

## APLICATIVO WEB PAYOFF MATRIX: UMA FERRAMENTA DE ENSINO-APRENDIZAGEM PARA OS MÉTODOS DE TOMADA DE DECISÃO SOB RISCO

André Andrade Longaray<sup>1</sup>  
Carlos Francisco Simões Gomes<sup>2</sup>  
Angélica Rodrigues de Lima<sup>3</sup>  
Marcos dos Santos<sup>4</sup>

**Resumo:** Atualmente, as demandas das organizações têm crescido de tamanho e de complexidade. Assim, o tomador de decisão precisa dispor de um amplo ferramental que lhe permita analisar a questão problemática sob múltiplas perspectivas, lançando mão de ferramentas qualitativas e quantitativas. Dentro deste escopo, este trabalho tem o propósito de apresentar uma ferramenta web de fácil utilização para o cálculo dos métodos de decisão sob risco. O usuário deve tão somente preencher os dados da matriz de decisão, com seus critérios, estados da natureza e probabilidades. Inseridos esses dados, o sistema calcula o resultado do método de Bayes e sua respectiva árvore de decisão. Esse sistema tem o potencial de trazer um significativo retorno para a sociedade, haja vista que pode ser utilizado tanto no âmbito acadêmico como ferramenta de ensino-aprendizagem, quanto no âmbito corporativo, permitindo que os tomadores de decisão possam avaliar múltiplos cenários de maneira simples e tempestiva.

**Palavras-chave:** Decisão sob risco. Aplicativo Computacional. Matriz de Payoff.

---

<sup>1</sup> Doutor em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Rio Grande (FURG), andrelongaray@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense (UFF), cfsg1@bol.com.br.

<sup>3</sup> Bacharel em Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil (SENAI CETIQT), angelicadelima.engprod@gmail.com.

<sup>4</sup> Mestre em Engenharia de Produção, Instituto Militar de Engenharia (IME), marcosdossantos\_doutorado\_uff@yahoo.com.br.

# 1 Introdução

Para Almeida (2013), a tomada de decisão nas organizações é sempre uma forte razão de apreensão de seus gerentes e executivos. Talvez por este motivo, a tomada de decisão seja considerada a atividade mais relevante de qualquer executivo. Ademais, o desempenho desses atores no processo decisório impacta diretamente na competitividade da organização e conseqüentemente na sua existência futura.

Segundo Turban (2005), uma decisão refere-se a uma escolha feita entre duas ou mais alternativas. As decisões são tomadas continuamente tanto por indivíduos quanto por grupos. As decisões geralmente são fundamentadas em duas vertentes: em situações de certeza e em situações de incerteza. As condições de certeza são aquelas em que se pode exercer o controle sobre as variáveis que influenciam na decisão, geralmente situações ligadas ao ambiente interno das organizações. Já as condições de incerteza, por sua vez, configuram-se pela ausência de controle sobre as variáveis, na maioria dos casos são situações associadas ao ambiente externo das organizações. As decisões tomadas sob condições de incerteza têm sido amplamente pesquisadas por autores como Hammond, Keeney e Raiffa (2004).

Para Simon (1997), o homem economista trabalha com o cenário de um mundo perfeito, onde as opções para a tomada de decisão são claras e previsíveis. Shimizu (2010) completa que esse “homem economista”, minimiza a relevância de variáveis menos importantes, para tomar suas decisões considerando apenas aquilo que lhe parece relevante para dado caso, ou seja, este trabalha com um modelo simplificado da realidade, criando um cenário “satisfatório” para a tomada de decisão, eliminando ou minimizando variáveis julgadas irrelevantes.

A tecnologia de informação (TI) e as aplicações por elas geradas proporcionam vantagens competitivas no mercado e auxiliam na geração de um dos diferenciais competitivos mais importantes existentes atualmente para as organizações - a informação (Belloquim, 1999; Barbosa, 2003; Hammond et al., 2004). Os Sistemas de Informação (SI) assumem papéis cada vez mais importantes nas organizações. Atualmente, os SI são representados por conjuntos integrados homem-máquina que fornecem informação para apoio à

operação, administração e tomada de decisão, através de hardware, software, procedimentos, modelos de decisão e bancos de dados (Bidgoli, 1989). Entre os vários tipos de sistemas de informação utilizados pelas organizações, encontram-se os Sistemas de Apoio à Decisão que são sistemas utilizados no processo decisório que proporcionam ao decisor acesso fácil ao banco de dados e ao banco modelos, apoiando à tomada de decisão semiestruturada ou não estruturada (Sprague & Watson, 1989).

Santos, Ramos, Reis, e Walker (2017) afirmam que um engenheiro é, antes de mais nada, um “resolvedor de problemas”. Ele tem a capacidade de compreender as condições de contorno de uma situação problemática e, a partir daí, propor soluções que agreguem valor não só para a organização da qual faz parte, mas também para a sociedade como um todo. Santos (2013) diz que, de acordo com o tipo e com a complexidade do problema estudado, serão escolhidos os melhores modelos que aderem àquela realidade.

Poucas empresas têm uma cultura de realizar análises quantitativas, que dispõe dos dados necessários para julgar propostas claramente, elidindo riscos. Percebem-se situações em que dados primordiais não estão disponíveis ou não estão dispostos de maneira prática, fazendo com que os usuários não tenham clareza para utilização destes recursos (Casarotto & Kopittke, 2010). Desta forma, é necessário que as informações possam ser transformadas em conhecimento em prol da organização. Além disso, alguns dados são qualitativos e tornam-se mais difíceis de serem parametrizados, pois podem gerar diferentes interpretações (Zopounidis; Pardalos, 2010). Muitas empresas ainda não utilizam métodos formais para o apoio a tomada de decisão por considerá-los demasiadamente complexos. Assim, limitam-se a análises superficiais sobre os problemas de decisão.

A partir do assunto em tela confeccionou-se um mapa mental, a fim de facilitar a visualização das condições de contorno do problema, o aparato experimental é apresentado na Fig. 1.



Figura 1: Mapa Mental.  
Fonte: Autores (2018).

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Pesquisa Operacional

Durante a II Guerra Mundial, devido aos esforços de guerra, existia uma necessidade urgente de alocar recursos escassos s várias operações militares e às atividades dentro de cada operação de uma maneira efetiva. Várias seções de Pesquisa Operacional foram estabelecidas nas forças armadas britânicas (Moreira, 2013).

Por meio do uso de técnicas como a modelagem matemática para analisar situações complexas, a Pesquisa Operacional dá aos executivos o poder de tomar decisões mais efetivas e de construir sistemas mais produtivos, baseados em dados mais completos, considera-se todas as alternativas possíveis, previsões cuidadosas de resultados e estimativas de risco e nas mais modernas ferramentas e técnicas de decisão (Moreira, 2013).

### 2.2 Processo de Tomada de Decisão e Teoria da Decisão

O processo de formular alternativas de decisão e escolher a melhor delas é quase sempre caótico e complexo. Caótico porque os indivíduos e as organizações não possuem visão clara e completa dos objetivos e dos meios que definem o problema de decisão. Complexo porque a incerteza, a falta de estruturação e o problema podem inviabilizar a aplicação sistemática da maior parte das metodologias de decisão, as quais frequentemente utilizam julgamentos subjetivos (Shimizu, 2010).

Dependendo do tipo do problema e do nível de estruturação da decisão, os modelos e métodos de decisão devem ser alterados, na medida em que existe incompatibilidade entre os objetivos almejados e os resultados obtidos. Por exemplo, um problema local pode tornar-se global, um problema de objetivo único pode tornar-se um problema de objetivos múltiplos, um problema com incerteza que usa probabilidade clássica só poderia ser explicado por meio de novas regras da teoria difusa (Shimizu, 2010).

Para Moreira (2013), a Teoria da Decisão é um conjunto de técnicas quantitativas que tem por objetivo ajudar o tomador de decisão tanto a sistematizar o problema de decisão como a solucioná-lo. Não há solução de um problema sem um critério, logo, a Teoria da Decisão baseia-se em critérios preestabelecidos, havendo sempre espaço para novos critérios e novas contribuições. Há, entretanto, um corpo de conhecimentos reconhecidos como básicos.

Quando se consideram problemas de decisão, há sempre uma estrutura comum a todos eles: apresentam estratégias alternativas, estados da natureza e resultados (Moreira, 2013).

A seguir é detalhado cada um dos elementos.

- Estratégias alternativas: são as possíveis soluções para o problema, os cursos de ação alternativos que se pode seguir. Se não conseguir listar as alternativas, nem mesmo haverá um problema de decisão;
- Estados da natureza: são todos os acontecimentos futuros que poderão influir sobre as alternativas de decisão que o tomador de decisão possui. Cada alternativa de decisão, sob cada estado da natureza, conduzirá a um certo resultado;
- Resultados: chama-se de resultado a consequência de se escolher uma dada alternativa da decisão, quando ocorre certo estado da natureza. A cada combinação alternativa de decisão/estado da natureza, tem-se um resultado possível.

## **2.3 Classificação dos Problemas de Decisão**

De acordo com Moreira (2013), tradicionalmente, os problemas de decisão são classificados com o maior ou menor conhecimento que temos acerca dos estados da natureza. Pode-se ocorrer em três casos:

- a) Decisão tomada sob certeza (DTSC): sabe-se exatamente qual é o estado da natureza que vai ocorrer ou, de alguma forma, se conhece com certeza todos os dados do problema. Pode ocorrer, ainda que se possa admitir como constantes ou muito pouco variáveis todos os dados numéricos do problema;
- b) Decisão tomada sob risco (DTSR): não se sabe exatamente qual estado da natureza irá ocorrer, mas pode-se associar a cada um dos estados uma probabilidade de ocorrência. Essa probabilidade pode ser atribuída tanto de forma objetiva como de forma subjetiva;
- c) Decisão tomada sob incerteza (DTSI): tem-se o caso em que nem se sabe exatamente qual estado da natureza irá ocorrer e, pior ainda, nem mesmo se consegue associar quaisquer probabilidades de ocorrências aos estados da natureza.

## **2.4 Decisão Tomada sob Risco**

Nos problemas de DSTR, consegue-se, de uma forma ou de outra, conhecer as probabilidades dos futuros estados da natureza. A solução de um problema de DTSR depende do conceito de Valor Esperado da Alternativa ou, simplesmente, VEA (Moreira, 2013).

Considere-se uma matriz de decisão genérica com  $p$  alternativas, sujeitas a  $k$  estados da natureza. Por hipótese, conhecem-se as probabilidades de ocorrência de cada um dos estados da natureza. Define-se Valor Esperado da Alternativa para qualquer uma das alternativas como a soma dos produtos resultados da alternativa pelas probabilidades de ocorrência de tais estados da natureza. Em outras palavras, o valor esperado para uma alternativa é a média ponderada dos resultados da alternativa tomando as probabilidades dos estados da natureza como pesos da ponderação (Moreira, 2013).

Para escolher uma das alternativas, ou seja, para dar solução ao problema, deve-se seguir estes procedimentos:

1. Calcula-se, para cada alternativa, o Valor Esperado da Alternativa (VEA);
2. Escolhe-se o melhor dos valores calculados.

### 2.4.1 Teoria da Decisão sob a ótica de Bayes

O melhor estimador, de acordo com o risco, é aquele que o minimiza. Na teoria bayesiana tem-se uma informação a priori sobre o parâmetro desconhecido que é contemplado pela distribuição  $\pi \equiv \pi(\theta)$ . Assim, define-se o Risco de Bayes como sendo a perda média do risco frequentista, a priori, com relação à  $\theta$  (Casella & Berger, 2002), de acordo com a Eq. (1).

$$r(\pi, \delta) = \int_{\Theta} R(\theta, \delta) \pi(\theta) d\theta \quad (1)$$

Denomina-se por estimador de Bayes o estimador bayesiano que minimiza  $R_B(\pi, \delta)$ , de acordo com a Eq. (2).

$$R_B(\pi, \delta) = \int_{\Theta} l(\theta, \delta) \pi(\theta | \mathcal{X}) d\theta = E_{\theta | \mathcal{X}}[l(\theta, \delta)] \quad (2)$$

### 2.4.2 Critério da Máxima Verossimilhança (MAXVER)

De acordo com a Eq. (3), dizemos que  $\theta$  é um estimador de máxima verossimilhança para o parâmetro  $\theta$  sob a amostra  $y = (y_1, \dots, y_n)$  se,

$$\hat{\theta} = \arg \max_{\theta \in \Theta} L(\theta; y), \quad (3)$$

onde  $L$  é a verossimilhança dos dados  $y$ . Para dados provenientes de variáveis aleatórias, tem-se que, de acordo com a Eq. (4):

$$L(\theta; \mathcal{Y}) = \prod_{1 \leq i \leq n} f(\theta; y_i), \quad (4)$$

onde  $f(\theta; y_i) = f_y(y_i; \theta)$  e  $f_y(y_i; \theta)$  é a densidade da variável aleatória indexada pelo parâmetro  $\theta$ . Em outras palavras, a verossimilhança é a função de densidade de probabilidade, só que com o argumento  $y$  fixo (visto que foi observado), e variando o parâmetro. Desta forma, a verossimilhança não é um

produto de densidades. Um estimador de máxima verossimilhança maximiza a verossimilhança conjunta, isto é, é um valor do parâmetro que faz com que a amostra observada seja a mais verossímil. Na maioria das aplicações, não interessa o valor que a função de verossimilhança adota; só interessa os argumentos que a maximizam (Frey & Neto, 2005).

## 2.5 Árvore de Decisão

A árvore de decisão é uma representação esquemática, bastante útil para apresentar o processo de decisão com múltiplas variáveis, múltiplos objetivos e múltiplas etapas de decisão. Cada alternativa de decisão forma um ramo da árvore, que contém os cenários possíveis, as probabilidades, as variáveis, os objetivos e o ganho final.

A árvore de decisão pode efetuar a estruturação de qualquer problema de decisão de maneira bastante clara, pois identifica as alternativas, as variáveis e os cenários possíveis. Entretanto, sua visualização torna-se cada vez mais difícil, quando o tamanho e a complexidade do problema aumentam, mesmo usando o recurso de um *software* de computador. Todavia, esse tipo de restrição ocorre com qualquer outro tipo de representação do problema de decisão (Shimizu, 2010).

## 3 Desenvolvimento do *Software Payoff Matrix*

O aplicativo computacional *Payoff Matrix* foi desenvolvido por meio de uma parceria do Instituto Militar de Engenharia (IME) com o Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV). O sistema foi implementado em PHP, JavaScript, HTML5 e CSS3 com técnica de programação AJAX.

Realizou-se em primeira instância um estudo sobre os métodos de apoio à tomada de decisão. A partir disso observou-se a necessidade de se desenvolver uma plataforma computacional para apoiar decisões em cenários de incerteza, visto que, atualmente não há tal ferramenta disponível através de uma interface web.

Os cálculos foram realizados utilizando-se algoritmos computacionais na linguagem PHP que recebe como parâmetro as alternativas e os estados da

natureza com suas respectivas pontuações através da entrada de dados, e o resultado apresentado em HTML5. O aparato experimental é apresentado na Fig. 2, que se refere ao funcionamento do sistema via AJAX.

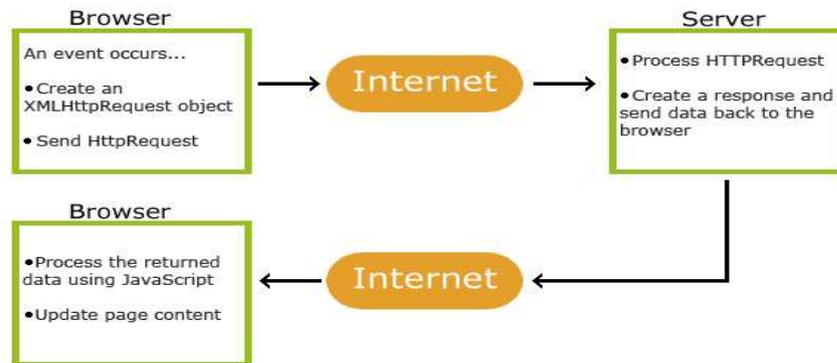


Figura 2: Funcionamento do sistema via AJAX.  
Fonte: W3School (2018).

O sistema AJAX funciona de acordo com as seguintes etapas:

1. Um evento ocorre nos sistemas web (dados são inseridos);
2. Um objeto XMLHttpRequest é criado pelo JavaScript;
3. O objeto XMLHttpRequest envia uma solicitação para um servidor da web;
4. O servidor processa a solicitação;
5. O servidor envia uma resposta de volta para a página da web;
6. A resposta é lida por JavaScript;
7. A ação apropriada (respostas) é executada pelo JavaScript.

O aplicativo *Payoff Matrix* pode ser acessado pelo endereço eletrônico [www.payoffmatrix.com.br](http://www.payoffmatrix.com.br), por meio de qualquer sistema operacional com navegador como Internet Explorer, Mozilla, Chrome, Safari e outros. A página apresenta uma matriz inicial com duas linhas (alternativas (i)) e uma coluna (estado da natureza (j)), o aparato experimental é apresentado na Fig. 3.

## Payoff Matrix - Tomada de Decisão sob Risco

#  Estado da natureza

Alternativa 1

Alternativa 2

p=0

Gerar

Figura 3: Tela inicial do *Software Payoff Matrix*.  
Fonte: Autores (2018).

## 4 Payoff Matrix – Exemplo de Aplicação

A partir das melhores estimativas disponíveis das probabilidades dos respectivos estados da natureza, deseja-se calcular o valor esperado do prêmio para cada uma das possíveis alternativas de decisão – dados apresentados na Tab. 1. (Hillier & Lieberman, 2013). A melhor alternativa será aquela que apresentar o maior valor esperado.

Tabela 1: Aplicação do critério da probabilidade máxima.

Alternativa	Estado de Natureza	
	Petróleo	Seco
1. Perfurar para procurar petróleo	700	-100
2. Vender terreno	90	90
Probabilidade prévia	0,25	0,75

Fonte: Adaptado de Hillier e Lieberman (2013).

Para utilizar o sistema web *Payoff Matrix*, seguir os seguintes passos:  
Passo 1: Para inserir as alternativas clica-se no botão “Adicionar Alternativa”. como pode ser visto na Fig. 4. Com isso, uma nova linha alternativa (i) aparecerá abaixo da última alternativa.



Figura 4: Criação e Remoção das alternativas.  
Fonte: Autores (2018).

Caso o usuário queira nomear as alternativas, basta clicar no ícone “editar” localizado ao lado da alternativa pretendida, como mostra a Fig. 5.



Figura 5: Edição do nome da alternativa.  
Fonte: Autores (2018).

Uma caixa para edição será aberta para ser digitado o nome que o usuário deseja atribuir para a alternativa em questão, e posteriormente clica-se no botão “salvar”, como ilustrado na Fig. 6.



Figura 6: Edição de alternativa.  
Fonte: Autores (2018).

Passo 2: Para inserir os Estados da Natureza clica-se no botão “Adicionar Estado da Natureza”, de acordo com a Fig. 7. Assim, uma nova coluna “estado da natureza” aparecerá ao lado da última. Para o usuário nomear os estados da natureza basta seguir os mesmos passos descritos na edição de alternativas, como mostrado anteriormente na Fig. 6.



Figura 7: Criação e Remoção dos Estados da Natureza. Fonte: Autores (2018).

Passo 3: Realizados os passos 1 e 2, deve-se então inserir os dados das alternativas e critérios preenchendo-se os campos da matriz. Deve-se também preencher os campos das probabilidades, atentando para o fato de que cada probabilidade deve estar compreendida no intervalo  $[0, 1]$  e o somatório das probabilidades deve ser igual a 1 ( $p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = 1$ ). Caso essas condições não sejam atendidas, o sistema apresenta uma mensagem de erro.

De acordo com a Fig. 8, tem-se a matriz preenchida com os dados da Tab. 1 usada como exemplo de aplicação.

**Payoff Matrix - Tomada de Decisão sob Risco**

#  Petróleo  Seco

p= 0.25  p= 0.75

Perfurar para procurar petróleo

Vender o terreno

Figura 8: Matriz preenchida com valores do exemplo.  
Fonte: Autores (2018).

Passo 4: Para gerar os resultados o usuário deve clicar no botão “Gerar”. O aplicativo irá gerar abaixo da matriz inicial duas outras matrizes, uma com a solução para o Método da Máxima Verossimilhança (Figura 9) e outra com a solução para o Método da Regra de Bayes (Figura 10).

A seguir, apresentam-se as matrizes geradas para cada método e são discutidos os seus resultados.

#### Método da Máxima Verossimilhança

#	Petróleo	Seco
Perfurar para procurar petróleo	700	-100
Vender o terreno	90	90

Figura 9: Resultado do Método da Máxima Verossimilhança.  
Fonte: Autores (2018).

Ao aplicar o critério da Máxima Verossimilhança ao exemplo, percebe-se que o estado “Seco” tem a maior probabilidade prévia ( $p = 0,75$ ). Na coluna “Seco”, a alternativa de venda tem o prêmio máximo, de modo que a escolha seja vender o terreno.

O atrativo desse critério é que o estado da natureza mais importante é aquele mais provável, de modo que a alternativa escolhida seja a melhor para esse estado da natureza. Basear a decisão sob a hipótese de que esse estado

da natureza ocorrerá tende a fornecer uma chance melhor de resultado favorável do que supor qualquer outro estado de natureza. Além disso, o critério não depende de estimativas questionáveis subjetivas das probabilidades dos respectivos estados de natureza. Contudo, tem o intuito de identificar o estado de natureza que provavelmente acontecerá (HILLIER e LIEBERMAN, 2013). A Fig. 10 apresenta o resultado obtido com o Método da Regra de Bayes.

Método da Regra de Bayes

#	Petróleo	Seco	Resultado
Perfurar para procurar petróleo	700	-100	100
Vender o terreno	90	90	90

Figura 10: Resultado do Método de Bayes.  
Fonte: Autores (2018).

No caso do exemplo de aplicação para o Método da Regra de Bayes, os cálculos desenvolvem-se da seguinte forma:

$$E [\text{Prêmio (perfuração)}] = 0,25(700) + 0,75(-100) = 100$$

$$E [\text{Prêmio (venda)}] = 0,25(90) + 0,75(90) = 90$$

Levando em conta que 100 é superior a 90, a alternativa escolhida é a de perfurar para procurar petróleo. A grande vantagem da regra de decisão de Bayes é que ela incorpora todas as informações disponíveis, inclusive todos os prêmios e as melhores estimativas disponíveis das probabilidades dos respectivos estados de natureza (HILLIER e LIEBERMAN, 2013).

Além da matriz com a solução do problema de acordo com o Método da Máxima Verossimilhança e com o Método da Regra de Bayes, o aplicativo *Payoff Matrix* também gera a árvore de decisão do problema, com os valores esperados para cada alternativa e seus respectivos estados da natureza, como pode ser visto na Fig. 11.

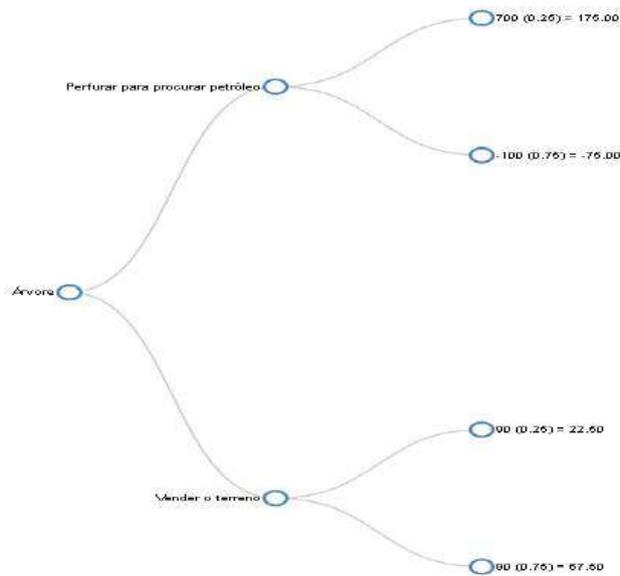


Figura 11: Árvore de Decisão do Aplicativo *Payoff Matrix*.  
Fonte: Autores (2018).

## 5 Considerações Finais

O sistema web *Payoff Matrix* mostrou-se uma ferramenta simples, de fácil acesso, intuitiva e sem custos para o usuário, atingindo assim o objetivo do presente trabalho. Tem-se como expectativa o uso da ferramenta aqui apresentada, podendo ser utilizada tanto em âmbito acadêmico, quanto no meio corporativo.

Dando continuidade a essa pesquisa, pretende-se desenvolver um aplicativo para os sistemas operacionais Android e IOS, com o intuito de proporcionar maior mobilidade ao aplicativo *Payoff Matrix* e popularizar cada vez mais os modelos de apoio à tomada de decisão dentro das organizações públicas e privadas.

## Referências

- Almeida, A. T (2013). *Processo de decisão nas organizações: Construindo modelos de decisão multicritério*. São Paulo: Atlas.
- BARBOSA, G. R. (2003). Sistemas de Apoio a Decisão sob o enfoque de Profissionais de Tecnologia da Informação e Decisores. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, Brasil.
- Belloquim, A. (1999). Porque o software não faz o que eu pedi?. *Developers*, 35(3), 54.
- Bidgoli, H. (1989). *Decision Support System - Principles and Practice*. New York: West Publishing Company.

- Casella, G & Berger, R.L (2002). *“Statistical inference”*. Duxbury Press.
- Casarotto, N & Kopittke, H.B (2010). *Análise de Investimentos*. São Paulo.
- FREY, A.; Cribari, F. Elementos de Estatística Computacional usando Plataformas de Software Livre. In: 25o. Colóquio Brasileiro de Matemática. IMPA, 2005.
- Hillier, F.S & Lieberman, G.J. (2013). *Introdução à Pesquisa Operacional*. (9th ed.). São Paulo: Bookman.
- Hammond, J.S, Keeney, R.L & Raiffa, H (2004). *Decisões inteligentes: somos movidos a decisões – como avaliar alternativas e tomar a melhor decisão*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Moreira, D.A, Keeney, R.L & Raiffa, H (2013). *Pesquisa Operacional*. (2nd ed.). São Paulo: Cengage Learning.
- SANTOS, M. (2013) Simulação da Operação de um Sistema Integrado de Informações para o atendimento pré-hospitalar de emergência no município do Rio de Janeiro. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Santos, M., Ramos, M.F., REIS, M.F., & Walker, R.A. (2017). Estratégia de redução do custo de transporte dos centros de distribuição da Marinha do Brasil a partir de métodos heurísticos. *IX Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe – SIMPROD*, Brasil, 2447-0635. DOI: 10.13140/RG.2.2.32792.29444/1
- Simon, H (1997). *Administrative behavior: a study of decision-making processes in administrative organizations*. (4th ed.). Simon & Schuster Inc.
- Shimizu, T (2010). *Decisão nas organizações*. (3rd ed.). São Paulo: Atlas.
- Sprague, J & Watson, H (1989). *Decision support systems: putting theory into practice*. USA: Prentice-Hall.
- Turban, E & Watson, H (2005). *Administração de tecnologia da informação: teoria e prática*. (3rd ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.