

AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE PRIORIZAÇÃO DE CONHECIMENTOS EM PROJETOS DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS EM INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTES

Selma Regina Martins Oliveira

Joaquim José Guilherme de Aragão

Luis Gustavo Pinheiro Loureiro Carneiro

Universidade de Brasília

Mestrado em Transportes

Pastor Willy Gonzáles-Taco

CEFTRU - Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes

RESUMO

O presente artigo visa contribuir para a construção do capital intelectual no campo das parcerias público-privadas (PPP). Dois instrumentos para determinar os elementos cognitivos necessários na montagem e gerência dos projetos de PPP em infra-estrutura de transporte são apresentados. O método de escalagem Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone (JCT) e as Redes Neurais Artificiais (RNA). A aplicação destes métodos tem por objetivo explicar a estrutura de preferências dos especialistas em relação a um conjunto de estímulos, à medida que se busca reduzir o grau de incerteza produzidos pela subjetividade nas decisões acerca das PPP. Os resultados alcançados mostraram-se satisfatórios, enfatizando a importância de métodos subjetivos de escalagem para tratar questões que envolvem elevado grau de subjetividade e complexidade.

ABSTRACT

The present paper aims to contribute for the construction of intellectual capital in the field of the public-private partnerships (PPP). Two instruments are presented to determine the necessary cognitive elements in the montage and management of the projects of PPP in transport infrastructure: the classification method of Law of the Categorical Judgments of Thurstone (CJT) and Artificial Neural Networks (ANN). The application of these methods has the objective of explaining the specialists' preferences structure related to a set of stimuli, as it seeks to reduce the uncertainty degree produced by subjectivity in decisions concerning the PPP. The results had revealed satisfactory, emphasizing the importance of subjective classification methods to treat questions that involve high degree of subjectivity and complexity.

1. INTRODUÇÃO

Por muito tempo o financiamento do setor de transportes encontra no Estado o principal provedor de recursos, seja pelo investimento público via orçamento, seja pelo seu financiamento por empréstimos internos e externos. Todavia, o quadro que hoje se apresenta é de discrepâncias entre a demanda por investimentos em infra-estrutura e a capacidade do Estado (isoladamente) em fazer frente a essa demanda com instrumentos financeiros fiscais e novos empréstimos (Aragão *et al.*, 2000; Aragão e Santos, 2000). O que resulta uma forte degradação do patrimônio instalado e perda de eficiência operacional dos vários sistemas, produzindo uma das mais importantes barreiras para o desenvolvimento nacional. Em vista disso, as parcerias se colocam como fontes alternativas de fomentos freqüentemente discutidas para o desenvolvimento de projetos de infra-estrutura e a provisão de serviços à sociedade, ampliando e/ou resgatando os níveis de investimentos. A montagem e a gestão de projetos de parcerias público-privadas constituem procedimentos altamente complexos, e por isso repletos de riscos. Para responder a esse conjunto de desafios, mister se faz o desenvolvimento do capital intelectual nacional para fazer face aos procedimentos altamente complexos que essa estratégia requer. Para isso, algumas ações devem ser desenvolvidas tais como a Gestão do Conhecimento, de forma a garantir um procedimento racional no aprendizado e no domínio técnico das Parcerias Público-Privadas. O debate aqui apresentado visa determinar um método, simples, econômico e robusto com vistas a incluir a redefinição contínua de objetos prioritários de conhecimento, em termos de sua importância crítica para a viabilidade de projetos,

assegurando-se desempenho competitivo no mercado global que já se desenvolve esse tipo de investimento (infra-estrutura em transportes).

Portanto, exigem domínio técnico de diversos processos tecnológicos, contratuais (jurídicos), financeiros e políticos. Assim sendo, as PPP devem ser cuidadosamente analisadas no que tange a qualidade dos projetos, os benefícios e os ganhos relativos, sob diversas abordagens. Além disso, um aspecto determinante para o sucesso dessa categoria de empreendimentos tão é a eficiência do desenvolvimento e gerenciamento dos projetos. Nesse espectro, de um lado, tem-se a utilização das modernas técnicas e métodos da Gestão do Conhecimento demonstrando-se como elementos centrais para o desenvolvimento do capital intelectual em um assunto tão complexo como o das PPP. Para promover a capacidade do Poder Público e da iniciativa privada em formular e implementar projetos de PPP, e decidirem entre as diversas opções, qual a mais adequada, demanda necessariamente o fortalecimento da inteligência estratégica de ambas a partes. A “Gestão do Conhecimento” e suas técnicas revelam-se como elementos estratégicos aumentando a capacidade institucional do Poder Público e do empresariado, em suas funções de formulação, avaliação, execução de tais projetos. A Gestão do Conhecimento atuaria como instrumento facilitador de aprimoramento, fazendo-se uso dos sistemas inteligentes, contribuindo para a melhoria da qualidade dos serviços e da agilidade decisória.

A partir dessa discussão, este trabalho se propõe a avaliar instrumentos aplicados na priorização de objetos de conhecimento na gestão de parcerias público-privadas (PPP). Assim sendo, serão utilizados dois métodos. O primeiro da escalagem da psicomетria linear, Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone (1927) e o segundo da Inteligência Artificial as Redes Neurais Artificiais (RNA). A aplicação destes métodos tem por objetivo explicar a estrutura de preferências dos especialistas em relação a um conjunto de estímulos, à medida que se busca reduzir o grau de incerteza produzidos pela subjetividade nas decisões acerca das parcerias público-privadas..

2. MÉTODO DE ESCALAGEM LEI DOS JULGAMENTOS CATEGÓRICOS DE THURSTONE (LJC)

O Modelo dos Julgamentos Categóricos proposto por Thurstone em 1927 descreve o comportamento mental para explicar a estrutura de preferências de um juiz em relação a um conjunto de estímulos $\{O_1, O_2, \dots, O_n\}$. Os estímulos podem ser entendidos como as diversas opiniões que uma pessoa tem a respeito de um comportamento ou, ainda, podem representar objetos reais que provocam no juiz um julgamento sobre algum atributo desses mesmos objetos (Souza, 1988).

Nesse espectro, Thurstone (1927) admitiu que o juiz (indivíduo) associa a cada estímulo O_i um número real μ_i , dito valor de escala de O_i , desde que satisfeita a seguinte equivalência lógica: “a preferência $O_i \succ O_j$ ocorre se e somente se os valores da escala μ_i e μ_j satisfazem a desigualdade $\mu_i \geq \mu_j$. Desta forma, em conformidade com o modelo proposto por Thurstone (1927), cada estímulo O_i será avaliado pelo seu valor de escala μ_i . Tal processo mental é chamado de “processo de discriminação modal”, em que as preferências são estabelecidas mediante comparações efetuadas com os valores de escala. Cabe destacar ainda que as preferências dos juizes são manifestadas em instantes diversos, e que os valores da escala O_i ($i = 1, 2, \dots, n$) variarão em função da própria dinâmica de seu processo mental.

No continuum psicológico, os estímulos O_i ($i=1, 2, \dots, n$) são traduzidos por valores de escalar μ_i e as categorias C_1, C_2, \dots, C_m por uma partição intervalar da reta real de forma que a categoria

C_1 seja representada no intervalo $(-\infty, C_1]$; a categoria C_2 seja representada pelo intervalo (C_1, C_2) e assim sucessivamente, até a categoria C_m , representada pelo intervalo $(C_{m-1}, +\infty)$.

Tanto do ponto de vista da psicologia comportamental (comparações entre as reações de um mesmo juiz) quanto da psicologia diferencial (comparações entre reações de juízes diferentes) os valores da escala μ_i são substituídos por variáveis aleatórias ε_i e as fronteiras C_j por variáveis aleatórias η_j , satisfazendo as seguintes condições: $E[\varepsilon_i] = \mu_i$ ($i = 1, 2, \dots, n$). Assim, tendo em vista a aleatoriedade do processo de escalagem dos estímulos, deve-se substituir a noção de preferência pela probabilidade da preferência.

Das hipóteses formuladas decorre que $\pi_{ij} = \text{Prob}[\varepsilon_i - \eta_j] = \text{Prob}\left[\frac{(\varepsilon_i - \eta_j) - (\mu_i - c_j)}{\sqrt{V(\varepsilon_i - \eta_j)}} \leq \frac{(\mu_i - c_j)}{\sqrt{V(\varepsilon_i - \eta_j)}}\right]$

isto é $\pi_{ij} = \text{Prob}\left[N(0,1) \leq \frac{(\mu_i - c_j)}{\sqrt{V(\varepsilon_i - \eta_j)}}\right]$

Sendo $\hat{\pi}_{ij}$ um estimador de π_{ij} e considerando-se o valor Z_{ij} tal que $\text{Prob}[N(0,1) \leq Z_{ij}] = \hat{\pi}_{ij}$, tem-se que

$$\frac{(\mu_i - c_j)}{\sqrt{V(\varepsilon_i - \eta_j)}} = -Z_{ij}$$

Considerando que $V[\varepsilon_i - \eta_j] = 1$, ou seja, as relações de preferência estabelecidas no continuum psicológico não se alteram por multiplicar os valores de escala por uma constante positiva ou por adicionar-se a eles uma outra constante, pode-se supor que $V(\varepsilon_i - \eta_j) = \sigma_i^2 + \tau_j^2 - 2\rho_{ij}\sigma_i\tau_j = 1$ ($i \neq j$).

Isto ocorre, por exemplo, quando as dispersões discriminantes são idênticas para todos os estímulos e as correlações entre os valores de escala são nulas, ou quando os processos de discriminação modal dos estímulos têm as mesmas variâncias, sendo constante ainda a correlação entre os diversos pares de processos de discriminação modal. Deste modo, $C_j - \mu_i = Z_{ij}$.

Em síntese, entende-se que o Método dos Julgamentos Categóricos é uma modelagem de comportamento mental que tem por objetivo explicar a estrutura de preferências dos especialistas em relação a um conjunto de estímulos. Esse procedimento parte de um conjunto constituído por m classes, exaustivas e mutuamente exclusivas, em que devem ser necessariamente postos os n estímulos O_1, O_2, O_n . Na escala de estímulos adotada, C_1 contém os estímulos menos intensos do que aqueles pertencentes a C_2 no que diz respeito à característica C ; C_2 contém estímulos menos intenso do que os pertencentes a C_3 em relação à mesma característica C e assim sucessivamente (Souza, 1988). Conforme discorre o modelo, avalia-se cada estímulo pelo seu valor de escala, sendo este processo mental chamado de “processamento de discriminação modal”, e explicitam-se as preferências mediante as comparações efetuadas com os valores de escala. Este mecanismo é mental inconsciente e conhecido unicamente através de suas manifestações perceptíveis e que são representadas pelas escolhas reveladas empiricamente através das frequências relativas das preferências. Uma questão relevante é a natureza psicofísica do método. As manifestações de preferências ocorrem em instantes diversos, e dessa forma, os valores da escala variarão em função da própria

dinâmica de seu processo mental. Assim, tendo em vista a aleatoriedade do processo de escalagem dos estímulos, deve-se substituir a noção de preferência, pela probabilidade da preferência.

Nesse trabalho, a opção do Método Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone pode se justificar como uma ferramenta estratégica a ser testada para priorizar elementos cognitivos em projetos de PPP. Esse método considera o comportamento mental para explicar a estrutura das preferências dos decisores dos projetos de parcerias público-privadas em relação aos objetos de conhecimentos. Além disso, cabe destacar ainda a relevância que tal método se apresenta quando envolve elevado grau de subjetividade e complexidade, como é o caso da gestão de projetos de parcerias público-privadas.

3. REDES NEURAIS

As redes neurais artificiais (RNA) tentam simular o comportamento do cérebro humano, através de um número de neurônios interconectados. Um neurônio executa somas ponderadas pelas ativações dos neurônios representando relações não-lineares. As RNA têm a capacidade de reconhecer e classificar padrões por meio de processos de aprendizagem e treinamento. Vem sendo utilizadas em estudos de transportes, e as experiências indicam que as redes neurais proporcionam performances superiores aos modelos estatísticos convencionais, pois podem tratar mais adequadamente as variações no comportamento dos dados (Dougherty, 1995; Rodrigue, 1997; Shmueli, Salomon e Shefer, 1998; Faghri e Hua, 1992). Assim, uma RNA pode ser treinada para gerar conhecimento baseado nos atributos dos dados de entrada, ou também conhecidas como variáveis explicativas.

Uma RNA está constituída de unidades interconectadas de processamento simples denominados neurônios, onde para cada conexão ou *link* é atribuído um *peso* numérico (*sináptico*). Cada neurônio recebe um sinal de entrada com a “*informação*” total procedente de outros neurônios ou estímulos externos, sendo processados localmente junto a uma função de ativação ou de transferência produzindo um sinal transformado de saída para outros nós ou saídas externas (Russel e Norvig, 1996; Haykin, 1999). Cada neurônio individual implementa sua função e efetua um cálculo local, não sendo necessário um controle global.

Cada neurônio j possui vários sinais de entradas x_i desde $i = 1$ até n , que podem ser saídas provenientes de outros neurônios conectados a ele. Cada conexão tem associado um peso sináptico w_{ij} . O neurônio recebe os sinais das conexões de entrada e calcula o novo nível de ativação correspondente que envia através das conexões de saída.

No sentido amplo, a RNA é funcionalmente equivalente a um modelo estatístico de regressão não linear, embora o processamento e a relação funcional entre as variáveis sejam totalmente diferentes da modelagem estatística. Em um problema explanatório ou causal as entradas para a RNA são um conjunto de variáveis independentes (x_n) ou variáveis de previsão, e as variáveis de saída são as dependentes (y_m). Definidos um vetor de entrada de variáveis independentes $\vec{X} = [x_0, x_1, x_2, \dots, x_n]$ e um vetor de saída de variáveis dependentes $\vec{Y} = [y_0, y_1, y_2, \dots, y_m]$, a relação funcional ou mapeamento estimado pela RNA é $\vec{Y} = \psi(\vec{X}, \vec{W})$ da entrada da primeira camada para a saída da última camada, parametrizado pelo vetor de pesos *sinápticos* \vec{W} .

Como observado, a rede neural resulta da interconexão de vários neurônios básicos em várias configurações. A configuração mais conhecida é a rede “*feedforward*” multicamada, referida

também como *Multi-Layer Perceptron* (MLP), cuja estrutura consiste em camadas de neurônios na qual a saída de um neurônio de uma camada alimenta todos os neurônios da camada seguinte.

Sendo que a base conceitual das RNA está na simulação do comportamento dos neurônios humanos, representando os estímulos das variáveis modeladas, acredita-se que seja possível avaliar as respostas dos decisores de projetos em PPP. É de se esperar que as preferências dos especialistas em relação a um conjunto de objetos de conhecimento, serão representadas pela RNA por meio da probabilidade expressa na resposta das saídas geradas (Gonzales-Taco, 2003).

4. PASSOS METODOLÓGICOS PARA PRIORIZAR CONHECIMENTOS EM PPP

4.1 Aspectos gerais

O propósito desta seção é apresentar duas técnicas para avaliar objetos de conhecimentos, conforme as suas prioridades para viabilizar projetos de parcerias público-privadas, com vistas a otimizar as decisões acerca de tais projetos. Assim, a primeira delas, é o método de escalagem dos Julgamentos Categóricos de Thurstone (1927). A segunda, é um método da Inteligência Artificial, as Redes Neurais Artificiais. Essas técnicas vêm dotar os gestores de projetos de concessões / PPP de investimentos em infra-estrutura, de instrumentos para ponderação e aquisição de conhecimentos, permitindo-lhes: (a) monitorar o ambiente político, econômico e social, os aspectos da regulamentação, jurídicos e de riscos que impactam direta e indiretamente a organização; (b) decisões mais acertadas quanto à negociação contratual, sobretudo os direitos e as obrigações entre os parceiros; (c) escolha dos melhores parceiros; (d) melhor montagem e gerência do projeto; (e) definição acertada quanto à política de competição; (f) definição de critérios tarifários e estrutura de custos; (g) definição acertada quanto aos investimentos em projetos de infra-estruturas de transportes rodoviários; (h) melhor gestão da engenharia financeira; (i) definição dos resultados a alcançar; e (j) gestão da repartição de riscos.

A determinação dos objetos de conhecimentos inicia-se a partir da determinação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) em PPP. Em que tais elementos já foram identificados e avaliados, conforme Oliveira (2003), os quais apresentaram a seguinte classificação: em primeiro lugar, o *Fator Político*; em segundo, o *fator Econômico e Financeiro*; em terceiro, o *Fator Jurídico*; em quarto, o *Fator Técnico* e em quinto, o *Fator Mercadológico*.

Após a determinação dos FCS, procedeu-se à determinação das áreas de informação. O resultado permitiu definir quatro grupos, os quais vêm representar as áreas de informação (Oliveira, 2004), nesta ordem: em *primeiro lugar*, a Área Governamental Políticas Públicas; em *segundo lugar*, a Área Econômica e Financeira; em *terceiro lugar*, Área de Informação Técnica; em *quarto lugar*, a Área Mercadológica. Os objetivos das áreas de informação definem especificamente o que deve ser atingido pelas referidas áreas para satisfazer um ou mais objetivos dos projetos (negócio), contribuindo para o melhoramento do desempenho do projeto em termos de qualidade, produtividade e rentabilidade.

Com o propósito de saber sobre que área os decisores dos projetos devem fazer uma “forte gestão”, procedemos a priorização das necessidades de informação. Os resultados apresentados pelos métodos “*Compromise Programming*”, “*Electre*” e “*Promethee II*” apontaram a “*Área Econômica Financeira*” com melhor para assegurar os FCS. A coleta, análise e processamento das informações devem reforçar sobremaneira o conjunto de atividades que conformam esta

área, sobretudo no que tange as informações referentes às ações de (Oliveira, 2004): (a) *Engenharia Financeira*; (b) *Métodos Quantitativos*; (c) *Mercado Financeiro*; (d) *Economia*; etc.

A determinação dos objetos de conhecimentos foi sistematizada em três etapas que são descritas a seguir: Etapa 1: *definição do conceito de conhecimento*; Etapa 2: *identificação e captura do conhecimento*; Etapa 3: *avaliação do conhecimento*. A seguir é apresentado um maior detalhamento da forma como tal procedimento está estruturado.

Na primeira etapa, Oliveira (2004) definiu o conceito de conhecimento como sendo as “bases teóricas e conceitos” e as “informações de contexto”. Por informações de contexto entendem-se as informações analisadas e avaliadas a partir das áreas de informação levantadas na fase anterior. Essas informações foram identificadas e mapeadas em conformidade com as ações ali articuladas, para viabilizar projetos de PPP. Tais informações são elementares para o sucesso de tais projetos. As “bases teóricas e conceitos” são as habilidades conceituais, que envolvem a visão da organização ou da unidade organizacional como um todo, a facilidade em trabalhar com idéias e conceitos, teorias e abstrações. As habilidades conceituais estão relacionadas com o pensamento, o raciocínio, o diagnóstico das situações e a formulação de alternativas de solução dos problemas. Representam as capacidades cognitivas mais sofisticadas do gestor e que lhe permite planejar o futuro, interpretar a missão, desenvolver a visão e perceber oportunidades onde ninguém vê. Definido o conceito para este estudo, na sequência aborda-se a forma como esse conhecimento será identificado e capturado.

Após a definição do conceito de conhecimento, Oliveira (2004) procedeu à consecução da segunda etapa, identificação e captura do conhecimento. Lembramos, que os objetos de conhecimentos (informações de contexto e bases teóricas e conceitos) contemplados referem-se as quatro categorias de conhecimento: “Governamental Políticas Públicas”; “Econômica e Financeira”; “Técnica e Mercadológica”. Apresentamos os resultados da categoria Econômica e Financeira a título de demonstração. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Bases teóricas e conceitos e informações de contexto

<i>Bases teóricas e conceitos</i>	<i>Informações de contexto</i>
Engenharia (ENGE)	Engenharia Financeira (ENFIN)
Tecnologia da Informação (TINFO)	Estrutura tarifária (ESTRTAR)
Matemática, Estatística e Métodos Quantitativos (MESM)	Políticas tarifárias (POLTARI)
Gestão de Riscos (GRIS)	Estrutura de custos (ESTC)
Mercados e Avaliação Financeira (MAVF)	Gestão de riscos (GRI)
Teoria Econômica (TEEC)	Tecnologia da informação (TI)
Contabilidade Comercial e Pública (CCPUB)	Empréstimos e garantias de terceiro (EMPGART)
Custos Ambientais (CAMB)	Evolução da demanda (EVDEM)
Métodos de Avaliação de Projetos (MAVP)	
Teoria da Produção (TPRO)	
Engenharia Financeira e <i>Project Finance</i> (EFPF)	
Modelagem e Negociação (MOONE)	
Finanças Públicas (FPPPP)	
Administração Financeira (ADMI)	
Teoria dos Custos de Transação (TCTR)	

4.2 Priorização dos conhecimentos pelo método de Thurstone

Após identificados e capturados tais objetos de conhecimento, Oliveira (2004) desenvolveu, na última etapa, a avaliação dos objetos de Conhecimento, por meio do método Lei dos Julgamentos Categóricos. Nesse momento tais objetos foram escalonados (priorizados). A título de demonstração da aplicação da proposta de metodologia, abordam-se tão-somente os resultados dos objetos de conhecimentos (bases teóricas) somente da “Categoria Econômica e Financeira”. A consecução do método partiu dos resultados da pesquisa com os especialistas da área de transporte, estes manifestaram suas preferências por pares de estímulos (no caso, os objetos de conhecimento, e estes, submetidos as categorias ordinais $C_1=5^{\circ}$ lugar, $C_2=3^{\circ}$ lugar e $C_3=4^{\circ}$ lugar). De um modo geral, a avaliação dos objetos de conhecimentos (método LJC) aconteceu em três etapas:

Na primeira etapa, determinou-se as frequências por pares de estímulos, em que O_i equivale aos objetos de conhecimentos e O_j aos especialistas. Os dados foram extraídos a partir das preferências dos especialistas em relação aos objetos de conhecimentos, atribuindo pesos aos elementos a esses elementos cognitivos. Em seguida, determinou-se as preferências dos especialistas em relação aos estímulos (conhecimentos). Os resultados foram obtidos por meio das frequências das categorias ordinais a partir dos resultados da etapa anterior.

Por fim, calculou-se a matriz das frequências relativas acumuladas (Tabela 2). Os resultados aqui obtidos refletem as probabilidades de intensidade de preferências dos especialistas em relação aos estímulos (bases teóricas e conceitos). Lembramos que C_1 contém os estímulos menos intensos, do que C_2 . E que, no *continuum* psicológico, os estímulos são traduzidos por valores de escala μ e as categorias (C_1, C_2, C_3, \dots), por uma partição intervalar da reta real, de tal sorte que C_1 seja representada pelo intervalo $(-\infty, C_1)$ e C_2 representa o intervalo $(m-1, +\infty)$. O resultado das preferências é, então, apresentado em ordem crescente de importância.

Tabela 2: Classificação das bases teóricas e conceitos – Método Lei dos Julgamentos Categóricos

<i>Bases teóricas e conceitos</i>	<i>Classificação</i>
Engenharia (ENGE)	15°
Tecnologia da Informação (TINFO)	12°
Matemática, Estatística e Métodos Quantitativos (MESM)	2°
Gestão de Riscos (GRIS)	7°
Mercados e Avaliação Financeira (MAVF)	3°
Teoria Econômica (TEEC)	5° / 6°
Contabilidade Comercial e Pública (CCPUB)	9°
Custos Ambientais (CAMB)	14°
Métodos de Avaliação de Projetos (MAVP)	10°
Teoria da Produção (TPRO)	13°
Engenharia Financeira e <i>Project Finance</i> (EFPF)	1°
Modelagem e Negociação (MOON)	5° / 6°
Finanças Públicas (FPPPP)	8°
Administração Financeira (ADMI)	4°
Teoria dos Custos de Transação (TCTR)	11°

O conhecimento mais relevante (Tabela 2), ocupando o primeiro lugar (1) na preferência dos especialistas é Engenharia Financeira e *Project Finance*. É importante enfatizar o conhecimento sobre questões que assegurem a atratividade do investimento e a tranquilidade da vida do projeto, tendo sempre em mente o desempenho econômico, os fatores subjacentes a mitigação e

mensuração de riscos, a manutenção do equilíbrio financeiro e acessibilidade ao mercado financeiro e garantias de compromissos, etc.

Em segundo lugar (2) aparece Matemática, Estatística, Modelagem e Métodos Quantitativos. Na concepção dos especialistas é relevante conhecer teóricas e conceitos acerca de questões, de métodos e modelos de simulação e projeção de cenários, probabilidades, modelos de decisão, quando da montagem e gestão de projetos PPP. Tais elementos vêm contribuir na construção das simulações e projeções de cenários, com vistas a minimizar os custos e os riscos que impactam os projetos.

Na visão dos especialistas, conhecer teorias e conceitos sobre mercados e avaliação financeira vêm em terceiro lugar (3). Concretamente torna-se necessário priorizar conhecer aspectos acerca das flutuações do mercado, inflação, câmbio, investidores, os indicadores econômicos e financeiros, juros, as técnicas e métodos de avaliar o mercado. Conhecer sobre tais questões contribui fortemente para melhorar a qualidade das decisões, tornando-as menos arriscadas e os projetos mais atrativos.

O resultado das preferências dos decisores em relação às bases teóricas e conceitos da Categoria Econômica e Financeira foi confirmado por Oliveira (2004) por meio da representação dos objetos de conhecimentos (bases teóricas) nos mapas cognitivos, ilustrados nas Figura 1 e Figura 2.

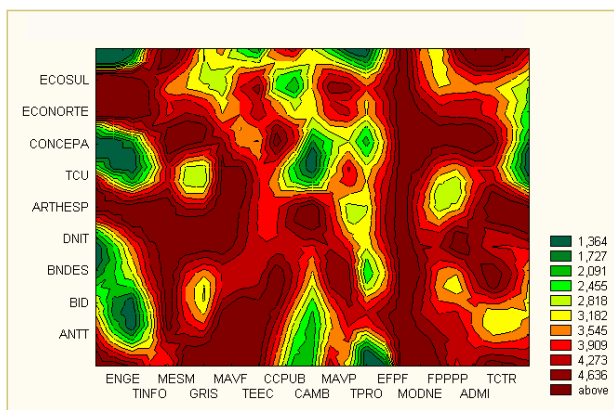


Figura 1: Bases teóricas e conceitos conforme as preferências dos decisores - Área Econômica e Financeira

Na visão dos especialistas, as teorias e conceitos de: “Engenharia Financeira e *Project Finance*” (EFPF); “Matemática, Estatística, Métodos Quantitativos” (MESM) e “Mercado e Avaliação Financeira” apresentam-se fortemente relevantes (MAVF). Tal situação pode ser verificada nas áreas mais homogêneas da Figura 1, sendo equânime na visão de todos os especialistas. Indubitavelmente a Engenharia Financeira merece destaque. É uma das fases mais sensível do projeto e requer procedimentos adequados, á medida que se visa garantir o desempenho econômico do projeto, o equilíbrio financeiro e uma equilibrada política de endividamento. O desenrolar de uma Engenharia Financeira atravessa todas as etapas da parceria, dos estudos aprofundados das demonstrações financeiras, a questão dos riscos, até a montagem final da Engenharia Financeira. É notável ainda a presença de conhecimento sobre as

técnicas de Matemática e Estatística como apoio ao desenvolvimento de projetos. Esses objetos de conhecimentos assumem ponderações elevadas (acima de 4,636) conforme mostra a Figura 1. Do outro lado, há também as “técnicas de projetos” (TPRO) que apresentam intensidade menor na preferência (inferior a 3,545).

Na sequência, a Figura 2 apresenta a segregação da intensidade das preferências no que tange as *bases teóricas e conceitos* da Categoria Econômica e Financeira.

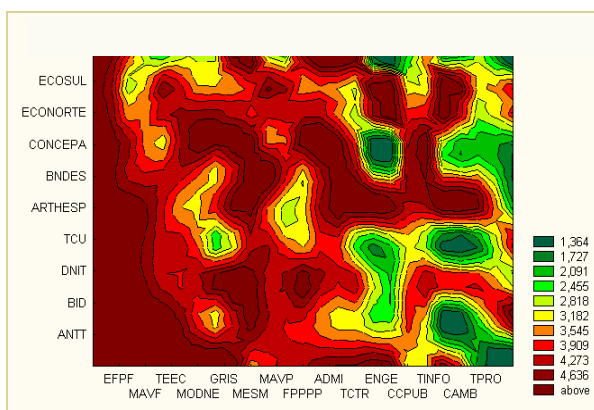


Figura 2: Bases teóricas e conceitos conforme a segregação da intensidade nas preferências dos decisores - Área Econômica e Financeira

Observa-se que há na visão dos especialistas uma intensidade uniforme nas preferências no que tange à “*Engenharia Financeira e Project Finance*”, *Métodos de avaliação financeira e Métodos Quantitativos e Estatística*. Isto pode ser confirmado na Figura 2. Esse fato vem demonstrar a necessidade de enfatizar conhecer sobre as teorias e conceitos acerca desses objetos de conhecimentos, visto a expressiva relevância que eles apresentam nas decisões dos projetos de PPP. Na medida em que o projeto de parceria há de satisfazer perspectivas de atores tão diferentes como o Poder Público, os investidores e os terceiros afetados, sua elaboração tem de contemplar critérios por vezes conflituosos.

Para tornarmos atrativos os projetos de PPP, devemos buscar otimizar o desempenho econômico do projeto, garantir o equilíbrio financeiro, contemplar uma política de endividamento entre outras. Para tanto, a premissa elementar é uma tentativa de mensurar os riscos advindos de diversas origens e cenários: político, econômico, social. Pelo *Project Finance*, é possível que se elimine total ou parcialmente um dos grandes desafios enfrentados pelos gestores, o risco, à medida em que tal instrumento gera um compartilhamento de riscos. Complementando a questão, a gestão de risco se coloca como outro objeto bastante relevante. Tal questão visa um melhor gerenciamento buscando a repartição ótima dos riscos entre os parceiros públicos e privados. Do outro extremo, quando analisamos os objetos de conhecimentos referentes aos custos ambientais dos transportes e teoria da produção e sua aplicação aos transportes, percebe-se que há, de maneira uniforme, na visão tanto do Poder Concedente, como da iniciativa privada, menor importância em suas preferências.

4.3 Priorização dos conhecimentos pelo método da Inteligência Artificial – Redes Neurais Artificiais (RNA)

O treinamento da rede é fase mais importante para o sucesso das aplicações em redes neurais. A topologia da rede pode ser melhor determinada de forma subjetiva, a partir de um princípio que consiste em adotar o menor número de camadas intermediárias e neurônios possível, sem comprometer a precisão. Na presente aplicação, a camada dos dados de entrada possui 15 neurônios correspondente as 15 variáveis referente aos objetos de conhecimento. A camada intermediária possui 7 neurônios, e a camada de saída possui um neurônio correspondente ao valor da escalagem determinada pela RNA. Os pesos entre as camadas de entrada e intermediária, e entre a intermediária e de saída são determinadas automaticamente pelo processo de aprendizagem supervisionada baseado no algoritmo *Backpropagation* aplicando o software *EasyNN*.

O processo de treinamento foi finalizado quando os pesos entre as conexões permitiram minimizar o erro de aprendizado. Para tal foi necessário identificar qual a configuração que apresentaria o melhor resultado variando as taxas de aprendizagem e momento. Após diversas configurações terem sido testadas, a rede de que apresentou melhor resultado com taxa de aprendizagem igual a 0,30 e momento igual a 0,80 (indicada pela RNA 1 na Figura 3). Os dados foram divididos em dois grupos, onde a cada estágio um terço dos dados são utilizados para treinamento da rede e o restante é aplicado para verificação dos resultados.

Após várias topologias de rede, e de parâmetros obteve-se as redes que melhores resultados apresentaram. A Tabela 3 mostra os exemplos dos objetos de conhecimento e da classificação obtida pelo treinamento. A rede foi treinada para obtenção de dois grupos de resultados para comparação da melhor escalagem determinada pelas redes. No primeiro teste adotou-se o somatório do julgamento dos agentes, entretanto somente no segundo teste obteve-se o melhor escala, próxima da representada pelo método dos julgamentos categóricos. Com isso, a última etapa da modelagem em RNA consistiu em testar os dados de entrada de forma sequencial ou aleatória, processo este que apresentou resultados mais satisfatórios.

Tabela 3: Classificação dos Objetos de Conhecimentos (bases teóricas e conceitos) pelos métodos das Redes Neurais Artificiais (RNA)

<i>Bases teóricas e conceitos</i>	<i>Classificação</i>
Engenharia (ENGE)	13°
Tecnologia da Informação (TINFO)	10°
Matemática, Estatística e Métodos Quantitativos (MESM)	1°
Gestão de Riscos (GRIS)	6°
Mercados e Avaliação Financeira (MAVF)	8°
Teoria Econômica (TEEC)	4°
Contabilidade Comercial e Pública (CCPUB)	5°
Custos Ambientais (CAMB)	15°
Métodos de Avaliação de Projetos (MAVP)	9°
Teoria da Produção (TPRO)	14°
Engenharia Financeira e <i>Project Finance</i> (EFPF)	3°
Modelagem e Negociação (MOONE)	12°
Finanças Públicas (FPPPP)	7°
Administração Financeira (ADMI)	2°
Teoria dos Custos de Transação (TCTR)	11°

Os resultados mostrados na Tabela 1, apresentam-se mais homogêneos para as três primeiras classificações de objetos de conhecimentos (bases teóricas e conceitos): (3)(1) Engenharia Financeira e *Project Finance* (EFPF); (1)(2) Matemática, Estatística e Métodos Quantitativos (MESM) e (2)(3) Administração Financeira (ADMI). Já para os demais objetos de conhecimento como: Teoria dos Custos de Transação (TCTR); Finanças Públicas (FPPPP); Teoria da Produção (TPRO); Custos Ambientais (CAMB); Métodos de Avaliação de Projetos (MAP); e Gestão de Riscos (GRIS), os resultados são fortemente heterogêneos.

Quanto às topologias de redes utilizadas, na Figura 3, mostram-se os resultados obtidos de várias configurações da RNA e da LJC. Pode ser observado que a rede RNA 1, é a que melhor se aproximou da classificação obtida pela LJC. Além disso, embora outras topologias não tenham sido as melhores, entretanto se aproximaram em alguns objetos de conhecimento da LJC.

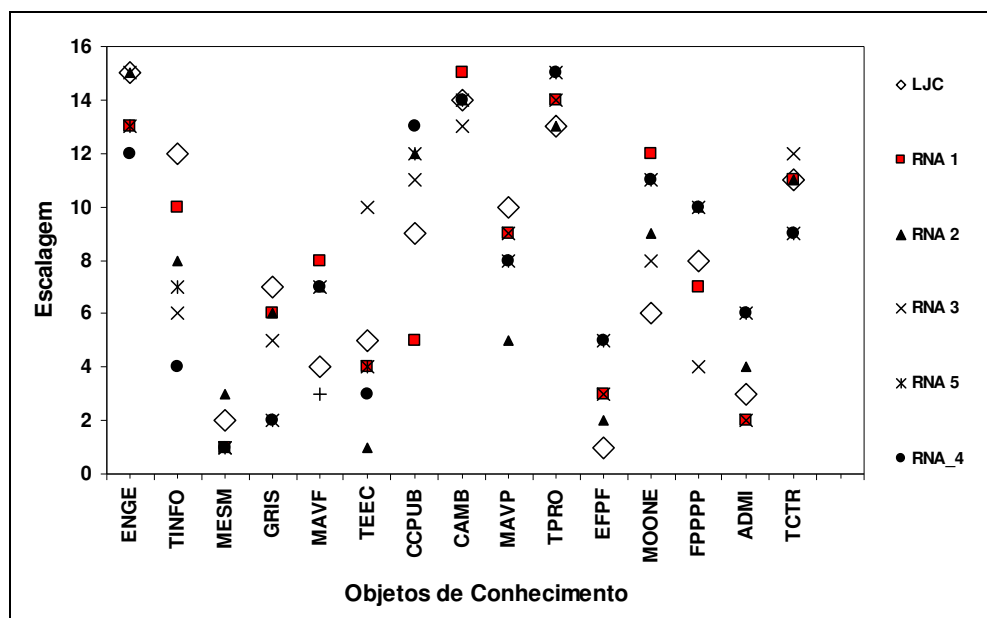


Figura 3: Comparação de escalação entre o método LJC e da RNA

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando tornar as decisões menos arriscadas nos projetos de parcerias público-privadas (PPP), procuramos trabalhar com duas frentes de metodologias potencialmente fortes, na tentativa de buscar um método robusto, econômico e simples no que tange as prioridades de conhecimentos necessárias para viabilizar um projeto de PPP: as Redes Neurais Artificiais e o método da Psicometria Lei dos Julgamentos Categóricos de Thurstone.

Tais ferramentas aqui propostas têm em vista priorizar objetos de conhecimentos para os projetos de PPP. Tanto as Redes Neurais Artificiais (RNA) como a Lei dos Julgamentos Categóricos (LJC), restringiram-se tão-somente às decisões dos especialistas em projetos que se inserem em um contexto de elevada subjetividade e complexidade, necessitando de outros elementos (variáveis) que considerem o aprendizado de novos conhecimentos. No entanto, é

interessante ressaltar que o método LJC por considerar variáveis que envolvem elevado grau de subjetivismo e complexidade e por considerar probabilidades na intensidade de preferências, dado um contexto decisório, considera o aprendizado de novos conhecimentos. Assim sendo, para essa tipologia de aplicação, é o mais indicado.

A abordagem neste estudo buscou tornar o espectro de decisão mais inteligente, disponibilizando conhecimentos sobre o desenvolvimento e gerência dos projetos, contribuindo para a construção do capital intelectual no campo das PPP. Além disso, esperamos a partir dos métodos aqui desenvolvidos orientar de forma mais pragmática e eficiente as diretrizes para as decisões de longo prazo, garantindo a competitividade nacional no que tange a essa categoria de projetos.

REFERÊNCIAS

- Aragão, J.J.G.; Ouriques, L.M.; Brasileiro, A. F. D. (2000). Financiamento comunitário de uma rede básica de transportes no Mercosul: considerações preliminares. Panorama Nacional da Pesquisa da Pesquisa em Transportes. ANPET Rio de Janeiro.
- Aragão, J.J.G.; Santos, E. (2000). Financiamento infra-estrutura de transporte urbano: em busca de novas trilhas. Transporte em tempos de reforma. Editora LGE Brasília-DF
- Bukowitz, W. R.; Williams, R. L. (2002). Manual de Gestão do Conhecimento. Bookman, São Paulo.
- Dougherty, M. (1995). A review of neural networks applied to transport. *Transpn. Res. C*, vol. 3, nº 4, p. 247-260.
- Faghri, A.; Hua, J. (1992). Evaluation of artificial neural networks applications in transportation engineering. *Transport Research Record*, 1358, p. 71-80.
- Gonzales-Taco, P. W. (2003). Redes neurais artificiais aplicadas na modelagem individual de padrões de viagens encadeadas a pé. São Carlos. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Haykin, S. (1999). *Neural networks: a comprehensive foundation*. Prentice-Hall, Inc. United States of America.
- Kahaner, L (1997) Competitive Intelligence: from black ops to boardrooms – how business gather, analyze, and information to succeed in the global marketplace. Ed. Simon & Shuster. New York, USA.
- Leidecker, J. K. e Bruno, A.V. (1984) Identifying and using critical success factors. Long Range Planning.
- Oliveira, S. R. e Aragão, J.J.G. (2003). Fatores críticos de sucesso e a necessidade de informação em projetos de parcerias público-privadas em infra-estrutura de transporte: proposta de um sistema inteligente. XVII ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte. Novembro – 10 a 14 / 2003. Volume 2. Rio de Janeiro / RJ.
- Oliveira (2004), S. R. M. (2004). Proposta Metodológica para a Gestão do Conhecimento de apoio à decisão de investimentos em infra-estrutura de transporte: uma aplicação ao caso das concessões rodoviárias no Brasil. Dissertação de Mestrado em Transportes / Engenharia Civil da Universidade de Brasília.
- Rodrigue, J. P. (1997). Parallel modeling and neural networks: na overview for transportation/land use systems. *Transp. Res. C*, vol. 5, nº 5, p. 259-271.
- Russel, S. e Norvig, P. (1996). Inteligencia artificial: un enfoque moderno. Prentice Hall Hispanoamericana S. A. México.
- Shmueli, D.; Salomon, I; Shefer, D. (1998). Neural network analysis of travel behaviour. In: Neural Networks in Transport Applications. Himanem, V.; Nijkamp, P.; Reggiani, A. & Raitio, J. Eds. Ashgate Publishing Ltd.
- Souza, J. (1988). Métodos de Escalagem Psicossocial. Vol. V, Brasília: Thesaurus.
- Thurstone, L. L (1927). A law of comparative judgment. *Psychological Review*. England.

Selma Regina Martins Oliveira – selmaregina@unb.br 61 307 2857

Joaquim José Guilherme de Aragão – aragao@unb.br 613072857

Pastor Willy Gonzales-Taco - pastor@ceftru.br 61 307 2057

Luiz Gustavo Pinheiro Loureiro Carneiro – luisg@unb.br 61 307 2057