

Sistema Fuzzy para Avaliação de Desempenho de Programas de Governo

Olavo Gomes Pereira^[0000-0001-6348-3562] ; Carlos Tavares da Costa Junior ;
Esther Bemerguy de Albuquerque

Faculdade de Engenharia Elétrica (FEE), Universidade Federal do Pará
Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110
olavo.pereira@age.pa.gov.br; cartav@ufpa.br; emerguy@gmail.com

Abstract. Este trabalho implementa um Systema Fuzzy aplicado à avaliação de desempenho de programas governamentais de qualquer esfera de governo, delimitado na avaliação do tipo *Mid-term*, focado inicialmente no desempenho das ações orçamentárias, com o pressuposto hipotético que as ações são equivalentes no que tange a materialidade. O desenvolvimento é processado em cinco etapas: (i) análise gráfica e identificação de variáveis, a partir da análise dos conceitos de eficácia e eficiência e seus correlacionamentos com os indicadores de desempenho físico e financeiro; (ii) fuzzificação é a etapa que permite associar as variáveis identificadas na etapa anterior a conjuntos fuzzy e atributos de termos linguísticos, bem como estabelecer um grau de pertinência dos valores destas variáveis a estes atributos; (iii) Inferências fuzzy estabelece regras do tipo *if-then* que associam premissas contendo variáveis linguísticas de entrada a consequência que impacta na mudança de status da variável linguística de saída do sistema; (iv) defuzzificação –retorna uma saída crisp a partir do bloco de inferência, utilizando o método do centróide - (v) Classificação transforma o valor numérico calculado na defuzzificação em um valor categórico. Na validação do processo, utilizou-se dados extraídos de um programa que faz parte do PPA 2012-2015 de uma unidade federativa. Os resultados demonstraram alinhamento e consistências com a avaliação publicada no site do órgão de avaliação oficial.

Keywords : Sistema Fuzzy, Avaliação de Desempenho, Programas de Governo, Tomada de Decisão, Classificação.

1 INTRODUÇÃO

Os governos nacionais ou subnacionais vem adotando há duas décadas um modelo que normatiza a gestão pública à gestão por resultados, para tal vem utilizando o instrumento de planejamento de médio-curto prazo, denominado Plano Plurianual de Governo – PPA, o qual tem ciclo de quatro anos, sua vigência inicia no segundo ano do mandato de um Governo e termina no primeiro ano do mandato subsequente. Este elo entre dois Governos tenta evitar que o ciclo da Gestão Pública sofra descontinuidade e ações sejam interrompidas sem nenhum critério plausível.

O PPA na sua essência consiste de um conjunto de Programas, cada Programa deve, prioritariamente estar voltado a resolução de um problema ou aproveitamento de uma oportunidade; para tal, o programa articula um conjunto de ações que devem atacar as causas desse problema e/ou fortalecer potencialidades. Estes Programas tem em seu bojo indicadores que visam mensurar o desempenho no que concerne ao alcance dos objetivos proposto; os programas podem ser finalísticos (geram bens e serviços à sociedade) ou de Apoio às Políticas Públicas e Áreas Especiais (destinados a prestação de serviços ao Estado, à gestão de políticas e apoio administrativo, conhecidos também como Programas de Atividade Meio). A ação é o elemento operacional de um programa, a qual receberá a “programação”, será considerada orçamentária ou não orçamentária, dependendo demandar

ou não alocação de recursos financeiros para sua realização; as ações orçamentárias podem ser classificadas como: (a) **Projeto** (reúne um conjunto de etapas, com horizonte temporal bem definido, das quais resulta num produto que ampliará ou aperfeiçoará a ação governamental); (b) **Atividade** (engloba um conjunto de etapas que ocorrem de forma contínua e rotineira, das quais resulta um produto necessário à manutenção da ação de governo); e (c) **Operação Especial** (despesas que não contribuem para a manutenção, expansão ou aperfeiçoamento das ações do governo, das quais não resulta um produto, e não gera contraprestação direta sob a forma de bens ou serviços). A programação das ações é definida nas formas qualitativa, na qual recebe alguns atributos que em sua maioria não são categóricos (finalidade, descrição, produto, unidade de medida, especificação do produto, detalhamento da implementação e base legal) e quantitativa na qual receberá os atributos **meta física** (quantidade de produto a ser ofertado, por ação, num determinado período e **dados financeiros** (estimativas de custos de execução da ação, estratificada para os respectivos anos de vigência do PPA).

O PPA, genericamente, é o desdobramento das Políticas Públicas de um Governo; avaliar um PPA de certa forma rebate na avaliação de um Governo. Um longo caminho é percorrido entre o que planeja um Governo e a realização dessas “vontades”; esse pensamento é expresso nos instrumentos de planejamento: PPA, Lei de Diretrizes Orçamentárias - LDO e Lei Orçamentária Anual – LOA. A figura 1 mostra o percurso entre a elaboração dos instrumentos de planejamento e o último estágio que é a submissão ao Legislativo, que propõe ajuste e posterior aprovação da LDO e LOA; passado esta etapa inicial, no ano seguinte inicia-se a execução, denominada de Execução Orçamentária e Financeira do que foi planejado.

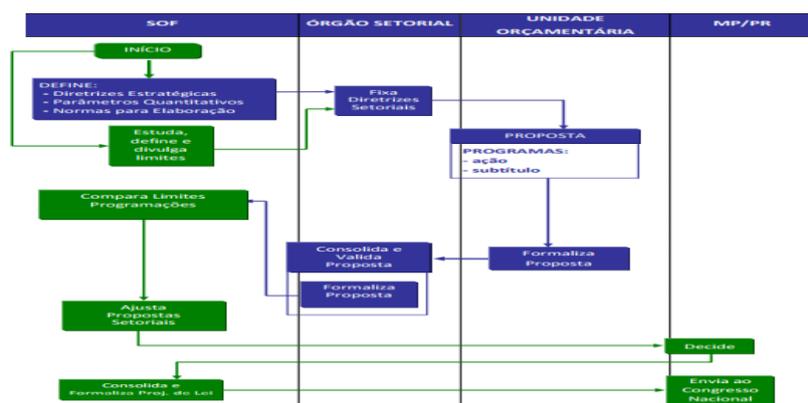


Fig. 1. - Fluxo da Elaboração PPA/LDO/LOA

Fonte: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Secretaria de Orçamento Federal. [1]

O macroprocesso Execução Orçamentária e Financeira (**EOF**), tem como principal saída a liberação de recursos financeiros para aportar à execução das ações orçamentárias do PPA, mas para tanto faz-se necessário haver disponibilidade financeira, a qual está intimamente relacionada a arrecadação e a priorização de aporte financeiro a algumas ações inseridas em áreas que tem a receita vinculada ou obrigatória. A disponibilidade financeira não é garantia da execução de uma ação, como também não é necessariamente um impedimento, há situações em que uma ação demanda o fornecimento de determinado produto ou serviço da iniciativa privada e ela não é realizada em função do esvaziamento de oferta, por não haver fornecedores no mercado ou não estarem interessados em participar da concorrência. Por si só há uma grande complexidade no macroprocesso EOF, que na totalidade de eventos possíveis, não é expressado de forma evidente, esta complexidade pode ser minimizada observando o Manual Técnico de Orçamento MTO do Governo Federal, o qual é revisado periodicamente para atender a dinâmica da Gestão Pública, não havendo diferenças conceituais para as unidades subnacionais, ressalta-se que o Federal utiliza o

sistema de transacional financeiro denominado SIAFI [1] e os Estados e Municípios utilizam, em sua grande maioria, o SIAFEM que foi derivado do primeiro.

A figura 2 ilustra uma adaptação da ferramenta **PDCA** (*Plan – Do – Control – Action*) [2] utilizada pelo Governo Federal, onde abstrai-se que o processo de avaliação é de suma importância na perspectiva da melhoria contínua da prestação de serviços a sociedade, e este não ocorrerá se não houver monitoramento[3].



Fig. 2. - Ciclo de Planejamento

Fonte: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome

Há uma literatura extensa [5] que pode explicitar uma ontologia da avaliação de Programas de Governo, aqui dar-se-á destaque a classificação circunscrita a três momentos em que a avaliação é aplicada: *Ex-ante* (antes da execução, na fase de planejamento/elaboração), *Mid-term* (durante a execução), *Ex-post* (imediatamente após a execução).

Diante da abrangência e complexidade de avaliar os Programas de Governo, o escopo deste trabalho delimitará sobre a avaliação do tipo *Mid-term*. Desta forma o esforço será empregado na avaliação de desempenho das ações, observando o comportamento das dimensões **eficiência e eficácia** [3] durante o processo de execução físico-financeira de um PPA em um determinado exercício. Entende-se como execução física a realização de um número de unidades de um produto ou serviço que foi entregue por uma determinada ação de um programa específico durante um exercício, podendo este número ser maior que a meta estabelecida; enquanto execução financeira corresponde a despesa realizada em contrapartida ao produto ou serviço entregue em um exercício, o normal é que esta não ultrapasse o valor da dotação atualizada.

2 GESTÃO DOS PROGRAMAS DE GOVERNO

O processo de gestão de um PPA é contínuo, as unidades orçamentárias para executar uma ação operam os ritos da administração pública, obedecendo os princípios da **legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência**, para tanto utilizam diversos sistemas para registro das transações contábeis, patrimoniais, recursos humanos e Gestão Governamental. Desses sistemas, em geral, tanto a União como as Unidades Federativas, utilizam um sistema financeiro (SIAFI e SIAFEM respectivamente) e um dedicado a Gestão Governamental (SIOP e diversos para as unidades subnacionais), a principal característica é que o da primeira categoria carrega alta confiabilidade e intrínseca rastreabilidade, ou seja, dificilmente o valor registrado no pagamento de uma despesa apresentará divergência dos n processos que antecederam o evento pagamento, um exemplo é que o valor licitado corresponde ao valor contratado, que por sua vez é igual a somatória das ordens bancárias efetuadas para a finalização de uma despesa, bem como todos os atributos dos eventos podem ser claramente identificados a qualquer momento.

Em geral o sistema de Gestão Governamental, seja no âmbito federal ou nas unidades subnacionais, contendo as informações iniciais do PPA, receberá via integração ou extração de dados as informações transacionais do sistema financeiro e de forma descentralizada as informações da execução física das ações por parte das Unidades Orçamentárias.

Em função de diversos fatores (falta de qualificação, ausência de padronização, imprecisão na coleta de dados, expressiva quantidade de ações, e etc...) observa-se ainda grande distorção entre o que é de fato realizado fisicamente na ponta do processo e o que é alimentado no sistema. Isto é mais frequente em ações cujo produto não será concluído em um exercício, a exemplo de obras. Lembrando que além da informação quantitativa, acrescenta-se informação qualitativa não estruturada, que intenta complementar a primeira e consubstanciar o trabalho dos avaliadores de programas.

Diante deste contexto apresenta-se o problema de avaliar ações de um programa de governo e o conseqüentemente o respectivo programa de modo objetivo, pautada em parâmetros rastreáveis.

2.1 Prospecção de Variáveis

Em resumo, a medida que a ação vem se desenvolvendo ao longo de um exercício, as informações relativas a execução físico-financeira vão sendo atualizadas no sistema de Gestão Governamental. No final de um dado exercício i ter-se-á a seguinte enupla para cada ação orçamentária k executada pela unidade orçamentária u que compõe um programa j , excluído o conjunto de informações qualitativas não-estruturadas.

{programa _{i,j} , código_programa _{i,j} , ação _{i,j,k,u} , código_ação _{i,j,k,u} , objetivo_da_ação _{i,j,k,u} , unidade_orçamentária _{u} , produto _{i,j,k,u} , dotação_inicial _{i,j,k,u} , dotação_atualizada _{i,j,k,u} , meta_programada _{i,j,k,u} , físico_realizado _{i,j,k,u} , despesa_realizada _{i,j,k,u} } (1)

Considerando que o objeto é avaliação de um programa, por meio da avaliação de suas ações, em um dado exercício i , independentemente da unidade orçamentária executora, deve-se consolidar através de uma totalização as componentes quantitativas {dotação_inicial _{i,j,k,u} , dotação_atualizada _{i,j,k,u} , meta_programada _{i,j,k,u} , físico_realizado _{i,j,k,u} , despesa_realizada _{i,j,k,u} } de todas as unidades orçamentárias que executam a mesma ação _{i,j,k} , simplificando a enupla para:

{programa _{i,j} , código_programa _{i,j} , ação _{i,j,k} , código_ação _{i,j,k} , produto _{i,j,k} , dotação_inicial _{i,j,k} , dotação_atualizada _{i,j,k} , meta_programada _{i,j,k} , físico_realizado _{i,j,k} , despesa_realizada _{i,j,k} } (2)

Para efeito da avaliação da ação _{i,j,k} realizada no final de cada exercício i , o modelo de análise pode ser sintetizado como:

{avaliação_ação _{i,j,k} } ← f({programa _{i,j} (ou código_programa _{i,j}), ação _{i,j,k} (ou código_ação _{i,j,k}), desempenho_físico _{i,j,k} , desempenho_financeiro _{i,j,k})} (3)

Onde

desempenho_físico _{i,j,k} : corresponde a razão entre o físico_realizado _{i,j,k} e a meta_programada _{i,j,k} ; (4)

desempenho_financeiro _{i,j,k} : corresponde a razão entre a despesa_realizada _{i,j,k} e a dotação_atualizada _{i,j,k} ; (5)

avaliação_ação _{i,j,k} : é uma variável linguística dependente das variáveis desempenho_físico _{i,j,k} e desempenho_financeiro _{i,j,k} . (6)

2.2 Identificação de Variáveis e Análise Gráfica

A abstração da avaliação de um programa _{i,j} partirá da plotagem, de todas as ações que compõe o programa, por meio de um gráfico de dispersão dos desempenhos físico e financeiro destas ações. Para efeito de simplificação e análise, considerar-se-á apenas as ações com desempenho físico menor ou a 1, conforme Fig. 3; adotar-se-á dados realísticos do programa identificado pelo código 3347, do exercício 2012 de uma dada unidade federativa, sendo que os pontos plotados foram gerados a partir das definições (2), (4) e (5), e as ações são identificadas por códigos (que seguem o padrão do Manual Técnico de Orçamento [1]).

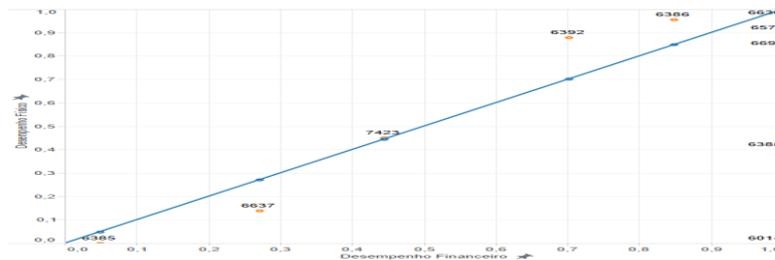


Fig. 3. - Desempenho Físico-Financeiro das Ações do Programa 3347 Exercício 2012, em relação a bissetriz

Fonte de Dados: Secretaria de Executiva de Planejamento do Estado do Pará- PPA 2012 - 2015

Na prática, a saída {avaliação_ação_{i,j,k}} por carregar alta subjetividade e depender de variáveis que carregam incompletude, em geral é processada individualmente e em seguida adota-se critérios, frequentemente subjetivos, para agregá-las e apresentar a avaliação do programa. Considerando apenas as informações apresentadas na Fig. 3, o senso comum conduz a conclusão que todas as ações localizadas na bissetriz ou acima dela podem ser avaliadas como razoáveis, boas ou até mesmo excelentes, e as demais serão consideradas insuficientes.

A aplicação da heurística acima, poderia ser considerada muito rigorosa às ações 6691 e 6571, posicionadas nas coordenadas (0.99, 0.83) e (1.00, 0.90) respectivamente, que seriam sinalizadas como insuficientes; não levando em conta que atingiram quase que a totalidade da meta e executaram praticamente todo o recurso.

Aplicando o método Mínimo Quadrado Recursivo-MQR aos dados anteriores, obtém-se a Fig. 4, que faz uma aproximação dos pontos pela reta “Desempenho Físico = 0,740444*Desempenho Financeiro”. Utilizando a função estimada como referência, observa-se que as ações 6691 e 6571 poderiam não ser consideradas insuficientes.

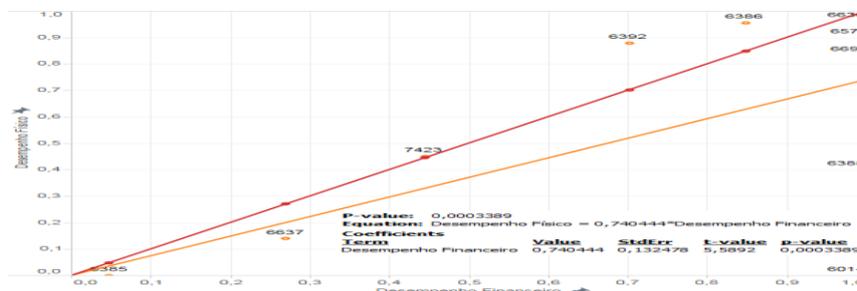


Fig. 4. Desempenho Físico-Financeiro das Ações do Programa 3347, Aplicando o Método Mínimos Quadrados Recursivos

Objetivando instituir um processo sistemático de avaliações das ações governamentais, propõe [3](p: 269-270): a adoção do conceito de **eficácia** como “*grau em que se atingem os objetivos e as metas de uma ação orientada para um alvo particular, em um determinado período de tempo, independentemente dos custos nos quais se incorra.*”, e a mensuração do grau de atendimento de eficácia, através da seguinte formulação e análise:

$$Ea = \frac{\frac{Mr}{Tr}}{\frac{Mp}{Tp}} = \frac{Mr.Tp}{Mp.Tr} \quad (7)$$

Ea = eficácia;

Mr = unidades realizadas da meta programada;

Mp = meta programada;

Tr = tempo real gasto para a realização das unidades da meta obtidas;

Tp = tempo planejado para realizar a meta total.

Se $Ea > 1$, a ação é mais do que eficaz; Se $Ea = 1$, a ação é eficaz; Se $Ea < 1$, a ação é ineficaz;

Considerando que a avaliação tratada se dá de forma periódica, anual ou ao término dos quatro anos, e que não se observou nas consultas realizadas a preocupação do registro do início e término da ação, o que proporcionaria maior precisão nos resultados obtidos, arbitrar-se-á que $Tp=Tr$. Desta forma o desempenho físico se equipararia a eficácia.

Diante disto serão analisadas todas as ações do programa 3347, o que corresponde a incluir as que tiveram desempenho físico superior a 1. Aplicando o método MQR, obtém-se o Fig. 5 que mostra uma estimativa dos pontos pela reta “Desempenho Físico = 1,45381*Desempenho Financeiro”. Utilizando o critério análogo ao anterior, tomando a estimativa atual como referência, observa-se que todas as ações da Fig. 3 seriam avaliadas de forma negativa.

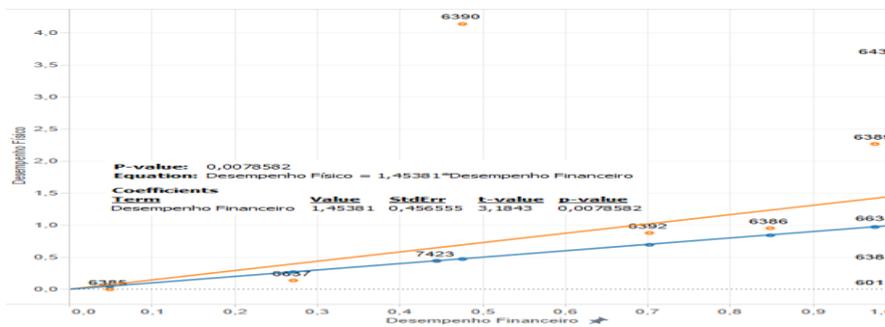


Fig. 5. Desempenho Físico-Financeiro de Todas as Ações, do Programa 3347 Aplicando o MQR

[3] (2009, p: 269-270) completa o objetivo proposto definindo **eficiência** como “ a relação existente entre os produtos resultantes da realização de uma ação governamental programada e os custos incorridos diretamente em sua execução” e adota a fórmula:

$$Ee = \frac{\frac{Mr}{Tr.Cr}}{\frac{Mp}{Tp.Cp}} = \frac{Mr.Tp.Cp}{Mp.Tr.Cr} = Ea.\frac{Cp}{Cr} \quad (8)$$

Ee = eficiência; Cr = custo real da ação; Cp = custo programado da ação.

e analogamente a eficácia:

Se $Ee > 1$, a ação é mais do que eficiente; Se $Ee = 1$, a ação é eficiente; Se $Ee < 1$, a ação é ineficiente.

Para apropriar o conceito de eficácia no modelo proposto em (3), faz-se necessário o estabelecimento das seguintes proposições: o custo real da ação (Cr), pode ser aproximado pela despesa realizada, uma vez que a forma de apropriação de custos demandaria um grande esforço e complexidade, bem como os sistemas financeiros públicos ainda não estão normatizados para tal empreitada; a outra sinaliza que o custo programado da ação (Cp) precisa sofrer uma correção, uma vez que foi programado um valor para cobrir uma meta e no processo de execução este valor não foi atingido ou foi superado. Assim pode dizer que Cp é a dotação atualizada multiplicada por um fator β , expresso pela relação Mr/Mp , este ajuste permite um alinhamento temporal a partir da perspectiva do custo unitário.

$$Cr = Despesa realizada \quad (9)$$

$$Cp = \beta . Dotação Atualizada = \frac{Mr}{Mp} . Dotação Atualizada \quad (10)$$

De (4), (5), (7), (8) e (9) tem-se que:

$$Ee = Ea.\frac{Cp}{Cr} = Ea.\frac{\frac{Mr}{Mp} Dotação Atualizada}{Despesa Realizada} = Ea.\frac{Ea.Dotação Atualizada}{Despesa Realizada} \quad (11)$$

$$Ee = \frac{Ea^2}{\text{Desempenho Financeiro}} \quad (12)$$

Como Ea corresponde ao Desempenho Físico, tem-se que:

$$Ee = \frac{\text{Desempenho Físico}^2}{\text{Desempenho Financeiro}} \quad (13)$$

$$\text{Desempenho Físico} = \sqrt{Ee \cdot \text{Desempenho Financeiro}} \quad (14)$$

Conforme a análise para a eficiência, só serão consideradas eficientes ou mais que eficientes quando Ee for maior ou igual a 1. Ou seja, todas as ações que estiverem sobre ou acima da curva Desempenho Físico = $\sqrt{\text{Desempenho Financeiro}}$ (15), expressa no Fig. 6.

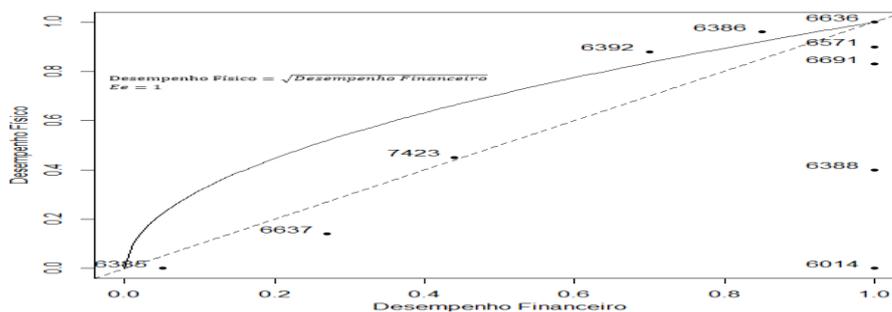


Fig. 6. Desempenho Físico-Financeiro das Ações do Programa 3347, relativa a Curva da Eficiência com Ee=1

Após esta imersão, observa-se que a avaliação_açãoi,j,k , partindo das análise em [3], ter-se-á como resultado nove situações distintas, resultantes do cruzamento da eficácia (não eficaz, eficaz, mais que eficaz) versus eficiência (não eficiente, eficiente, mais que eficiente). Pode-se dizer que toda esta complexidade poderia ser reduzida se considerarmos que a busca da excelência consistiria na movimentação das ações para um grau de eficácia maior que 0.8 e sempre que possível o aumento da eficiência se efetuaria pelo deslocamento do desempenho financeiro mais para a esquerda, a partir de (13). A Fig. 7 sinaliza esta intenção, identificando numericamente nove áreas que seguem do melhor caso para o pior:

A redução da complexidade através da descrição do fenômeno, é facilmente visualizada e aproxima o modelo (3) da lógica do especialista, entretanto não é rapidamente alcançada pelos modelos matemáticos pautados no rigor da lógica tradicional que estabelece um sim ou um não, eficiência ou ineficiência.

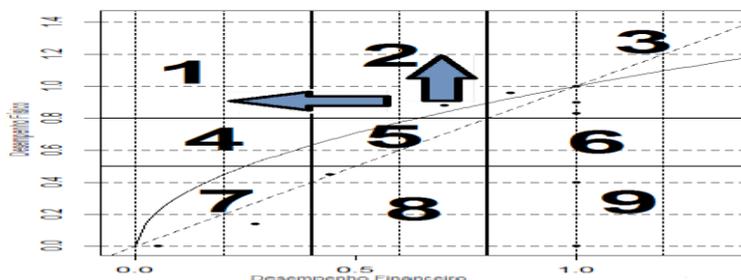


Fig. 7. Complexidade Organizada para Avaliação dos Programas de Governo

A ausência ou inexistência de informação que venha completar o modelo, pode conduzir a grandes distorções no resultado final. No presente trabalho, considera-se que as ações são equivalentes, ou apresentam a mesma agregação de valor; sendo que a realidade não é

esta, se considerarmos que há instâncias posteriores à avaliação interna, no caso as auditorias dos Sistemas de Controle Interno e Tribunais de Contas que analisam os PPA's segundo alguns critérios, destacando-se aqui o critério da materialidade. A materialidade dá enfoque a magnitude da despesa realizada, que poderia ser sintetizada pela Fig. 8.

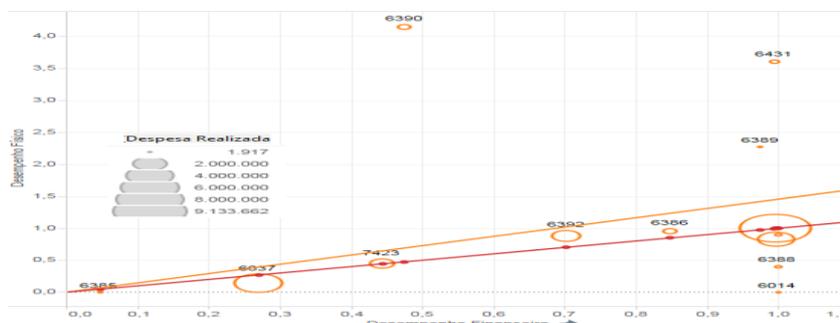


Fig. 8. Desempenho Físico-Financeiro das Ações do Programa 3347 considerando a Materialidade da Despesa Realizada

A análise dos dados desprovida do conhecimento do especialista conduz a riscos de conclusões inconsistentes e com falhas. Entretanto, é comum em diversas áreas de conhecimento a ausência, escassez ou inexistência destes recursos, de modo que modelos matemáticos tradicionais são inviabilizados por estes fatores. O avanço da área da inteligência computacional, envolvendo sistemas fuzzy e redes neurais tem propiciado a criação de sistemas que comportam bases de regras fuzzy, estruturas adaptativas e evolutivas que a partir da aquisição de dados conseguem gerar novas regras e minimizar os riscos oriundos dos fatores supracitados.

3 MODELAGEM FUZZY PARA AVALIAÇÃO DE PROGRAMAS DE GOVERNO

Chegou-se a pontos, que representam o desempenho das ações de um programa, nos quais não se podia aferir, com ampla liberdade, o grau em que determinada ação podia ter seu desempenho avaliado como regular ou insuficiente, ou o outro extremo, caracterizado pela facilidade de identificar a excelência. Para determinadas ações a análise tomava uma amplitude que tornava o resultado da avaliação nebuloso, enquanto que para outras o raciocínio aproximado era suficiente frente ao sentido restrito que a ação estava posicionada. Para processar o problema proposto, ou seja, movimentar de um estado a outro, onde inicialmente tem-se métricas que caracterizam a execução físico-financeira das ações de um programa de governo, e deseja-se no final que estas métricas reflitam uma categoria representativa e consistente, onde num percurso que segue do senso comum, passando pelo conhecimento tácito buscando uma perspectiva da construção de um conhecimento explícito, revela um alto grau de complexidade. A seção anterior, permitiu um primeiro passo no processo da modelagem fuzzy que correspondeu a identificação e escopo das variáveis; nesta seção serão descritos as etapas Fuzzificação, Inferência Fuzzy, Defuzzificação e Classificação. A implementação foi inicialmente realizada no *pacote R Project*, buscando agilidade e flexibilidade no processo de desenvolvimento, e posteriormente utilizou-se a aplicação *JuzzyOnline* [8] para efeito de reprodutibilidade e validação em tempo real.

3.1 Fuzzificação

A fuzzificação corresponde a explicitação das variáveis linguísticas, “sendo caracterizadas por uma quintupla $(x, T(x), U, G, \tilde{M})$ na qual x é o nome da variável; $T(x)$ ou apenas T

denota os termos do conjunto x , isto é, o conjunto de atributos de valor linguístico de x , com cada valor correspondendo a uma variável fuzzy especificada genericamente por X variando sobre o universo do discurso U ; G é uma regra sintática para gerar o nome, X , do valor de x ; e M é a regra semântica que permite associar cada X a seu significado, $\bar{M}(X)$, que é um subconjunto fuzzy de U .”[8]

Na Modelagem fuzzy também tratada como modelagem linguística [4] é voltada para tratar dados qualitativos ou categóricos, assim o ponto de partida é descrever as variáveis linguísticas a serem tratadas, de modo a conduzir posteriormente ao raciocínio plausível ou aproximado[8]. Tem-se as variáveis desempenho financeiro e desempenho físico como entrada e a avaliação como saída, sendo expressa seus termos linguísticos a seguir:

$T(\text{Desempenho Físico}) = \{\text{muito ineficaz, ineficaz, eficaz}\}$

$T(\text{Desempenho Financeiro}) = \{\text{ineficiente, eficiente, muito eficiente}\}$

$T(\text{Avaliação}) = \{\text{Insuficiente, Regular, Boa, Excelente}\}$

A partição do universo para as três variáveis é representada na Figura 9.

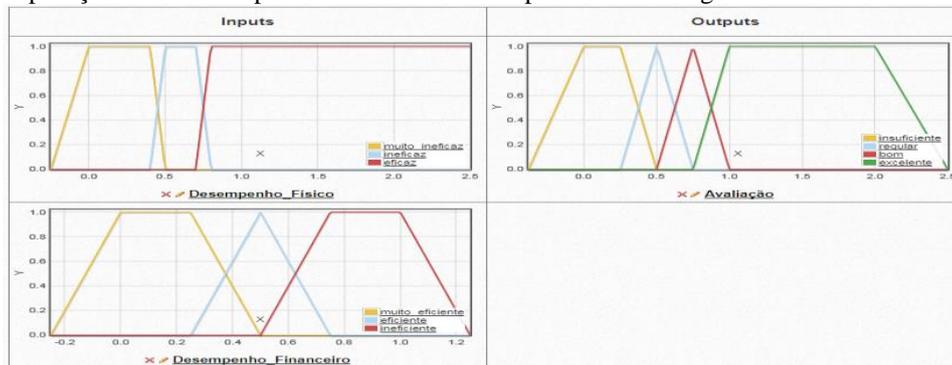


Fig. 9. Funções de Pertinência das Variáveis de Entrada e Saída

3.2 Inferência Fuzzy

Consiste no estabelecimento de um conjunto de regras do tipo IF $\langle \rangle$ THEN $\langle \rangle$. Onde lado esquerdo da regra são os antecedentes ou premissas e lado direito as consequências ou conclusões.

As regras que definem o sistema de inferência fuzzy para avaliação de programas, teve como partida a Fig. 7– Complexidade Organizada, que reduziu significativamente a complexidade do problema. Associou-se a sequência ordenada (1 a 9) das áreas que sinalizavam um comportamento semi-estruturado as seguintes instâncias para o termo fuzzy avaliação: {excelente, bom, bom, regular, regular, insuficiente, ineficiente, ineficiente, ineficiente}. Desta forma pode-se definir as sete regras abaixo:

SE desempenho_físico é eficaz E desempenho_financeiro é muito_eficiente ENTÃO avaliação é excelente;
 SE desempenho_físico é eficaz E desempenho_financeiro é eficiente ENTÃO avaliação é bom;
 SE desempenho_físico é eficaz E desempenho_financeiro é ineficiente ENTÃO avaliação é bom;
 SE desempenho_físico é ineficaz E desempenho_financeiro é muito_eficiente ENTÃO avaliação é regular;
 SE desempenho_físico é ineficaz E desempenho_financeiro é eficiente ENTÃO avaliação é regular;
 SE desempenho_físico é ineficaz E desempenho_financeiro é ineficiente ENTÃO avaliação é insuficiente;
 SE desempenho_físico é muito_ineficaz ENTÃO avaliação é insuficiente;

Aplicando estas regras para a ação com Desempenho Físico = 0.14 e Desempenho Físico = 0.27, obtém-se a representação gráfica da inferência, conforme Fig. 10, correspondendo a cortes das funções de pertinência e combinação dos conjuntos fuzzy do consequente.

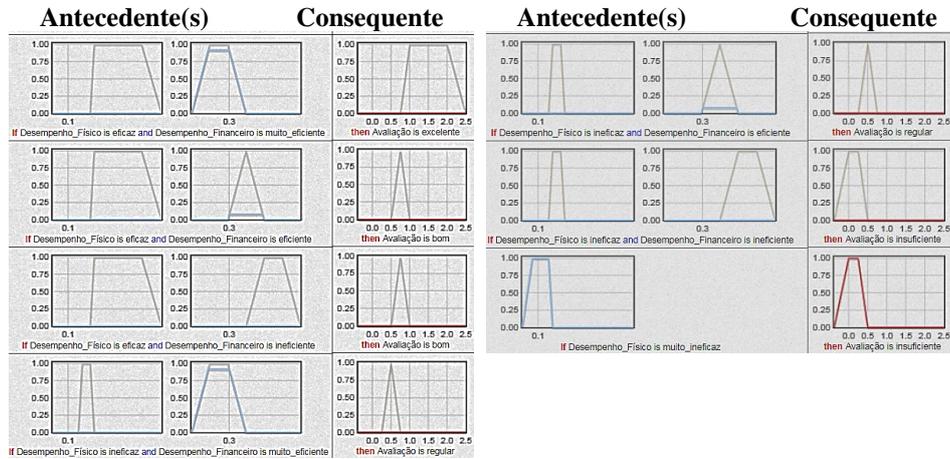


Fig. 10. Representação gráfica da inferência para o ponto (0.27,0.14)

3.3 Defuzzificação

Retorna uma saída crisp a partir do bloco de inferência, utilizando o método do centroide. Para a ação com **Desempenho Físico = 0.14** e **Desempenho Financeiro = 0.27** retorna o valor crisp **0.0865957**, conforme Fig 11.

3.4 Classificação

Transforma o valor numérico calculado na defuzzificação em um valor categórico. De forma gráfica seria equivalente a sobrepôr o valor crisp retornado da defuzzificação na Fig. 9, o qual descreve a função de pertinência da variável linguística Avaliação. Após realizar o procedimento proposto, observa-se que a ação posicionada com desempenho financeiro 0.27 e desempenho físico 0.14 é classificada como insuficiente, conforme Fig 12.

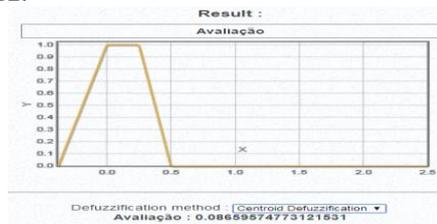


Fig. 11. Defuzzificação da inferência para o ponto (0.27,0.14)

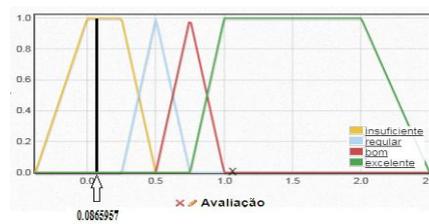


Fig. 12. Classificação da ação caracterizada pelo ponto (0.27,0.14)

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Descrição Geral do Experimento

As informações usadas neste ensaio, corresponde a uma amostra da base de dados [6] do Sistema de Avaliação de Governo do Estado do Pará – GP Pará, para o PPA 2012-2015. Ela está disponível no site da Secretaria Executiva de Planejamento – SEPLAN (www.seplan.pa.gov.br) nos relatórios de avaliação dos PPA's e/ou através do acesso aos relatórios gerenciais do GP Pará. A implementação final foi realizada através da aplicação online *JuzzyOnline* [8], que pode ser acessada através do link <https://goo.gl/SYHnt5>, permitindo assim a validação do experimento.

A base utilizada possui aproximadamente 6.500 registros da execução físico- financeira do período 2012-2015 das 115 Unidades Orçamentárias executoras, registrando o acompanhamento em média de 500 ações em 64 programas através de 20 campos. Destes campos destaca-se a importância dos campos descritos na enupla (1).

Para definição do estudo, escolheu aleatoriamente um exercício e um programa [6]. Em seguida procedeu-se com a consolidação das variáveis a serem trabalhadas, totalizando os valores dos campos detalhados em (2), e finalizou-se o processo de definição da amostra eliminando as informações que não seriam trabalhadas. Neste momento optou-se pela desidentificação nominal da ação, optando-se pelo uso do código da ação, o mesmo ocorreu para o programa. O resultado final é mostrado na Tabela 1:

Cod ProjAtiv	Despesa Realizada	Dotação Atualizada	Físico Realizado	Meta Programada	Desempenho. Financeiro	Desempenho Físico	Eficiencia
6014	1.917,00	1.917,00	-	9	1	0	0
6385	18.383,20	383.264,74	-	1	0,05	0	0
6386	321.963,81	379.361,40	171	179	0,85	0,96	1,08
6388	77.488,30	77.516,78	16	40	1	0,4	0,16
6389	28.673,60	29.411,50	150	66	0,97	2,27	5,3
6390	286.977,17	603.387,50	116	28	0,48	4,14	36,09
6392	1.438.109,37	2.048.100,00	10.325	11.75	0,7	0,88	1,1
6431	145.021,58	145.908,53	72	20	0,99	3,6	13,04
6571	75.000,00	75.000,00	45	50	1	0,9	0,81
6636	9.133.661,53	9.164.088,53	4	4	1	1	1
6637	4.130.195,24	15.260.559,44	1.050	7.550	0,27	0,14	0,07
6691	2.381.885,18	2.389.797,30	10	12	1	0,83	0,7
7423	1.038.774,14	2.335.957,37	18	40	0,44	0,45	0,46

Tabela 1. Amostra de dados para Validação

4.2 Resultados e Comentários

A utilização da teoria Fuzzy na avaliação de Programas de Governo, mostrou considerável alinhamento com o parecer apresentado nos relatórios do Órgão responsável pela avaliação do programa 3347 para o exercício 2012. A tabela 2 mostra os resultados do processo de defuzzificação e a respectiva avaliação.

Código da Ação	Defuzzificação	Análise Gráfica	Avaliação	Código da Ação	Defuzzificação	Análise Gráfica	Avaliação
6014	0,0865		Insuficiente	6431	0,7501		bom
6385	0,0865		Insuficiente	6571	0,7501		bom
6386	0,7501		bom	6636	0,7501		bom
6388	0,0865		Insuficiente	6637	0,0865		Insuficiente
6389	0,7500		bom	6691	0,7501		bom
6390	1,0686		excelente	7423	0,2005		insuficiente
6392	0,7500		bom				

Tabela 2. - Avaliação das Ações do Programa 3347

A utilização deste instrumento pelos avaliadores, traz a perspectiva de agregar na avaliação as dimensões quali-quantitativas integradas e fundamentada em uma teoria que já se consolidou em diversas áreas do conhecimento. Ainda que tenha sido mostrado a utilização da teoria Fuzzy voltada para a avaliação do tipo Mid_term, na qual cumpre a função de cobrir os aspectos internos relacionados a eficiência e eficácia, a implementação proposta indica que há viabilidade técnica para que avaliações de maior magnitude possam ser executadas com a adaptação deste instrumento. Os resultados de um exercício e as suas respectivas avaliações podem ser subsídios para refinamento e/ou ajustes das ações no exercício subsequente.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta-se como um diferencial nos processos de avaliação de programas de governo, uma vez que há um considerável embasamento teórico na literatura, mas pouco se divulga sobre metodologias que venham otimizar o processo de avaliação, seja aumentando a precisão - em contraste a nebulosidade e incerteza que são intrínsecas aos processos internos da gestão pública; ou propiciando maior agilidade e segurança nos diversos momentos da avaliação. Diferente dos processos avaliativos tradicionais, a metodologia proposta permite associar conhecimento do especialista aos dados, maximizando os resultados obtidos através da redução de incerteza. O desdobramento deste trabalho pretende ampliar a análise considerando o fato que as ações tem um valor agregado individual, podendo este estar relacionado a magnitude da despesa realizada (materialidade), a natureza da ação (projeto, atividade ou operação especial), aos contingenciamentos, a dimensão do orçamento do Órgão Executor. Com esta diretriz pretende-se investigar de forma mais aprofundada a avaliação dos Programas de Governo, reduzindo os condicionantes e pressupostos que inviabilizam um julgamento mais próximo da realidade.

Referências

1. Brasil. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Secretaria de Orçamento Federal. *Manual Técnico de Orçamento MTO*. Edição 2017. Brasília, 2016.
2. CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento pelas Diretrizes: o que todo o membro da alta administração precisa saber vencer os desafios do novo milênio. 5ª Edição. Belo Horizonte: *Fundação Christiano Ottoni*, 2013
3. GARCIA, Ronaldo Coutinho. Subsídios para organizar avaliações da ação governamental. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 23, 2009.
4. SUGENO, Michio; YASUKAWA, Takahiro. A fuzzy-logic-based approach to qualitative modeling. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, v. 1, n. 1, p. 7-31, 1993.
5. SILVA, Ricardo Toledo. Eficiência e eficácia da ação governamental: uma análise comparativa de sistemas de avaliação. Relatório técnico. Brasília, *Ipea*, 2002.
6. Pará. Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Diretoria de Planejamento Estratégico. Relatório de Avaliação do Plano Plurianual 2012-2015. Exercício 2012. 2v.:il, p. 137-139, Belém, *SEPOF*, 2013.
7. Wagner, C., M. Pierfitt and J. McCulloch, 2014. Juzzy online: An online toolkit for the design, implementation, execution and sharing of type-1 and type-2 fuzzy logic systems. *Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, Jul. 6-11, IEEE Xplore Press, Beijing, pp: 2321-2328. DOI: 10.1109/FUZZ-IEEE.2014.6891548
8. ZIMMERMANN, Hans-Jürgen. Fuzzy set theory—and its applications. *Springer Science & Business Media*, 2011