lenha, carvão vegetal, ou esterco.	ODM 7	5,6%
	Ativos	A família não possua mais de um dos seguintes: rádio, TV, telefone, bicicleta, moto ou geladeira, e não possui um carro ou caminhão.	ODM 7	5,6%

Fonte: elaborado pelas autoras com base em Alkire & Santos, 2010.



ODM 1 é erradicar a pobreza extrema e a fome; ODM 2 é alcançar a educação primária universal; ODM 4 é reduzir a mortalidade; infantil; ODM 7 é garantir a sustentabilidade ambiental;
*adultos são consideradas desnutridas quando seu IMC é inferior a 18,5.

Quadro 1 – Dimensões, indicadores, condições e pesos do IPM

De acordo com essa medida, “(...) para serem consideradas pobres, as famílias têm de sofrer privações em, pelo menos, seis indicadores do padrão de vida ou em três indicadores do padrão de vida e um indicador referente à saúde ou à educação” (RDH, 2010). O IPM, como já dito anteriormente, capta a pobreza além do contexto monetário e está mais voltada para os países em desenvolvimento. Segundo o RDH (2010), quanto menor é o IDH maior é a probabilidade de existência da pobreza multidimensional e, além disto, em países em desenvolvimento a pobreza multidimensional ultrapassa a pobreza monetária; em países desenvolvidos alguns recursos básicos, como água, luz, combustíveis de cozinha, moradia, têm preços mais baixos ou até são fornecidos gratuitamente.

O Índice de Pobreza Multidimensional, segundo o RDH (2010), apresenta algumas dificuldades em relação à coleta de dados, que muitas vezes não são atualizados e limita a comparação do IPM entre países. Além disto, outra desvantagem é que o IPM não tem dimensões que demonstrem a existência de desigualdades entre os indivíduos pobres.

A partir da visualização dos índices que medem a pobreza na sua forma multidimensional, observa-se que ainda não há um consenso de qual índice é o mais qualificado, devido à nebulosidade encontrada nos significados do termo “pobreza”.

Não existe uma única definição, porém sabe-se que a pobreza vista como insuficiência de renda é muito limitada e deixa de considerar variáveis que medem o bem-estar social do indivíduo. Porém, ainda tem-se a dúvida de quais variáveis englobam um definição de bem-estar; cada ser humano é único; o que pode ser uma vida plena para um indivíduo, pode não ser para outro. Como afirmam Silva e Barros (2006) “ainda estamos longe de saber normativamente quais são as dimensões mais relevantes da pobreza e também distantes de ter definido os melhores indicadores para representar cada dimensão”.

Um dos métodos que se destacam por conseguir quantificar a imprecisão do fenômeno da pobreza multidimensional é o método *fuzzy*, que será apresentado com mais detalhes na seção seguinte.



3 METODOLOGIA *FUZZY* E O FENÔMENO DA POBREZA

Devido a certas incertezas existentes em algumas variáveis, utilizam-se alguns métodos que auxiliam nesta imprecisão, como é o caso do método *fuzzy*, também conhecido como a teoria dos conjuntos e a lógica difusa ou nebulosa, que foi proposta nos anos 60 pelo professor Lofti Asker Zadeh. Por ser um método que não adota a dicotomia “sim” ou “não”, o método *fuzzy* se torna de grande importância para se analisar temas que são difíceis de mensurar. Segundo Jané (2004), o método é constituído por processos que resultam na forma matemática de variáveis que são caracterizadas pela imprecisão e ambiguidade, permitindo no final um resultado mais eficiente e confiável.

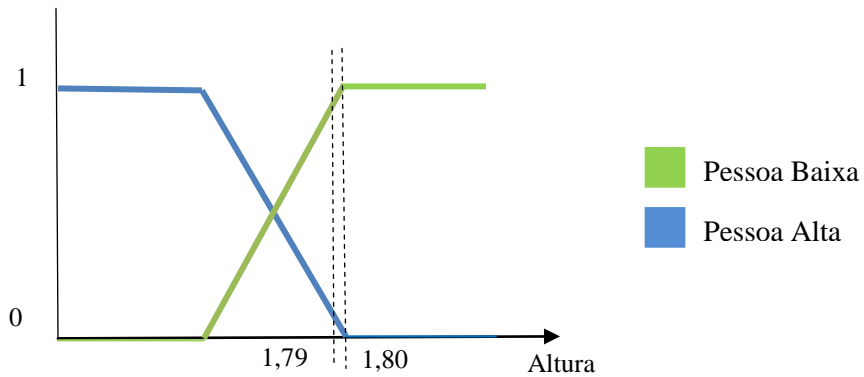
Diferentemente da matemática convencional, também chamada de booleana, a qual se delimita apenas na dicotomia do verdadeiro ou falso, a lógica *fuzzy* proporciona para seus usuários a possibilidade de resolver problemas com alto grau de incerteza sem que informações importantes fossem perdidas. Dentro da lógica *fuzzy*, para poder captar a incerteza das variáveis e representá-las no modelo matemático, utilizam-se variáveis denominadas linguísticas, que são variáveis que traduzem a incerteza, são adjetivos como, por exemplo, “grande”, “pequeno”, “alto”, “baixo”.

As variáveis linguísticas dependem do grau de pertinência ou grau de participação, no qual “a função de pertinência é na verdade um mapeamento de cada possível valor numérico da correspondente variável linguística” (JANÉ, 2010). Para exemplificar o emprego da lógica *fuzzy*, pode-se considerar três pessoas com alturas diferentes, a pessoa A tem 1,50 de altura, a pessoa B tem 1,79 de altura e a pessoa C tem 1,80 de altura. Se for considerado que uma pessoa é alta se tiver altura igual ou superior que 1,80 e é caracterizada baixa se tiver altura inferior a 1,80. A pessoa B seria considerada como uma pessoa de estatura baixa? Sendo que a pessoa B e C possuem uma diferença de apenas 1 cm de altura e são classificadas diferentemente em relação a sua estatura.

Vale destacar que o método *fuzzy* considera o grau de participação da pessoa B não apenas em um conjunto, mas em dois conjuntos ao mesmo tempo, e cada conjunto tem um grau diferente de participação, mostra o quanto a altura da pessoa B pertence ao conjunto de pessoas com estatura baixa e estatura alta (BARROS; BASSANEZI, 2006).



Figura 1 - Demonstração ilustrativa da técnica *fuzzy*



Fonte: Elaborado pelas autoras

A pessoa B pertenceria 0,98 ao conjunto de pessoas altas e 0,02 ao conjunto de pessoas baixas, logo, ela é mais alta do que baixa, porém não é totalmente alta, nem pode ser considerada totalmente baixa. Isso é possível porque o método *fuzzy* possibilita trabalhar com os meios, como o “talvez” e não somente com os extremos, como o “sim”-“não” (BARROS; BASSANEZI, 2006).

Por ter a capacidade de captar a incerteza de algumas variáveis, a lógica *fuzzy* se torna de grande importância para medir a pobreza, no qual o método é compreendido pelos valores extremos, constituintes da lógica booleana, 1 representa o máximo (tudo) e zero o mínimo (nada). Desta forma, pode-se medir o quão uma pessoa é pobre ou o quão deixa de ser através de funções de pertinência. Quanto mais próximo de 1, maior é o grau de pobreza.

Segundo Pacheco; Del-Vecchio; Kerstenetzky (2010, p.3), “com este método é possível comparar e classificar (ordenar) os elementos de um mesmo conjunto, atribuindo graus de pobreza a estes elementos, ao invés de apenas classificar os elementos como pobres ou não”.

Outro ponto importante do uso da técnica *fuzzy* é que esta possibilita o cálculo das variáveis binárias, além das variáveis contínuas e das variáveis múltiplas. No caso das “variáveis binárias, cuja função de pertinência é um caso especial onde só pode-se ter valores $\mu(x) = \{0;1\}$, sendo assim o caso clássico” (MARIA; MAIA; BALLINI, 2012), o que se leva em conta é a posse ou não de um bem, não interessando a quantidade que se tem.



As variáveis múltiplas prezam pela quantidade de determinado bem que se tem. Segundo Maria, Maia e Ballini (2012, p. 5):

No caso de variável múltipla, se estipula um “pisso” para se fugir da pobreza extrema (valor 0) naquele item, e um “teto” para se estar acima da pobreza (valor 1). Para os valores intermediários, é feita uma ponderação, para mensurar quão distante do mínimo/máximo aquela família se coloca.

Já as variáveis qualitativas focam na qualidade em que se encontram os bens. “No caso de variável qualitativa, se definem pontuações para cada grau possível de resposta, e se define um mínimo e máximo de pontos para se estar no nível de pobreza” (MARIA; MAIA; BALLINI, 2012, p.6).

Por último, as variáveis contínuas, na qual variações infinitesimais podem resultar em diferenças consistentes de resultados. Neste caso, existe “a necessidade de se definir um valor mínimo para fugir da pobreza extrema e um mínimo para ser considerado não-pobre” (MARIA; MAIA; BALLINI, 2012, p.6).

O método *fuzzy* apresenta-se como uma alternativa, pois pode calcular um conjunto de variáveis que são mais importantes para a análise da pobreza de forma não dicotômica, mas de uma forma que demonstre a pertinência da pobreza sofrida.

Conforme Jané (2010), a estrutura lógica do sistema *fuzzy* é constituída de três operações. A primeira é a fuzzificação, que diz respeito a dados de entrada iniciais na qual, são transformados em respectivas variáveis linguísticas. Neste passo inicial “todas as informações relativas à imprecisão ou incerteza associada a estas variáveis devem ser consideradas” (JANÉ, 2010, p.9).

Após feita a transformação de valores para variáveis linguísticas, a segunda fase (inferência *fuzzy*) tem por finalidade “relacionar as possíveis variáveis entre si, através de regras pré-estabelecidas, cumprindo assim com os objetivos do algoritmo” (JANÉ, 2010, p.11). Dentro desta segunda fase, pode-se subdividir em dois tópicos no qual controlam “as relações entre variáveis linguísticas através de seus respectivos operadores lógicos” (JANÉ, 2010, p.11). Esses tópicos seriam agregação e composição, “o primeiro diz respeito à chamada parcela “Se” das regras que irão reger o processo de inferência, e o segundo, refere-se à parcela “Então” do conjunto de regras assim chamadas, “Se-Então” (JANÉ, 2010,p.11).



A terceira e última operação é a defuzzificação, na qual se obtém como resultado um valor numérico que é a tradução do valor linguístico que acontece no processo de inferência *fuzzy*, isto é, a transformação de um valor *fuzzy* em um valor numérico/real. (JANÉ, 2010)

O método *fuzzy* possui diversas aplicabilidades, como por exemplo, o controle automático de máquinas e equipamentos e entre outros. Este trabalho foca na análise sobre a pobreza multidimensional e em como caracterizá-la por meio do método *fuzzy*. Ou seja, busca-se identificar se uma determinada pessoa ou família pertence à condição de pobreza e em qual grau de pertinência e não apenas assumir que é ou não é pobre.

4 UM EXEMPLO DE USO DA METODOLOGIA FUZZY AO ESTUDO DA POBREZA MULTIDIMENSIONAL

A pobreza multidimensional pode ser estudada via pesquisa de campo em uma determinada localidade de interesse do pesquisador. Para sua realização, torna-se necessária a estruturação de um instrumento de pesquisa que permite o trabalho com a teoria dos conjuntos e lógica *fuzzy*. Formulários e questionários constituem uma ferramenta analítica apropriada para este estudo.

Um exemplo de pergunta que pode ser usada em um instrumento para se avaliar quesitos referentes à pobreza é: como a pessoa avalia as suas condições de saúde? Como resposta é possível traçar uma linha em que o ponto de partida é encontrar-se em uma condição ruim de saúde e o ponto de chegada indica uma condição ótima. Nesta linha, o respondente tem a liberdade de assinalar ou indicar em que ponto se encontra, assim a interferência na resposta é a menor possível e possibilita a transformação em método matemático através da técnica *fuzzy*.

Figura 2: Demonstração ilustrativa da linha

Ruins

Ótimas

Fonte: Elaborado pelas autoras



No formulário, para se construir um indicador *fuzzy* de pobreza, as variáveis múltiplas e qualitativas devem ser transformadas em variáveis discretas afim de evitar-se uma análise tendenciosa, além de ser composto por dimensões significativas para se avaliar as condições de pobreza, como saúde, alimentação, habitação/serviços básicos, segurança, educação, trabalho/renda e preconceito. Quanto as variáveis linguísticas, elas devem ser escolhidas de maneira a facilitar a seleção das respostas na pesquisa de campo.

As dimensões utilizadas para serem transformadas em método matemático devem ser agrupadas em conjuntos e as respostas devem se relacionar a estes por meio de graus de pertinência. A teoria dos conjuntos *fuzzy*, o pesquisador consegue superar a dicotomia existente entre um indivíduo ser 100% privado ou 100% não privada, ou seja, o método *fuzzy* permite superar a análise clássica, onde esta somente consegue dizer se um indivíduo é privado ou não, ao contrário do método *fuzzy* que consegue dizer o grau de privação que o indivíduo possui.

Um exemplo é perguntar ao entrevistado a seguinte questão: “Você estudou quantos anos?”, desta forma, o IBGE estipula um nível mínimo de estudo que uma pessoa deve possuir para não ser considerada privada, que é acima de 8 anos de estudos, ou seja, pessoas que estudaram até a 6^o série não são consideradas privadas. Porém, se faz o seguinte questionamento: Se um indivíduo estudar até a 6^o série ele já pode ser considerado um ser que saiu da situação de privação? Será que um ano de estudo a mais faz uma pessoa se tornar 100% não privada, sabendo que uma pessoa é privada se estudar até a 5^o série? São estas as questões que o método *fuzzy* procura solucionar, esta metodologia permite o pesquisador criar conjuntos de pertencimento ao invés de se construir uma linha da pobreza.

Para uma melhor visualização dos graus de pertinência de uma variável, apresenta-se na figura 2 a variável escolaridade, no qual no método *fuzzy* tem-se que um indivíduo que estudou de 0 a 7 anos é considerada privada, de 8 a 14 anos é considerada pouco privada e quem estudou mais de 15 anos é um indivíduo quase sem privação.

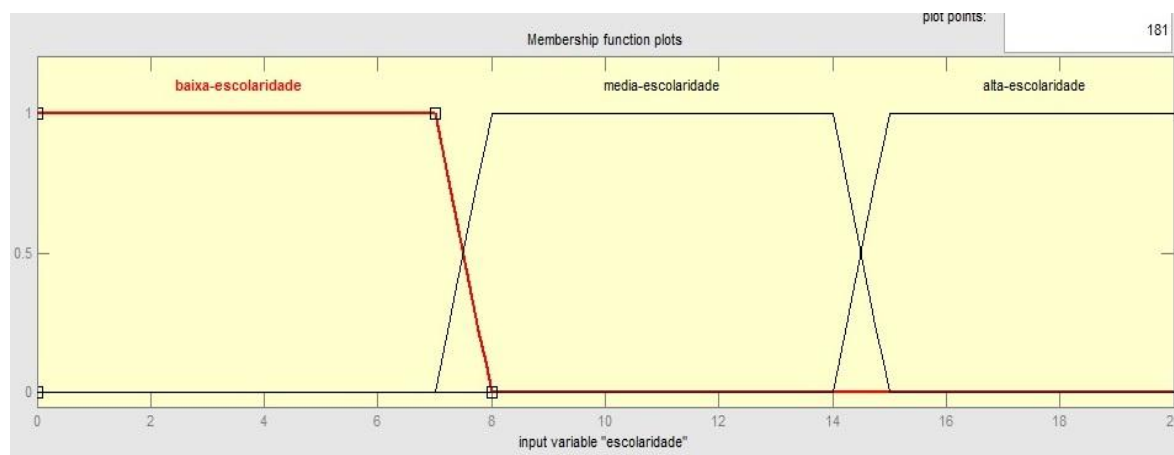
Na figura 2, os números na vertical representam o grau de pertencimento do indivíduo em determinado conjunto. E, os números na horizontal representam os anos de estudo do indivíduo. Desse modo, ao observar a figura 2, um indivíduo possui 100% de



pertencimento (totalmente privado) ao conjunto de “baixa-escolaridade” se ele possuir até 7 anos de estudo.

Porém, se observar o local onde o conjunto “baixa escolaridade” e “média escolaridade” se cruzam, pode-se concluir que o indivíduo que estudar 7 anos e meio, vai ter um grau de pertencimento ao conjunto de “baixa escolaridade” de 50% e, um grau de pertencimento também de 50% ao conjunto “média escolaridade”. Ou seja, o indivíduo que estudar 7,5 anos não vai ser totalmente privado e nem totalmente pouco privado. Desse modo, o mesmo ocorrerá nos conjuntos “média escolaridade” e “alta escolaridade”.

Figura 3 - Demonstração ilustrativa no programa Matlab para a variável educação



Fonte: Elaborado pelos autores

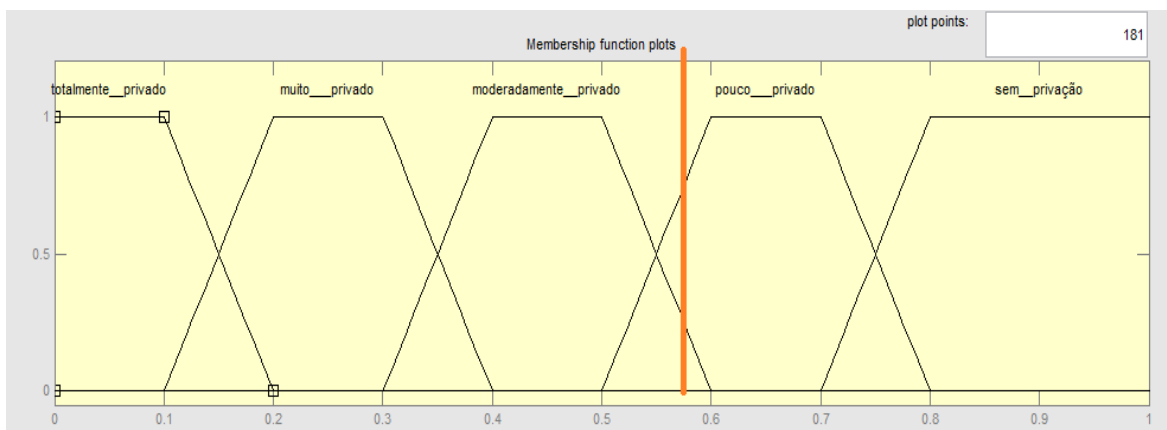
Na situação anterior, tínhamos que uma pessoa que tinha 7 anos de estudo já era desprovida de privação, porém no método *fuzzy* tem-se que um indivíduo que estudou de 0 a 7 anos é considerada privada, de 8 a 14 anos é considerada pouco privada e quem estudou mais de 15 anos é um indivíduo quase sem privação.

Logo, o método *fuzzy* é um instrumento eficaz para a análise do nível de pobreza de um indivíduo, uma vez que a pobreza multidimensional não é um fenômeno exato. Assim, a presente metodologia consegue sair da dicotomia clássica “0 e 1” e criar graus de pertencimento, ou seja, um indivíduo está pertencendo mais ao grupo das pessoas que tem pouca privação do que aquelas que são totalmente privadas. Por exemplo, se os indivíduos



de uma localidade específica possuíssem em média um grau de privação de 0,58 (ver figura 3), e que o intervalo de privação variasse de 0 a 1, o que se infere a partir disto, é que estes indivíduos possuem um grau de participação no grupo dos indivíduos moderadamente privados de 0,3 e ao mesmo tempo possuem um grau de participação de 0,7 no grupo dos indivíduos pouco privado.

Figura 4 - Demonstração ilustrativa no programa Matlab para a dimensão saúde



Fonte: Elaborado pelos autores

E é desta forma que o método *fuzzy* é eficaz para medir a pobreza multidimensional, uma vez que o método *fuzzy* permite o pesquisador criar grupos de pertencimento fazendo com que se possa auferir graus de privação, ao contrário da análise clássica que somente denota se um indivíduo é privado ou não.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pobreza possui um caráter nebuloso; não se tem a certeza absoluta de que uma pessoa é cem por cento pobre ou cem por cento não pobre. A pobreza também tem natureza multidimensional, isto é, não depende apenas da renda monetária, mas também de acessos básicos. Dessa forma, torna-se um fenômeno impreciso e faz com que surjam algumas situações ambíguas que fazem com que o pesquisador não tenha total certeza do pertencimento do indivíduo à situação de pobreza.

Devido a este caráter impreciso da pobreza é que se utiliza a técnica *fuzzy* como uma facilitadora para a quantificação de situações incertas, porque permite obter distintos



graus de pobreza, abandonando a dicotomia “sim” e/ou “não”, no qual o método se torna diferencial, pois adota um meio termo, como o “talvez”.

Verificou-se também que ao fugir dessa dicotomia do “verdadeiro ou falso”, a técnica *fuzzy* possibilita resolver questões com alto grau de incerteza sem perder informações importantes. Este método se tornou de grande utilidade para analisar questões não mensuráveis, no qual permite também a possibilidade de alcançar resultados mais eficientes e confiáveis.

Portanto, os conjuntos e a lógica *fuzzy* constituem uma ferramenta analítica apropriada para o estudo da pobreza multidimensional e propicia a possibilidade de levantamento de dados por meio de formulários de pesquisa que podem ser usados para a construção dos graus de pobreza de cada indivíduo.

REFERÊNCIAS

ALKIRE, S.; SANTOS, M. **Acute Multidimensional Poverty: A New Index for Developing Countries**. Oxford: OPHI Working Paper, n. 38, 2010.

ANAND, S.; SEN, A. **Concepts of human development and poverty: a multidimensional perspective**. New York: Poverty and Human Development, 1997.

BARROS, L. C. de; BASSANEZI, R. C. Coleção IMECC – Textos didáticos; v. 5: **Tópicos de Lógica Fuzzy E Biomatemática**. Campinas, São Paulo, 2006

BARROS, R.; CARVALHO, M.; FRANCO, S. **O Índice de Desenvolvimento Familiar (IDF)**. Brasília: Ipea, 2003. (Texto para discussão n. 986).

CODES, A. L. M. **A Trajetória do Pensamento Científico Sobre Pobreza: Em direção a uma visão complexa**. Brasília: IPEA, 2008. (Textos para discussão nº 1332)

JANÉ, D. de A. Uma Introdução ao Estudo da Lógica Fuzzy. In: **Hórus - Revista de Humanidades e Ciências Sociais Aplicadas**. 2004, n. 2, p. 1-16.

MARIA, P. F; MAIA, A.G; BALLINI, R. Indicador Fuzzy de Pobreza Multidimensional: O que diferencia as áreas urbanas e rurais no Brasil?. In: CONGRESSO DA SOBER, 50. 2012, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2012. p. 1-17.



MARIN, S. R; OTTONELLI, J. Medida multidimensional de pobreza: um exercício em Palmeira das Missões – RS. REDES:Revista do Desenvolvimento Regional, Santa Cruz do Sul, v.13, n.3, p.241 – 265. Set./Dez. 2008.

OTTONELLI, J. et al. A importância das Medidas multidimensionais de Pobreza para a Administração Pública: um Exercício em Palmeira das Missões (RS) . **Revista Administração Pública**, Rio de Janeiro, vol.45, n.3, p. 837-859. 2011. ISSN 0034-7612.

PACHECO, K; DEL-VECCHIO, R; KERSTENETZKY, C. **Pobreza Fuzzy multidimensional**: Uma análise das condições de vida na Zona Oeste do Rio de Janeiro: 1991 a 2000. XLIISBPO, Bento Gonçalves-RS, set. 2010. (Texto para Discussão nº 30).

PNUD. **Um pacto entre nações para eliminar a pobreza humana**. Relatório de Desenvolvimento Humano, 2003. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/HDR/Relatorios-Desenvolvimento-Humano-Globais.aspx?indiceAccordion=2&li=li_RDHGlobais#2003>. Acesso: 24 de fevereiro de 2015.

PNUD. **Racismo, pobreza e violência**. Relatório de Desenvolvimento Humano Brasil, 2005. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/HDR/Relatorios-Desenvolvimento-Humano-Brasil.aspx?indiceAccordion=2&li=li_RDHBrasil>. Acesso: 24 de fevereiro de 2015.

PNUD. **A Verdadeira Riqueza das Nações**: Vias para o Desenvolvimento Humano. Relatório de Desenvolvimento Humano, 2010. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/HDR/Relatorios-Desenvolvimento-Humano-Globais.aspx?indiceAccordion=2&li=li_RDHGlobais#2010>. Acesso: 23 de fevereiro de 2015.

ROLIM, C.et al. Construção de Indicadores de Pobreza: Aplicação do Índice de Pobreza Humana Municipal no Estado de Sergipe. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 37, nº 4, out-dez. 2006

SILVA, M.; BARROS, R. Pobreza Multidimensional no Brasil. In: Encontro Nacional da ANPEC, 2006. Disponível: http://www.anpec.org.br/encontro_2006.htm. Acesso: 26 de fevereiro de 2015.

ZUFFO, A. C. **Análise Multicriterial ao Planejamento de Recursos Hídricos**: Uma Metodologia Fuzzy para o Enfoque Ambiental. 2010, 53f. Tese de Livre-Docência– Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.