

INSID

Inovação
em Sistemas,
Informação
e Decisão

Magazine

Volume 2, 2020



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia



INSTITUTO NACIONAL DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO

www.insid.org.br/insidmagazine

Crédito: Freepik

INSID

Virtual Meeting, 2020

INnovation for Systems Information and Decision meeting

Virtual Meeting
December 02-04, 2020
insid.events/insid2020

Palavra dos EDITORES

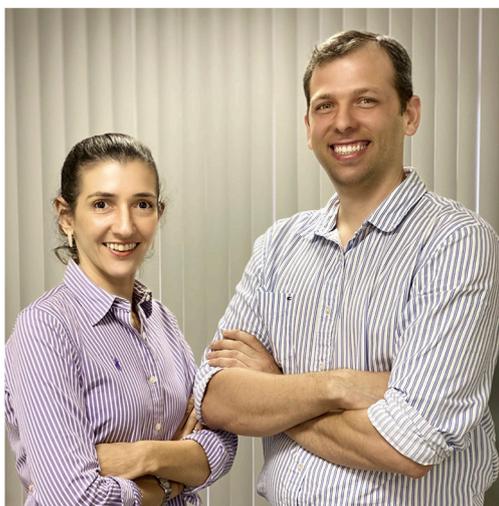
A INSID Magazine vem cumprir uma das missões do INCT-INSID que é a de transferência de conhecimento para a sociedade. Nesta edição, a aplicabilidade das ferramentas de apoio a decisão é demonstrada pela variedade de temas apresentados, a saber, descarte de resíduos sólidos e economia circular, o consumo de bebidas alcoólicas nos estádios de futebol, a detecção de anomalias na qualidade da água, a seleção de empresa de consultoria para implantação de sistemas de gestão da qualidade, a avaliação de riscos de inundação em áreas urbanas, as decisões estratégicas de recursos humanos no âmbito da aeronáutica e a prospecção de áreas para energia renovável.

Além das matérias, onde aplicações utilizando diferentes métodos de apoio a decisão são apresentadas, esta edição traz ainda um resumo sobre o INSID 2019, evento científico promovido pelo INCT-INSID ocorrido na cidade de Natal em dezembro de 2019, e uma entrevista com uma delegada da Polícia Federal de Brasil que comenta sobre a importância da temática Sistemas, Informação e Decisão no âmbito da Defesa.

Desejamos a todos uma boa leitura.

Atenciosamente,

Suzana Daher e Rodrigo Ferreira
Editores



Ficha técnica

Publicado por: INCT-INSID

Editores:

Suzana de França Dantas Daher (UFPE)
Rodrigo José Pires Ferreira (UFPE)

Corpo Editorial:

Luciana Hazin Alencar (UFPE)
Petr Iakovevitch Ekel (PUC Minas)
Mischel Carmen Neyra Belderrain (ITA)
Francisco de Sousa Ramos (UFPE)
Leando Chaves Rêgo (UFC)
Vanessa Batista Schramm (UFMG)
Mariana Rodrigues de Almeida (UFRN)
Marcos Pereira Estellita Lins (UFRJ)
Helder Gomes Costa (UFF)
Daniel Aloise (UFRN)
Luiz César Ribeiro Carpinetti (USP)

Revisor:

Lucas Antunes Oliveira

Designer e Diagramação:

Anderson Lucas Carneiro de Lima da
Silva

Contato: editor.magazine@insid.org.br

www.insid.org.br/insidmagazine

*As opiniões expressas nas matérias
desta revista não são necessariamente
as da INSID Magazine.*

Foto da capa: starline / Freepik

SUMÁRIO

6

Promovendo economia circular a partir dos valores e comportamento dos consumidores brasileiros de café em cápsulas

Leila Abuabara, Alberto Paucar-Caceres, Toni Burrowes-Cromwell

10

Avaliando a criminalização das bebidas em estádios sob a ótica dos métodos quantitativos

Thyago Celso C. Nepomuceno, Jadielson Alves de Moura, Lúcio Camara e Silva, Ana Paula Cabral Seixas Costa

14

Auxílio a tomada de decisão multicritério para detecção de anomalia em qualidade de água

Victor Henrique Alves Ribeiro e Gilberto Reynoso-Meza

18

A importância da seleção de serviços de consultoria e certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade por meio de uma abordagem multicritério

Renata Maciel de Melo

22

Entrevista com Carla Patrícia Cintra Barros da Cunha

A Polícia Federal do Brasil e seus desafios na defesa do interesse da União

26

INSID 2019 - Innovation for Systems Information and Decision Meeting

Resumo do evento

28

Uma nova perspectiva para avaliação de risco de inundações em espaços urbanos

Lucas Borges Leal da Silva, Júlia Santos Humberto, Marcelo Hazin Alencar, Rodrigo José Pires Ferreira, Adiel Teixeira de Almeida

32

Decisão de estratégias de recursos humanos de ensaios em voo usando dinâmica de sistemas

Alvimar de Lucena Costa Junior e Mischel Carmen Neyra Belderrain

36

Análise multicritério e tomada de decisão espacial com base no processamento de informações qualitativas na prospecção de sítios geradores das energias renováveis

Lívia Maria Leite da Silva, Petr Yacovlevitch Ekel, Douglas Alexandre Gomes Vieira, Gustavo Luís Soares



Promovendo economia circular a partir dos valores e comportamento dos consumidores brasileiros de café em cápsulas

Leila Abuabara, Alberto Paucar-Caceres, Toni Burrowes-Cromwell

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo e, não surpreendentemente, somos também o segundo maior mercado consumidor. O consumo de café está se sofisticando e se individualizando. As aromáticas cápsulas individuais têm proporcionado novas experiências que vão além do tradicional diário cafezinho coado. Ao mesmo tempo que essas cápsulas significam acesso a uma seleção premium de cafés de diversas origens do mundo, elas têm gerado enormes quantidades de resíduos, devido às

suas embalagens que incluem materiais como alumínio e plástico. Apesar de muito se falar sobre este promissor e inovador mercado e haver um grande esforço de aumentar as rentáveis vendas, pouco se tem feito em relação a uma produção mais sustentável.

Existem razões financeiras e não financeiras que levam uma empresa a adotar ou não uma postura mais responsável em relação ao resíduo que produz. As razões financeiras são claramente atrativas e incluem comercialização de produtos de segunda mão ou

recondicionados, aproveitamento de peças etc. Entre as não-financeiras, estão questões ambientais e de sustentabilidade. Além do contexto no qual o negócio está inserido, das políticas públicas e dos incentivos governamentais, temos o consumidor como o grande contribuidor na promoção da economia circular. É ele que tem em suas mãos a decisão de descartar um produto fora ou reinseri-lo no ciclo de produção. Porém, o ônus da reciclagem não pode ser colocado somente sobre ele. Isso porque, em



utilizando amostragem por conveniência composta por consumidores especialmente da região Sudeste, onde a concentração é maior. Apesar de não ser um grande contingente, foi suficiente para entender o problema, uma vez que se observou uma saturação das informações por volta da 20ª entrevista. O resultado foi expresso através de uma Figura Rica, ferramenta proveniente do SSM (Soft System Methodology) e em uma árvore de objetivos meios e fins dentro da metodologia do pensamento focado em valores (VFT – Value Focused Thinking). Adicionalmente,

cesso hierárquico analítico (AHP – Analytic Hierarchy Process). O objetivo, os critérios e as alternativas do método AHP (fase convergente) foram fundamentados a partir da rede de objetivos meios e fins do processo VFT (fase divergente), combinação que atribuiu originalidade à pesquisa. Entre os critérios levantados estão:

- i. Proximidade geográfica até um ponto de coleta.
- ii. Retornos financeiros, como bônus ou descontos em novas compras.
- iii. Realização de uma boa ação, abastecendo artesões da região que utilizam as

cápsulas como matéria-prima em artes manuais.
iv. Consci-

ência ambiental, direcionando as atitudes dos consumidores em relação ao meio ambiente e à sustentabilidade.

- v. Conveniência e facilidade ao consumidor em incluir esforços em sua rotina para

acumu-

qualquer caso, a opção mais conveniente é jogar itens usados no lixo.

Como, então, impulsionar esta colaboração? Foi

justamente essa questão que o trabalho aqui descrito procurou responder.

Divisão em duas fases: divergente e convergente

O processo de compreensão do contexto e da tomada de decisão incluiu uma fase divergente na qual o objetivo principal foi estruturar a situação problemática; e uma fase convergente, em que a análise de decisão foi se modelando e definindo. Na primeira fase, estabeleceu-se uma conversa com stakeholders que incluíram coletores de materiais recicláveis, empresas recicladoras de alumínio e os próprios consumidores. Quanto a estes últimos, foram realizadas 45 entrevistas,

Ao mesmo tempo que essas cápsulas significam acesso a uma seleção premium de cafés de diversas origens do mundo, elas têm gerado enormes quantidades de resíduos, devido as suas embalagens que incluem materiais como alumínio e plástico

houve uma consulta sobre a legislação Brasileira em relação aos resíduos sólidos e os conceitos de economia circular e logística reversa.

Na segunda fase, as ideias começaram a tomar forma e contribuíram para o pro-



lar e devolver as cápsulas.

Alternativas propostas para os consumidores

Seis alternativas foram propostas e avaliadas:

1. Consumidor leva suas cápsulas usadas a um ponto de coleta localizado a mais de 2 km de sua residência. Recebe um bônus para a próxima compra.

2. Consumidor leva as cápsulas usadas a um ponto de coleta localizado até 2 km de sua residência. Nenhum bônus está previsto.

3. Consumidor acumula as cápsulas usadas e as entrega na próxima compra via internet (coleta doméstica). Um bônus seria recebido para a próxima compra.

4. Consumidor acumula as cápsulas usadas e as entrega na próxima compra via internet (coleta doméstica). Nenhum bônus está previsto.

5. Consumidor doa suas cápsulas usadas a uma entidade de artesanato.

6. Consumidor abre suas cápsulas usadas e separa o resíduo orgânico (borra de café) destinando-o para compostagem. Posteriormente, descarta o alumínio e o plástico no lixo reciclável.

As alternativas que se destacaram após o processo AHP foram a primeira, seguida pela terceira. Ambas somaram 44.7% da preferência dos consumidores participantes. A partir delas, foram sugeridas algumas políticas a serem adotadas e que certamente

auxiliariam na promoção de uma economia mais circular.

Sugestões de políticas possíveis

1. Expansão dos pontos de coleta, através de parcerias com empresas de frequência regular dos consumidores tais como supermercados, centros comerciais, postos de gasolina; parcerias público-privada para coleta em áreas públicas como parques; ou,



prestadores de serviços de logística terceirizados.

2. Inclusão de programas de bônus para reconhecer esforços, recompensar e incentivar os clientes a retornar as cápsulas usadas até um ponto de coleta. Cada consumidor tem uma percepção diferente da importância da reciclagem.

3. Comunicação e compromisso com os clientes, compartilhando estatísticas e realizações de reciclagem e reconhecendo as contribui-

ções mútuas, informando sobre cada novo ponto de coleta ou incremento no programa de reciclagem. Isso seria feito com o mesmo entusiasmo com que um novo produto é introduzido no mercado.

4. Cultivar uma cultura de responsabilidade e consciência cívica em torno da redução de resíduos, compartilhando esses valores com os clientes, destacando importantes vínculos que envolvem ações ecologicamente corretas, competitividade comercial e vida sustentável para todos.

5. Associação com empresas especializadas em reciclagem que dominam o processo de separação do café de sua cápsula.

Tomar café usando cápsulas em máquinas domésticas é uma nova abordagem para um costume antigo bem brasileiro. Os estudos dentro deste contexto focam especialmente na crescente demanda do consumidor, nas bem sucedidas estratégias de mercado e no gerenciamento de produtos. Porém, como ficou evidente, é preciso discutir outros importantes aspectos tais como a economia circular e a conscientização verde dos clientes.



**Leila
Abuabara**



**Alberto
Paucar-Caceres**



**Toni Burrowes-
-Cromwell**

Os Pesquisadores

Leila Abuabara

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Pesquisa Operacional (PPG-PO) da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) em associação ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Possui mestrado pelo mesmo programa. E graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Bolsista CAPES. Linha de pesquisa em Gestão e Apoio à Decisão com ênfase em Métodos de Estruturação de Problemas e Multimetodologias, especialmente em aplicações práticas.

Alberto Paucar-Caceres

Professor PhD na Manchester Metropolitan University (MMU) e colaborador no Programa de Pós-Graduação em Pesquisa Operacional (PPG-PO) da UNIFESP e ITA. Principal interesse de pesquisa em Pensamento Sistêmico (Systems Thinking) e metodologias sistêmicas, bem como suas aplicações especialmente nas áreas de sustentabilidade, gestão ambiental e consumo sustentável.

Toni Burrowes-Cromwell

Doutoranda na Manchester Metropolitan University (MMU) e consultora em gestão e desenvolvimento com foco em processos cooperativos que facilitem a transição das empresas para a prática circular. Seu projeto de

pesquisa intitulado: 'We the People: Supporting Food SMEs for a Circular Food Economy' (Nós, o povo: apoio às PMEs de alimentos para uma economia alimentar circular) avalia como a colaboração intersetorial pode ajudar os serviços de hospitalidade e alimentação a promover economia através da redução do desperdício de alimentos.

Contato

leila.abuabara@gmail.com

Referência

Leila Abuabara, Alberto Paucar-Caceres & Toni Burrowes-Cromwell (2019): Consumers' values and behaviour in the Brazilian coffee-in-capsules market: promoting circular economy, International Journal of Production Research. Doi:10.1080/00207543.2019.1629664



**Manchester
Metropolitan
University**



Avaliando a criminalização das bebidas em estádios sob a ótica dos métodos quantitativos

Thyago Celso C. Nepomuceno, Jadielson Alves de Moura, Lúcio Câmara e Silva, Ana Paula Cabral Seixas Costa

O Brasil é dos países mais violentos do mundo e recorde em mortes por causa do futebol. Boa parte da violência entre torcedores em eventos esportivos vem sendo atribuído, por mais de duas décadas no Brasil, ao potencial efeito danoso que o álcool acarreta sobre o comportamento das pessoas. Por outro lado, outros estudos fornecem contra-argumentos para a associação entre álcool e violência nos estádios, seja pela falta de evidências empíricas quantitativas, ou pelos efeitos controversos como a redução do estresse, ansiedade e tensão.

Tal polêmica vem ganhando destaque desde 2008 com a assinatura do acordo entre o Ministério Público e a Confederação Brasileira de Futebol (CBF) no intuito de coibir a violência durante jogos oficiais da seleção brasileira e dos campeonatos organiza-

dos pela confederação, no qual o principal mecanismo se lançava sobre a proibição da venda e governos municipais já vedavam muito antes o consumo e a comercialização de bebidas alcoólicas nos estádios de futebol antes e durante a ocorrência dos jogos.

O artigo científico "Alcohol and violent behavior among football spectators: Na empirical assessment of Brazilian's criminalization" (Álcool e comportamento violento entre torcedores de futebol: uma avaliação empírica da criminalização brasileira), publicado em 2017 na revista britânica "International Journal of Law, Crime and Justice", pode ser considerado um marco no processo decisório quanto a esta sanção pública. O trabalho proporcionou embasamento técnico e científico para julgamentos, discussões de fóruns de As-

sembleias Legislativas e para a construção de leis e outros documentos em diversos estados brasileiros.

Por meio da construção de cenários temporais e testes de hipóteses, o artigo avaliou a lei estadual 13.748 de 15 de abril de 2009 em Pernambuco, que instituiu a proibição da venda, transporte, guarda, consumo ou fornecimento, ainda que gratuitamente, de bebidas alcoólicas no interior dos estádios de futebol e dos ginásios de esportes durante o período da realização de partidas e competições profissionais. O trabalho ganhou destaque na imprensa pelo caráter inovador da pesquisa que coincidiu com um momento importante na discussão quanto à efetividade de leis e sanções públicas.

Construção de cenários temporais



Um cenário de tempo pode ser definido como um processo estocástico criado por observações ordenadas no tempo com o objetivo de prever o resultado esperado

de um cenário no passado a partir de uma realidade observada. Em nosso contexto, tal processo permite estudar

como a distribuição dos incidentes de violência com a

proibição das vendas e consumo de bebidas alcoólicas deveria ter se comportado se esta proibição não tivesse ocorrido, mantendo todo o resto constante. Este resultado procura influenciar os testes das hipóteses previamente estabelecidas que visam avaliar a efetividade da sanção pública em destaque.

Os dados foram fornecidos pelo Juizado Especial do Torcedor com ocorrências que compreendem o período de 2005 a 2015. O conjunto

de dados analisado compreende diversas ocorrências relacionadas à violência, tais como promover tumulto, invadir o campo ou local restrito, desacato, injúria, lesão corporal leve, dano ao patrimônio público ou privado etc.

Além das ocorrências, foram coletados dados quanto ao público nos estádios, resultado das partidas, horário dos jogos, posição do clube no campeonato e datas comemorativas a fim de complementar a avaliação. Os dados foram divididos em 2 períodos, antes e após a respectiva lei. Ao todo, foram registradas 608 ocorrências de violência durante o período em que o álcool era permitido em está-

práticos, estatisticamente não houve redução na violência nos estádios de futebol com a proibição da comercialização de bebidas alcoólicas. Os picos de crimes e violência estão mais relacionados à importância da partida, como datas comemorativas ou fase do campeonato em que o time se encontra. Durante o período de proibição houve um número maior de ocorrências; entretanto, estatisticamente não existe diferença considerável em média de ocorrência de delitos antes e depois da lei.

Assim, os incidentes esperados caso a lei nunca tivesse sido instituída apresentam uma distribuição mais homogênea

com picos próximos uns dos outros, sem

Boa parte da violência entre torcedores em eventos esportivos vem sendo atribuído, por mais de duas décadas no Brasil, ao potencial efeito danoso que o álcool acarreta sobre o comportamento das pessoas

dios, em 203 partidas oficiais. Durante o período em que a lei entrou em vigor até o último registro, existiram 755 incidentes de em 172 partidas oficiais. Avaliamos se essa diferença seria estatisticamente significativa.

Em termos

tendência de crescimento ao longo do período considerado, o que leva à confirmação de que a realidade, caso a comercialização de álcool tivesse sido liberada, não seria significativamente diferente do que foi observado com a lei proibitiva.

É importante ressaltar de que a avaliação quantitativa não julga o valor deste tipo de sanção em contextos mais abrangentes. Uma das

possíveis explicações





para a ausência de redução da violência seria o fato de que a proibição se dá unicamente dentro dos estádios, deixando seu entorno livre para comercialização de bebidas alcóoli-

cidas organizadas aos estádios. Duas proibições durante o período estudado puderam ser constatadas, a primeira em 20/02/2013 que se estendeu até 03/06/2013 e a se-

das nos estádios durante os grandes clássicos do futebol pernambucano. Uma possível razão para isso se dá no fato de que o controle do acesso aos torcedores que fazem

O trabalho ganhou destaque na imprensa pelo caráter inovador da pesquisa que coincidiu com um momento importante na discussão quanto à efetividade de leis e sanções públicas

cas. Por outro lado, a ausência de evidências empíricas por meio de avaliações quantitativas nesse contexto penalizam qualquer interpretação de que tais sanções públicas seriam de fato efetivas em reduzir a violência dentro e fora dos estádios.

Torcidas organizadas

Os grandes clássicos do futebol pernambucano também foi alvo de análise. Partidas entre os clubes Santa Cruz, Sport Recife e Clube Náutico Capibaribe, durante o período de janeiro de 2010 até agosto de 2015 foram levadas em consideração a fim de avaliar a proibição do acesso de tor-

gunda proibição que ocorreu em 18/03/2014 até 12/03/2015. Analisando apenas os clássicos de futebol, durante o período de aproximadamente 4 anos e meio observados com o acesso de torcidas organizadas nos estádios, foram registradas 61 ocorrências no Juizado Especial do Torcedor, e durante cerca de pouco mais de 1 ano de 3 meses em que as torcidas foram proibidas de frequentar, houveram 30 ocorrências.

Em termos práticos, descontada a diferença de tempo entre os períodos, estatisticamente não houve redução na violência nos estádios de futebol com a proibição do acesso a torcidas organiza-

parte desse grupo de apoio ao clube é feito unicamente pela identificação do uniforme da respectiva torcida organizada. Isso leva a crer que, assim como no caso das bebidas alcoólicas, a simples proibição das torcidas organizadas em frequentarem os jogos não constitui medida efetiva para a redução da violência nos estádios.



**Thiago
Nepomuceno**



**Lúcio Camara
e Silva**



**Jadielson
Moura**



**Ana Paula
Costa**

Os Pesquisadores

Thyago C. C. Nepomuceno

Professor Adjunto no Núcleo de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco e membro permanente do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste (PPGEP/CAA). Pesquisador afiliado no Department of Computer, Control and Management Engineering da Sapienza University of Rome.

Lúcio Camara e Silva

Professor Associado no Núcleo de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco e membro permanente do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste (PPGEP/CAA). Pesquisador de Produtividade CNPq e exerce vice coordenação do Grupo de Pesquisa em Sistemas de Informação e Decisão em Caruaru, Pernambuco.

Jadielson Alves de Moura

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco e Analista de Sistemas de Informação. Possui experiência no desenvolvimento de sistemas de informação para suporte a negociações dinâmicas, análise de dados, neurociência comportamental, Business Analytics, e nos campos da Pesquisa Operacional quantitativa.

Ana Paula Cabral Seixas Costa

Tem doutorado na área de Gestão, no tema de Decisão. É professora da UFPE e atua como pesquisadora do CNPq. Tem publicado em vários periódicos científicos e atuado no desenvolvimento de modelos de Decisão, principalmente no contexto de Sistemas de Informação.

Contato

thyago.nepomuceno@ufpe.br

Referência

Nepomuceno, T. C. C., de Moura, J. A., e Silva, L. C., & Costa, A. P. C. S. (2017). Alcohol and violent behavior among football spectators: An empirical assessment of Brazilian's criminalization. *International journal of law, crime and justice*, 51, 34-44.





Auxílio a tomada de decisão multicritério para detecção de anomalia em qualidade de água

Victor Henrique Alves
Ribeiro e Gilberto
Reynoso-Meza

A principal tarefa para companhias de distribuição de água é a provisão de água limpa e segura para a população. Porém, a água está sempre sujeita a contaminação, seja por fatores naturais, como impurezas nas fontes de água, seja por fatores humanos, como a poluição por lixo e esgoto. Desta forma, é essencial o monitoramento contínuo da qualidade da água, o que geralmente ocorre de

Para proteger a qualidade da água ofertada à população, o desenvolvimento de sistemas automáticos de detecção de anomalias tem se tornado cada vez mais importante

forma manual. Todavia, a rápida detecção de anomalias se torna cada vez mais importante face as grandes mudanças urbanas e eventos climáticos.

Para proteger a qualidade da água ofertada à população, o desenvolvimento de siste-

mas automáticos de detecção de anomalias tem se tornado cada vez mais importante. Tais sistemas devem ser robustos o suficiente para

ter uma boa relação entre o número de falsas detecções, os chamados falso positivos, pois agregam custos desnecessários de operação, e o número de falsos negativos, que quando ocorridos pode causar sérios problemas a saúde.

Para encontrar uma boa

solução para tal problema, pesquisadores da Univer-

sidade Técnica de Colônia, na Alemanha, propuseram uma competição internacional para o desenvolvimento de um sistema robusto. Vamos

falar um pouco sobre trabalho vencedor desta competição, que foi apresentado na Conferência de Computação Genética e Evolucionária (GECCO) de 2019 em Praga, na República Checa.

A solução vencedora

A solução vencedora é composta de técnicas de inteligência artificial em conjunto com ferramentas de tomada

de decisão multicritério. Enquanto as técnicas de inteligência artificial foram utilizadas para detectar padrões nos sinais de qualidade da água, as ferramentas de tomada de decisão multicritério foram aplicadas para encontrar a solução final, buscando identificar a melhor relação entre o número de falsos positivos e falsos negativos.

Primeiro, foi realizado o tratamento de sinais originais de diversos sensores. Dados faltantes, que podem ocorrer devido a falhas de comunicação no sistema, foram tratados com filtragem de sinal. Além disso, foi realizada dessazonalização para remover tendência dos sinais, facilitando a tarefa de algoritmos de inteligência artificial. Em seguida, os sinais foram processados para adquirir suas características estatísticas, como média, desvio padrão, valores máximos e mínimos. Tais características também auxiliam as ferramentas de in-

te para a tarefa, piorando o resultado do modelo final. Desta forma, um algoritmo de otimização evolucionário multi-objetivo (MOEA/D) foi empregado para encontrar o conjunto de modelos simples que minimiza tanto o número de falsos positivos quanto falsos negativos no modelo final.

Como resultado do processo de otimização multi-objetivo, obteve-se um conjunto

Enquanto as técnicas de inteligência artificial foram utilizadas para detectar padrões nos sinais de qualidade da água, as ferramentas de tomada de decisão multicritério foram aplicadas para encontrar a solução final, buscando identificar a melhor relação entre o número de falsos positivos e falsos negativos

de decisão multicritério. Enquanto as técnicas de inteligência artificial foram utilizadas para detectar padrões nos sinais de qualidade da água, as ferramentas de tomada de decisão multicritério foram aplicadas para encontrar a solução final, buscando identificar a melhor relação entre o número de falsos positivos e falsos negativos.

Primeiro, foi realizado o tratamento de sinais originais de diversos sensores. Dados faltantes, que podem ocorrer devido a falhas de co-

municação no sistema, foram tratados com filtragem de sinal. Além disso, foi realizada dessazonalização para remover tendência dos sinais, facilitando a tarefa de algoritmos de inteligência artificial. Em seguida, os sinais foram processados para adquirir suas características estatísticas, como média, desvio padrão, valores máximos e mínimos. Tais características também auxiliam as ferramentas de in-

teligência artificial. Com isto, foi realizado o treinamento de ferramentas de inteligência artificial, tendo para esse fim, sido testadas duas técnicas: RUSBoost e SMOTEBoost. Ambas são algoritmos de aprendizagem de máquinas que criam diversos modelos simples de classificação e, então, os combinam para criar um modelo final mais poderoso.

Apesar disso, alguns dos modelos simples gerados tiveram precisão insuficien-

te para a tarefa, piorando o resultado do modelo final. Desta forma, um algoritmo de otimização evolucionário multi-objetivo (MOEA/D) foi empregado para encontrar o conjunto de modelos simples que minimiza tanto o número de falsos positivos quanto falsos negativos no modelo final.

Como resultado do processo de otimização multi-objetivo, obteve-se um conjunto

com diversas soluções ótimas. Devido ao conflito entre os dois objetivos minimizados, falsos positivos e falsos negativos, uma solução pode apresentar um número de falsos positivos melhor, enquanto outra, apresentar um número de falsos negativos melhor. Com isto, foi aplicada uma técnica de apoio a tomada de decisão multicritério, de forma a encontrar a solução que apresenta a melhor relação entre os dois objetivos conflitantes.





Crédito: Freepik

Para isto, a solução fez uso da técnica de programação física (*physical programming*), que realiza a agregação dos múltiplos objetivos em um único valor final, levando em consideração as preferências definidas por um tomador de decisão. Foram definidos níveis de preferência para cada um dos objetivos: a redução nos valores de falsos positivos e negativos acima de 75% são considerados altamente desejáveis e acima de 50% são considerados desejáveis, já os aumentos nos valores de falsos positivos e negativos de até 50% são considerados indesejáveis e aumentos acima de 50% são considerados altamente indesejáveis.

A solução implementada é composta por um framework desenvolvido na linguagem de programação R, que simula a detecção de anomalias em

tempo real. O resultado alcançado no sistema de submissão alcançou um escore F1 de 0,72, de um máximo de 1,00. O escore F1 é uma métrica de acurácia em classificação que indica a média harmônica entre a precisão e a sensibilidade do sistema.

Resultado

A solução proposta recebeu o prêmio de primeiro lugar por ter alcançado o maior escore nos dados de teste. A premiação ocorreu na cidade de Praga, na República Checa, durante a Conferência de Computação Genética e Evolucionária, em Julho de 2019. De acordo com os organizadores, a solução vencedora será implementada em um sistema real na companhia de distribuição de água Thüringer Fernwasserversorgung, locali-

zada no estado de Turíngia, na Alemanha. Com isto, engenheiros da empresa terão acesso a uma detecção mais rápida e precisa para monitorar a qualidade da água.



**Victor Henrique
Alves Ribeiro**

Os Pesquisadores

Victor Henrique Alves Ribeiro

Recebeu o título de Mestre (2017) em Engenharia de Produção e Sistemas e o título de Bacharel (2015) em Engenharia da Computação pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Recebeu também o título de Tecnólogo (2013) em Mecatrônica Industrial pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Atualmente, é doutorando em Engenharia de Produção e Sistemas pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Sua linha de pesquisa está relacionada ao desenvolvimento de técnicas de inteligência artificial, aprendizagem de máquina, otimização multiobjetivo, algoritmos evolutivos e tomada de decisão multicritérios para desenvolvimento de sistemas de detecção de falha e sensores virtuais na indústria.

Gilberto Reynoso-Meza

Recebeu o título de Doutor (2014) em Automação pela Universidade Politécnica de Valência (Espanha), o título de Mestre (2005) em Automação e Controle e o título de Bacharel (2001) em Engenharia Mecânica pelo Instituto Tecnológico e de Estudos Superiores de Monterrey (México). Atualmente, ele está ligado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Pontifícia Universidade Católica do Paraná como Professor Associado. É Bolsa de Pro-



**Gilberto
Reynoso-Meza**

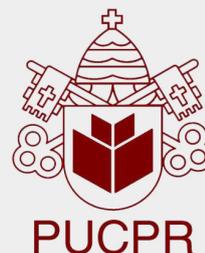
atividade do CNPq. Sua linha de pesquisa está relacionada a inteligência computacional aplicada a métodos de engenharia de controle, aprendizagem de máquina, otimização multiobjetivo, tomada de decisão multicritérios e algoritmos evolutivos.

Contato

victor.henrique@pucpr.edu.br

Referência

Ribeiro, V. H. A., Reynoso-Meza, G. "Monitoring of drinking-water quality by means of a multi-objective ensemble learning approach." Proceedings of GECCO'19 Genetic and Evolutionary Computation Conference. Prague Czech Republic, July, 2019 <https://doi.org/10.1145/3319619.3326745>





A importância da seleção de serviços de consultoria e certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade por meio de uma abordagem multicritério

Renata Maciel de Melo

Para que um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) possa ser implementado adequadamente, funcionando em plenitude e atendendo a seus objetivos, é necessária a participação, o esforço e o planejamento de todos aqueles que compõem a organização. Tal compromisso pode ser demonstrado pela certificação ISO 9001, que demonstra ao mercado que as organizações atendem a padrões

internacionais. Em algumas situações, isto representa um fator de diferenciação frente aos concorrentes ou um fator qualificador para estar apto a entrar num dado mercado. Contudo, muitas empresas apresentam dificuldade de adequação às exigências dessa norma.

A seleção de serviços de consultoria (caso necessário) e dos serviços de certificação (estes, realizados por meio

de um Organismo Certificador Credenciado - OCC), são etapas que têm papel relevante na adequação das empresas para certificação. As empresas de consultoria na área de gestão da qualidade ganharam novos formatos a partir de 1980, sendo que seus serviços no segmento de certificação se popularizaram na década de 90 com a publicação da primeira versão das séries de normas ISO 9000 em

1987. Com a finalidade de preparar uma organização para a certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade, de Sistemas de Gestão Integrado (SGI) nos aspectos de qualidade (ISO 9001), de meio ambiente (ISO14001) e de segurança (ISO 45001), as consultorias auxiliam na implementação de ferramentas, programas, técnicas e realização de auditorias internas. Por sua vez, os OCCs têm o papel de executar a auditoria de terceira parte (externa) na organização. A empresa a atender a todos os requisitos da NBR ISO 9001:2015 é considerada apta a receber a certificação de qualidade.

A identificação do grau de maturidade da organização quanto aos aspectos de qualidade - com base na NBR ISO 10014 - é que vai determi-

setor farmacêutico e posteriormente, ajustado para uma empresa do setor têxtil. O modelo proporcionou para essas organizações uma nova visão acerca da importância da contratação (leia-se seleção) de serviços de consultoria e Organismos Certificadores Credenciados (OCC).

O modelo é baseado num conhecimento técnico-científico, através da combinação de informações vindas das Normas ISO e de um método de apoio a decisão. No caso, o método multicritério *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation II* (PROMETHEE II) foi o adotado para a construção do modelo. Ao adotar um procedimento formal, as etapas de contratação de consultoria de Gestão da Qualidade e/ou de Organismos



Crédito: startline / Freepik

modelo de seleção de serviço de consultoria de Sistemas de Gestão da Qualidade. Eles estão organizados em três grupos: (1) quanto a qualificação para consultoria, (2) quanto a qualificação para OCC, e (3) quanto a seleção de uma consultoria. O primeiro quadro apresenta os critérios qualificadores para construção do conjunto de alternativas. Os quadros 2 e 3 são os critérios adotados

O modelo é baseado num conhecimento técnico-científico, através da combinação de informações vindas das Normas ISO e de um método de apoio a decisão

nar a necessidade ou não, da contratação de consultoria. As Normas ISO são um dos fundamentos do processo de decisão, e apresentam as diretrizes para a percepção de benefícios financeiros e econômicos pela alta administração, reforçando, assim, os Princípios da Gestão apresentados na ISO 9001:2015.

Método multicritério de apoio a decisão

Um modelo multicritério de apoio a decisão desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Gestão da Qualidade e Produtividade da UFPE foi aplicado em uma empresa do

mo Certificador Credenciado (OCC) se tornaram mais fortalecidas, deixando de abordar o problema de forma intuitiva, baseado apenas na experiência dos decisores.

Os Quadros 1 a 3, apresentam os critérios adotados no

pelo modelo multicritério para seleção de consultoria ou de OCC. Como o grau de maturidade deve direcionar para a contratação ou não, de uma consultoria, o modelo desenvolvido contempla também uma avaliação de maturidade

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO PARA CONSULTORIA		
CRITÉRIO	DETALHAMENTO	BASE
Práticas de gestão	Quantidade de consultorias prestadas na área de qualidade.	NBR ISO 10019
Experiência de trabalho	Experiência de trabalho comprovada com o tempo de mercado.	NBR ISO 10019
Considerações éticas	Atende as questões éticas pertinentes?	NBR ISO 10019

Quadro 1. Critérios qualificadores para Consultoria

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO PARA CONSULTORIA		
CRITÉRIO	DETALHAMENTO	BASE
Custo	Custo em R\$	Valor médio do serviço
Formas de pagamento	Escala de Likert de 5 pontos	Baseado nas formas de pagamento do OCC
Transparência	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 17021
Capacidade de resposta a reclamações	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 17021
Proposta de certificação	Escala de Likert de 5 pontos	D.O CB25 da ABN

Quadro 2. Critérios para seleção de Consultoria

CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO PARA CONSULTORIA		
CRITÉRIO	DETALHAMENTO	BASE
Custo	Custo em R\$	Valor médio do serviço
Formas de pagamento	Escala de Likert de 5 pontos	Baseado nas formas de pagamento da consultoria
Condições de contrato	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 10019
Referências do consultor	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 10019
Conhecimentos específicos no negócio da organização	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 10019
Competência na área	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 10019
Agregação do conhecimento	Escala de Likert de 5 pontos	NBR ISO 10019

Quadro 3. Critérios para seleção de Organismo Certificador Credenciado

da empresa, numa escala de 5 níveis, onde 1 (estão as empresas onde a prática dos princípios de gestão ainda não é encontrada ou não foi implementada) a 5 (estão as empresas que tal prática é desdobrada em toda a organização).

Aplicações do modelo

O primeiro caso trata de uma empresa farmacêutica, de suplementos alimentares e cosméticos. Atuante no mercado

há quase 30 anos e com 350 colaboradores. O decisor foi um dos diretores da empresa. Inicialmente, foi levantado um conjunto de 9 consultorias, porém, dessas, apenas 3 forneceram dados suficientes e que satisfizeram os critérios qualificadores. Essas três empresas compuseram o conjunto de alternativas para seleção de um OCC. No que diz respeito ao segundo caso, em uma indústria têxtil de médio porte, houve uma aplicação numérica com dados

realísticos para a seleção de uma consultoria e de um OCC.

As duas aplicações reforçam a importância de utilizar uma modelagem formal para apoiar processos decisórios dentro das empresas. Nos casos em questão, foi observada a contribuição que a adoção de um modelo estruturado de apoio a decisão, que considera a maturidade da organização, os critérios balizados em normas e um método multicritério adequado ao problema e a racionalidade dos decisores trouxe para melhoria dos respectivos processos de seleção. Com o uso de um procedimento formal, ficou evidente que o decisor fica munido de maior segurança para ratificar suas escolhas. Assim, o processo de implementação, manutenção e melhoria de um SGQ com base na ISO 9001 se torna muito mais eficiente e eficaz.



Renata Maciel de Melo

A Pesquisadora

Professora da UFPE desde 2010. Doutora em 2009 em Engenharia de Produção pela UFPE com ênfase em Gestão da Qualidade, Série de Normas ISO, Gestão da Produção e Sistema de Apoio a Decisão. Líder do grupo de Pesquisa em Gestão da Qualidade e Produtividade (laboratório associado ao INCT- INSID) e membro do ABNT/ CB-25 (Comitê Brasileiro de Qualidade da ISO) e do comitê técnico da ISO/ TC 176 desde 2019.

Contato

renata.macielmelo@ufpe.br

Referências

AQUINO, A. T & MELO, R.M. Multicriteria model for selecting TQM consultancy and certification services Benchmarking: An International Journal Vol. 23 No. 7, 2016 pp. 1736-1750

SILVA, A.M. & MELO, R.M. Uma abordagem multicritério para a seleção de serviços de consultoria e certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade. Gest. Prod. [online]. 2018, vol.25, n.1, pp.160-174. Epub Sep 28, 2017.





Entrevista com Carla Patrícia Cintra

A Polícia Federal do Brasil e seus desafios na defesa do interesse da União

A Polícia Federal do Brasil é uma instituição policial brasileira, subordinada ao Ministério da Justiça e da Segurança Pública e que detém atribuições de polícia administrativa e é a polícia judiciária da União. A sede fica situada em Brasília, havendo superintendências regionais em todas as capitais dos estados da federação, bem como delegacias e postos avançados em diversas cidades do país.

As atribuições da Polícia Federal abrangem uma gama considerável de crimes tidos de interesse da União. Para sua atuação contra esses crimes, a gestão da informação e os processos de tomada de decisão são elementos indispensáveis no dia a dia da Instituição. Para saber um pouco mais sobre a Polícia Federal e

como a temática Sistemas, Informação e Decisão se insere no contexto desta instituição, a INSID Magazine entrevistou a delegada federal Carla Patrícia Cintra Barros da Cunha, atual Superintendente Regional da Polícia Federal em Pernambuco.

Conte-nos um pouco sobre sua trajetória profissional.

Sou formada em Direito pela Universidade Federal de Pernambuco – Recife/PE desde 1999. No mesmo ano fui aprovada para o concurso de Escrivã de Polícia Federal. Em 2004 fui aprovada no concurso de Delegada de Polícia Federal.

Tenho pós-graduação Lato Sensu com Especialização pela Universidade Federal de Brasília - UNB e pela Acade-

mia Nacional de Polícia - ANP, em Ciência Policial e Inteligência, concluído em 2012 e, em 2019, finalizei o Mestrado Profissional em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, com ênfase na Gestão e Análise de Risco em Segurança Pública.

Quase toda minha experiência profissional foi na Polícia Federal, onde exerci inúmeras chefias, a exemplo da Chefia do Núcleo de Inteligência, da Corregedoria e da Delegacia de Combate ao Crime Organizado.

Em 2017 fui cedida ao Governo do Estado para atuar no cargo de Corregedora Geral da Secretaria de Defesa Social, lá trabalhando até 2019, quando retornei para a PF, para o cargo de Superintendente Regional, no qual permaneço até a



presente data.

Situe as atividades e operações da Polícia Federal do Brasil no escopo da Defesa Nacional.

A Polícia Federal detém atribuições de polícia administrativa e é a polícia judiciária da União. Nessa condição tem por finalidade precípua apurar a materialidade e a autoria no curso de uma investigação criminal e, ao cabo da investigação, apresentar ao Poder Judiciário, o resultado dessa investigação: as provas do crime e a identificação do criminoso.

As atribuições da Polícia Federal abrangem uma gama considerável de crimes tidos de interesse da União, assim, desde do tráfico de drogas, da pornografia infantil na Internet, dos crimes eleitorais ao desvio de recursos públicos oriundos da União.

Algumas dessas investigações são mais simples e não demandam técnicas mais invasivas de investigação ou medidas judiciais complexas,

outras, todavia, avolumam-se e tornam-se operações policiais.

As mais herméticas e complicadas são formalmente denominadas, no âmbito da Polícia Federal, de operações policiais especiais, que são justamente aquelas que necessitam de meios e técnicas especiais de investigação e que culminam com a ostensividade da investigação e consequente deflagração da operação, as quais, rotineiramente assistimos nos noticiários.

Não menos importantes são as atribuições da Polícia Federal na seara de polícia administrativa, enquanto responsável pelo controle imigratório tanto de estrangeiros quanto do controle e registro das entradas e saídas em ter-

ritório nacional de brasileiros, o exercício da soberania do Estado brasileiro no tocante a entrada irregular de estrangeiros, a análise e verificação dos pedidos de obtenção da nacionalidade brasileira, bem como a aquisição e registro de armas de fogo. Por outro lado, é ainda responsabilidade da PF o gerenciamento da circulação de produtos químicos, tendo em vista a possibilidade dos mesmos serem utilizados no refino de drogas, por exemplo e ainda das empresas de vigilância privadas.

Pelo exposto, resta evidenciado não só o volume, mas a variedade de atribuições da Polícia Federal.

Que tipo de decisões estratégicas a Polícia Federal está envolvida?

Considerando o explicitado no item anterior, a Polícia Federal está envolvida em um sistema de decisões macro, para além da própria Instituição, ditadas pela legislação e pelas políticas públicas adotadas em relação à segurança pública,





ao controle migratório, à repressão às drogas etc. De modo que, a partir dessas decisões externas à PF, outras decisões estratégicas são adotadas no âmbito da organização, com vistas a regulamentar os normativos existentes e/ou estabelecer diretrizes de atuação.

Em 2014 foi aprovado um plano estratégico da Polícia Federal, válido até 2022 o qual, em tese, condensa, entre outros direcionamentos, os objetivos institucionais e ações estratégicas da aludida instituição policial.

Naturalmente, são objetivos amplos e ações genéricas que dão margem aos decisores para, no espectro de interesse institucional e de valoração pessoal – ainda que não seja um processo conscientizado – decidirem, representando os desideratos da Polícia Federal.

Você pode nos falar um pouco sobre as pesquisas desenvolvidas na temática de Sistemas, Informação e Decisão pela Polícia Federal?

A gama de responsabilidades da PF é gigantesca. Também foi consignado que o plano estratégico da Polícia Federal foi aprovado em 2014 e está válido até 2022, plano este, por natureza, amplo e genérico.

A prática de gerência e controle dos resultados de certa forma foi formalmente empregada na Polícia Federal com a implementação da me-

todologia de gerenciamento de projetos da Polícia Federal, denominado MGP - PF, que utilizou a base conceitual do PMBOK.

Em um segundo momento, foi criado o chamado índice de produtividade operacional – IPO, idealizado em 2011, como forma de medir a capacidade operacional das unidades da Polícia Federal – www.consultaesic.cgu.gov.br.

O IPO é um índice vinculado à Diretoria de Combate ao Crime Organizado que informa a média ponderada dos indicadores de produtividade pré-estabelecidos relacionados a grupos temáticos também pré-definidos, visando estabelecer uma relação entre os resultados alcançados e os recursos disponíveis.

Ao final, o IPO objetiva atingir e/ou suplantando metas pré-definidas que possibilitam um ranqueamento anual de produtividade de acordo com os indicadores previamente definidos. Os quais, deveriam ser alinhados com o plano estratégico da Polícia Federal, fincado em valores, políticas, ações e objetivos mais genéricos.

Atualmente, a parte de polícia administrativa da PF também tem um índice de produtividade, doravante denominado, IPA (índice de produtividade administrativo), atrelado à Diretoria Executiva – DIREX/PF.

No mesmo diapasão, a Corregedoria Geral pretende implementar outro índice para aquilatar critérios correicionais.

Pelo que sentimos, o tratamento da atividade policial sob uma ótica de gerenciamento, acompanhamento e controle da atuação e resultados ainda está em construção pela cultura organizacional. Entendo que, com as diferentes áreas de atuação da PF tendo a iniciativa de elencar, examinar e avaliar critérios, as informações estarão mais completas, de forma a permitir a visualização do panorama e auxiliar os gestores nos processos decisórios.

Em verdade, ainda é necessário capacitar os gestores para pensarem a gestão policial de outro modo. Por essa razão, o Mestrado Profissional que tive oportunidade de cursar – e que espero tenha seu convênio renovado, tem, entre as principais missões, a de expor e debater a utilização e a construção de ferramentas de apoio à decisão que arrimem as escolhas dos gestores da Polícia Federal.

Se possível, dê exemplos da complexidade de processos decisórios encontrados na Polícia Federal.

Dentre as difíceis decisões, destaco, especificamente,

A Polícia Federal do Brasil e seus desafios na defesa do interesse da União

aquelas atinentes à priorização das operações policiais. São muitas investigações em curso – e muitas irregularidades a serem apuradas, em um quantitativo crescente, sem que, em contrapartida, haja incremento de recursos.

Como você começou a se envolver com a modelagem de problemas com métodos multicritério de apoio a decisão? Quais as principais vantagens percebidas por você no apoio as ações da Polícia Federal com o uso desse tipo de modelagem?

No curso de Mestrado Profissional na UFPE, pela primeira vez, conseguir observar que, decisões que adotava empiricamente no meu dia a dia, poderiam – na verdade, deveriam – ser modeladas cientificamente, através de uma metodologia científica consagrada, com a utilização dos métodos multicritério de apoio à decisão. As vantagens na utilização de tais ferramentas são muitas, desde o respeito aos objetivos organizacionais, à estruturação racional do problema, à avaliação clara quando do processo decisório, tudo arrimado em um método de apoio à decisão multicritério o que, sistematicamente e a médio



prazo, tenderia a repercutir em uma maior eficiência da atuação da Polícia Federal.

Como tem sido suas experiências no desenvolvimento de pesquisas para os avanços da Polícia Federal?

A minha pesquisa foi direcionada à priorização das operações policiais. E, em determinado cenário do trabalho, foi evidenciado que a prioridade de atuação da PF deve ser o combate à corrupção e ao desvio de recursos públicos. Crimes terríveis que têm repercussão na violência e extrema desigualdade da nossa sociedade.

Não por acaso, essa é a prioridade adotada como diretriz no âmbito da Superintendência em Pernambuco, que, nesse momento, é a unidade policial mais atuante no combate ao desvio de recursos públicos e combate à corrupção do País. Por outro lado, depois de conhecer os métodos multicritério de apoio à decisão, percebi que, até nas decisões antes adotadas pela prática ou experiência, comecei a

usar mais da racionalidade. De forma geral, percebo avanços na forma de pensar a atuação mais eficiente da Polícia

Federal, todavia, importa realçar que, em uma Instituição pública, qualquer mudança pretendida não pode comprometer à manutenção da regularidade de atuação, a qual, no caso em apreço, é pautada pela eficiência na repressão de organizações criminosas complexas e estruturadas, atentando-se para a objetividade, celeridade, repercussão social e caráter pedagógico da atuação policial.

Que potenciais desafios de pesquisa você indicaria como relevantes no campo da defesa nacional nos próximos anos?

Primeiramente, entendo imprescindível uma aproximação da Polícia Federal das Universidades, embora haja uma fortíssima conexão entre a atividade policial e os conceitos e métodos da Engenharia da Produção, também interessa à PF, um suporte de outras ciências, seja das exatas, às humanas, passando pela área de saúde.

É vasto o território a ser explorado e outras polícias do

mundo já fazem esse intercâmbio há tempos. Para mim, o maior

desafio é justamente essa mudança cultural.

INSID 2019 - INnovation for Systems Information and Decision Meeting

Resumo do evento

A primeira edição do encontro de pesquisadores promovido pelo INCT-INSID ocorreu no CTEC – Complexo Tecnológico de Engenharia da UFRN, na cidade de Natal, Rio Grande do Norte, entre os dias 05 e 07 de dezembro de 2019. O evento INSID (Innovation for Systems Information and Decision Meeting) se propõe a ser um fórum para discussão e disseminação de conhecimento entre os que desenvolvem pesquisas avançadas e aplicações no tema de apoio a decisão, incluindo métodos de apoio a decisão multicritério e multiobjetivo (MCDM/A), bem como decisão em grupo e negociação (GDN).

O INSID 2019 contou com a

participação de 80 pessoas, incluindo pesquisadores e estudantes de pós-graduação, advindos de 15 diferentes instituições de ensino e/ou pesquisa de diferentes regiões do Brasil. Ao longo dos três dias de evento, ocorreram uma plenária, dois tutoriais, 16 sessões técnicas, 66 trabalhos científicos apresentados e um painel sobre direcionamentos para o ensino de MCDM nas universidades brasileiras.

Na abertura do evento, o Professor Adiel Teixeira de Almeida, coordenador do Instituto Nacional de Sistemas de Informação e Decisão (INCT-INSID), destacou que o evento cumpre as missões propostas para o Instituto, dentre elas a de transferência de conhecimento para a sociedade, estímulo à pesquisa e à formação de recursos humanos. Houve ainda a participação da Professora Luciana Hazin Alencar (UFPE) em nome da coordenação do



Programa, e da Coordenadora do Comitê de Organização Local, Professora Mariana Rodrigues de Almeida (UFRN). Também houve o lançamento oficial da INSID Magazine.

A palestra de abertura do evento foi dada pelo Professor Helder Gomes Costa, da Universidade Federal Fluminense (UFF), sob o tema "Multicriteria Analysis: Problems, Traps, Methods, and Hybridism". O tutorial 1, ministrado pelos Professores Eduarda Asfora Frej e Rodrigo José Pires Ferreira, da Universidade Federal de Pernambuco, abordou a modelagem e aplicações de problemas multicritérios utilizando o método Fittradeoff. Já o Tutorial 2, ministrado pelos Professores Cristiano Torezzan e Leonardo Tomazeli Duarte, da Universidade de Campinas (UNICAMP), tratou de discutir as fronteiras entre MCDM e a ciência de dados. O



painel sobre ensino de MCDM contou com a participação dos Professores Ana Paula Cabral Seixas Costa (UFPE) que atuou como a mediadora, Adiel Teixeira de Almeida (UFPE), Cristiano Torezzan (UNICAMP), Helder Gomes Costa (UFF), Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti (USP/SC), Mariana Rodrigues de Almeida (UFRN) e Mischel Carmen Belderrain (ITA).

Maiores informações sobre o evento, podem ser obtidas em <http://insid.events/insid2019>



O INSID 2019 em números

Participantes: 80

Sessões técnicas: 16

Trabalhos científicos: 66

Instituições participantes:

USP, UNICAMP, UFF, UFRN,
UFS, UFPE, UFCG, UNIMORE,
UNESP, UFAL, UFMS, ITA,
FHO, UFERSA, CEPEL.

Tutoriais: 2

Palestra: 1

Painel: 1





Uma nova perspectiva para avaliação de risco de inundações em espaços urbanos

Lucas Borges Leal da Silva, Júlia Santos Humberto, Marcelo Hazin Alencar, Rodrigo José Pires Ferreira, Adiel Teixeira de Almeida

O ambiente dinâmico e complexo das grandes cidades reflete o tamanho do desafio a ser enfrentado pelas sociedades pós-modernas. De fato, o planejamento urbano de grande parte das cidades não conseguiu alinhar satisfatoriamente a alta densidade populacional, a disposição de múltiplas atividades econômicas, a sustentabilidade e o atendimento (urgentes) às demandas sociais.

Particularmente, são preocupantes os efeitos danosos dos desastres naturais, que são cada vez mais recorrentes nas áreas urbanas brasileiras e internacionais, destacando-se, dentre tais desastres, as inundações. O relatório emitido pelo Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (2018) aponta

que as inundações perfazem cerca de 50% dos eventos registrados em todo o mundo, cujos impactos ultrapassam a marca de dois bilhões de pessoas afetadas e mortas, além de as perdas financeiras alcançarem o patamar de US\$ 662 bilhões.

Como resultado disso, o gerenciamento de risco de inundações busca reconfigurar suas práticas de modo que os gestores públicos, a academia, as agências reguladoras e outras instituições remodelem a forma com que tomam decisões estratégicas, pois construir "cidades inteligentes" se torna mais que uma simples ideia: uma necessidade.

Para que se estabeleçam protocolos adequados de combate a esses eventos

indesejados, é importante observar também que muitos dos impactos oriundos das inundações são de naturezas distintas, muitas vezes são conflitantes entre si. Por esta razão, novas perspectivas que considerem estes aspectos podem ser levadas em consideração para contribuir com esse tipo particular de processo decisório.

Sobre o modelo

Nesse contexto, foi desenvolvido um modelo de decisão multidimensional e georreferenciado para priorização de risco de inundações em áreas urbanas. Para tanto, sua formulação se baseia numa abordagem multicritério. A problemática em foco permite ao gestor público uma



priorização (ou ordenamento) do risco de inundações em um conjunto de áreas (bairros ou outra divisão geográfica) de uma região urbana previa-

entre os critérios na visão do decisor. Para o modelo desenvolvido, cinco critérios são considerados. Neles, mensurações de impacto na área urbana são estabelecidas para que a metodologia possa, então, agregar os riscos em um valor global. Os critérios são os seguintes:

- Humano: a vulnerabilidade e exposição do sistema urbano, combinado com altos níveis de severidade de inundação, levam a fatalidades;
- Social: compreende a assistência social demandada

evento indesejado;

- Acessibilidade a serviços públicos: a severidade de uma inundação pode interromper atividades essenciais à população, como disponibilização de assistência médica, segurança, educação, lazer e cultura. Medida em % de serviços essenciais interrompidos.

Cabe avaliar que, na prática, os impactos de todos os critérios estão sujeitos ao comportamento probabilístico da ocorrência e intensidade da inundação, o que justifica as ferramentas

A problemática em foco permite ao gestor público uma priorização (ou ordenamento) do risco de inundações em um conjunto de áreas (bairros ou outra divisão geográfica) de uma região urbana previamente delimitada, de forma que ações de mitigação e alocação de recursos sejam implementadas estrategicamente a *posteriori*

mente delimitada, de forma que ações de mitigação e alocação de recursos sejam implementadas estrategicamente a *posteriori*.

O decisor insere a subjetividade no processo na forma de preferências quanto ao *tradeoff* entre os critérios envolvidos no problema. Entende-se por *tradeoff* a existência de compensação

cujos danos sociais são representados pela quantidade de pessoas desabrigadas com a ocorrência da inundação;

- Econômico: inclui perdas financeiras de ativos, de comércio e serviços;
- Saúde Pública: relacionada à necessidade de atuação pública para assistência médica a pessoas lesionadas ou feridas pela ocorrência do

empregadas para calcular o risco multidimensional.

Desafios complexos exigem ferramentas estratégicas

Aspectos de incerteza são considerados pelo modelo, que usa o método MAUT e elementos da Análise da Decisão na sua construção.

Em suma, estas ferramen-





tas consideram probabilidades *a priori* quanto ao fator não controlado pelo decisor, neste caso em pauta, a lâmina d'água de inundação. O modelo proposto estabelece cenários de perigo que representam níveis distintos de severidade de inundação, cujos impactos em cada critério são estimados pelo que se chama de "funções consequência". Estes parâmetros são embasados por dados históricos ou expertise de especialistas.

As preferências do decisor são estimadas por "funções utilidade". Em outras palavras, em termos de valores esperados das consequências, a utilidade representa o nível de desejabilidade do decisor. Também é resultado desta fase, a obtenção das constantes de escala que representam a avaliação intercritério.

Combinadas, as funções permitem que o modelo calcule os riscos multicritério, ordenando as áreas em termos do risco de inundação.

A informação fornecida pelo modelo pode ser inter-

pretada como a melhor forma de priorizar ações mitigadoras, alocar recursos e implementar medidas estruturais e não-estruturais de combate ao desastre natural. Destaca-se que a recomendação apresentada não é uma solução ótima, uma vez que se torna impossível alcançar os objetivos em todos os critérios simultaneamente; aqui, fala-se em uma solução de compromisso que, segundo as preferências do decisor, seja a mais adequada para o contexto.

Para subsidiar a decisão final do decisor, o modelo dispõe de georreferenciamento e visualização gráfica dos resultados, com mapeamento do risco multicritério obtido pela metodologia empregada e recursos visuais para aumentar a percepção do gestor sobre o risco de inundação na região em estudo.

Impactos e contribuições na tomada de decisão

Uma aplicação numérica

foi realizada em uma região político-administrativa (RPA) da cidade do Recife, composta por 12 bairros localizados na zona oeste da área urbana. Trata-se de uma das regiões mais susceptíveis aos efeitos danosos das inundações, com baixa cobertura do sistema de drenagem e saneamento, além da presença de moradias em áreas de instabilidades (morros ou encostas). Por meio das técnicas apresentadas, o modelo foi consistente e em consonância com o relatório de gestão local apresentado na Conferência Nacional para a Mudança Climática (2019).

Podem-se destacar outras importantes contribuições do modelo: ele é replicável em qualquer espaço urbano, e promove um ambiente colaborativo entre todos os atores envolvidos no processo. A vasta gama de informações permite que academia, agências de monitoramento, setores industriais integrem suas atividades a fim de compartilhar os benefícios de uma boa gestão de inundação.

Por fim, previsões climáticas futuras podem ser consideradas no modelo em decisões a longo prazo, a fim de construir cidades resilientes frente às mudanças climáticas. Sendo assim, entre outros benefícios, o modelo contribui com uma nova perspectiva para construirmos, somando múltiplos esforços, cidades inteligentes.



Lucas Borges Leal da Silva

Júlia Santos Humberto

Marcelo Hazin Alencar

Rodrigo José Pires Ferreira

Adiel Teixeira de Almeida

Os Pesquisadores

Lucas Borges Leal da Silva

É doutorando em Engenharia de Produção, com foco em Pesquisa Operacional, pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Pela mesma instituição é graduado em Engenharia Civil (2017) e Mestre em Engenharia de Produção (2019). É membro colaborador do Grupo de Pesquisa REASON.

Júlia Santos Humberto

É professora do Centro Universitário CESMAC com atuação no curso de graduação em Engenharia de Produção. Obteve mestrado em 2020 em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Tem graduação em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário CESMAC (2017), com intercâmbio na Lakehead University (2014 – 2015), e graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) (2017).

Marcelo Hazin Alencar

É professor Associado do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, onde atua como coordenador no Grupo de Pesquisa em Análise de Risco e Modelagem em Meio-ambiente, Ativos, Segurança, Operações e Natureza (REASON).

Rodrigo José Pires Ferreira

Professor Associado da Universidade Federal de Pernambuco. Concluiu o Doutorado em 2008, fez Mestrado e Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco. Realizou um intercâmbio durante o Doutorado e está-

gios de pós-doutorado na Universidade de Salford na Inglaterra e na Universidade de Alberta no Canadá. Desde 2016 é vice-coordenador do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção (Recife).

Adiel Teixeira de Almeida

É professor titular da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde atua como coordenador do Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão (www.cdsid.org.br). Tem trabalhado no desenvolvimento e avanços metodológicos em apoio a decisão com múltiplos objetivos e de decisão em grupo, e na aplicação de métodos em diversos contextos, incluindo modelagem estratégica, gestão de portfólio, gestão de projetos, terceirização, gestão da informação, gerenciamento de riscos, engenharia de confiabilidade e manutenção, e qualidade.

Contato

borgesleal.lucas@gmail.com

Referência

Da Silva, L.B.L.; Humberto, J.S.; Alencar, M.H.; Ferreira, R.J.P.; De Almeida, A.T. GIS-based multidimensional decision model for enhancing flood risk prioritization in urban areas. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 48, p. 101582, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101582>





Decisão de estratégias de recursos humanos de ensaios em voo usando dinâmica de sistemas

Alvimar de Lucena Costa Junior e Mischel Carmen Neyra Belderrain

O "Ensaio em Voo" é a área da Engenharia Aeronáutica desenvolvida para coletar e analisar dados em voo. Funcionando como o teste final dos objetivos de um projeto aeronáutico, o Ensaio em Voo verifica tanto a segurança da operação quanto a capacidade do equipamento de cumprir a missão para a qual o projeto foi elaborado. Trata-se, portanto, de uma tecnologia crítica para os Estados que buscam a autonomia tecnológica e produtiva, seja na área de defesa ou na área civil, sendo uma competência dual que alimenta a Base Industrial de Defesa Aeroespacial.

À luz de requisitos detalhados, emitidos por reguladores e forças armadas, a equipe de Ensaio em Voo planeja e executa voos, testando a

segurança e a eficácia de aeronaves de passageiros, de aviões de caça, de drones, de bombas, mísseis e qualquer sistema incorporado a uma aeronave. A capacitação de uma equipe de Ensaio em Voo, composta por Pilotos, Engenheiros e Técnicos, é bastante complexa e demanda a capacidade de aplicar conhecimentos técnico-científicos, devendo ser capaz de prever como um equipamento ainda não operado vai reagir durante o voo.

Entretanto, a competição por pessoal especializado, em todas as áreas de conhecimento, é cada vez mais acirrada, inclusive no seio das Forças Armadas. Funções relacionadas a Pesquisa e Desenvolvimento disputam as melhores cabeças com a

área operacional, incluindo aí os contingentes destacados aos Ensaio em Voo. Como resultado, no caso da Força Aérea Brasileira (FAB), os melhores profissionais são frequentemente deslocados para pilotagem e manutenção de aeronaves de combate, em vez de funções relacionadas à inovação.

A capacidade operacional da FAB em Ensaio em Voo se concentra no Instituto de Pesquisas e Ensaio em Voo (IPEV), que é parte do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), localizado em São José dos Campos-SP. Os tripulantes de Ensaio em Voo alocados neste instituto precisam se dividir entre tarefas de gerência, execução de campanhas de ensaios, formação e capacita-



ção das equipes futuras de ensaio e desenvolvimento de pesquisas.

Para resolver este problema, são necessárias estratégias de Recursos Humanos (RH) que considerem todos os ângulos da Situação Problemática, com as opiniões e o conhecimento

modelos de Dinâmica de Sistemas. O GMB é uma variação do uso de Mapas Cognitivos que visa elaborar modelos mentais de processos.

A Dinâmica de Sistemas é um método para descrever, modelar, simular e analisar dinamicamente problemas ou sistemas complexos sob a forma de modelos de estoques e fluxos. O método busca traduzir em modelos simulados laços de realimentação característicos da Teoria de Sistemas. Assim, os Modelos de Dinâmica de Sistemas elaborados procuram simular quantitativa e qualitativamente

técnicas de forma mais efetiva.

O método desenvolvido foi aplicado em um Estudo de Caso, que criou um Modelo de Dinâmica de Sistemas do fluxo de carreira de RH especializado em Ensaio em Voo na FAB. O método está organizado em cinco etapas: (1) reconhecer a situação problemática; (2) identificar os *stakeholders* do processo; (3) conduzir workshops e entrevistas aplicando Mapas Cognitivos e, depois, o procedimento de GMB; (4) a elaboração de Mapas Cognitivos Agregados, compondo um modelo mental coletivo de todas as partes interessadas; e (5) a elaboração de um Modelo de Dinâmica de Sistemas efetivo e reconhecível por todos os *stakeholders*, pronto para servir de ferramenta à proposição de estratégias para a

das várias partes envolvidas. Assim, foi desenvolvido um método para dar suporte

a decisão dos altos níveis de gerência do DCTA e da FAB para desenvolver, simular e comparar estratégias de RH, a partir da captura e da organização dos modelos mentais de vários níveis de *stakeholders*.

O método desenvolvido foi aplicado em um Estudo de Caso, que criou um Modelo de Dinâmica de Sistemas do fluxo de carreira de RH especializado em Ensaio em Voo na FAB

te as condições de fluxo de carreira de forma tão próxima à realidade quanto possível, permitindo o ensaio de estra-

tivo e reconhecível por todos os *stakeholders*, pronto para servir de ferramenta à proposição de estratégias para a

Buscando as melhores estratégias

Para solucionar o problema, foi proposto um método que utilizou as informações resultantes das discussões suscitadas pela aplicação de métodos de estruturação de problemas, em especial de *Group Model Building* (GMB) para estabelecer



solução da situação problemática definida.

Mapa cognitivo agregado

O mapa cognitivo agregado apresentou noventa e seis construtos (elementos pelos quais nossos modelos mentais armazenam informações e desenvolvem interpretações), com vinte e três laços de realimentação entre eles, demonstrando a natureza sistêmica do processo em análise. Desse mapa, foram observadas quatro principais estratégias de RH:

- 1) Melhorar as condições de trabalho do Instituto;
- 2) Empregar propaganda e divulgação dos projetos da área de Ensaio em Voo;
- 3) Selecionar uma quantidade de tripulantes para vagas em pós-graduação no exterior (PLAMENS);
- 4) Diminuir a proporção de desligamentos durante o curso de formação em Ensaio em Voo.

O modelo final agregado de Dinâmica de Sistemas permitiu a testagem das quatro estratégias, usando inclusive variáveis e estoques subjetivos, como, por exemplo, a "Boa Vontade de Escalões Superiores" e a "Imagem do Grupo de Ensaio em Voo".

O modelo rastreou o estoque de pessoal capacitado em Ensaio em Voo,

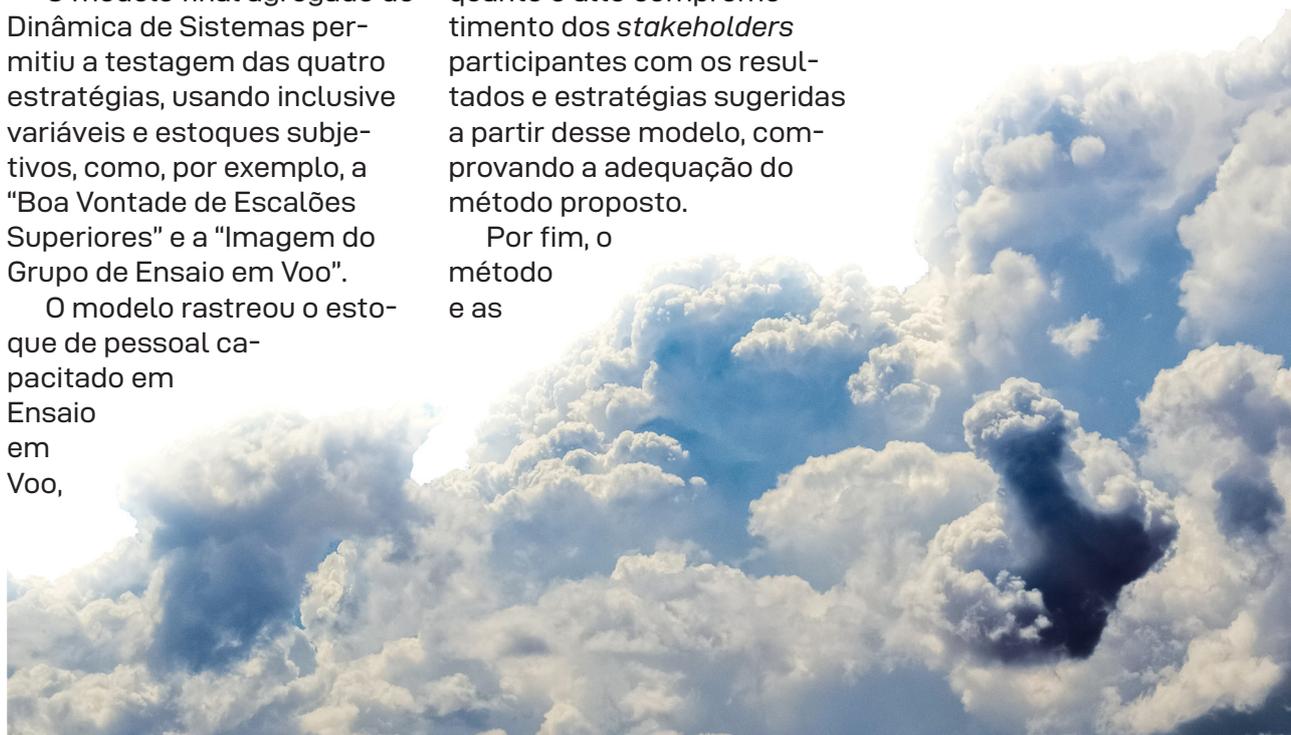
buscando a manutenção da capacidade mínima para executar esta missão e verificando como cada tipo de estratégia de RH influenciaria o estoque de pessoal ao longo de dez anos.

Os resultados indicaram que a estratégia com melhor retorno seria a número 1): melhoria nas condições de trabalho, permitindo que uma quantidade maior de candidatos se apresentasse e que os tripulantes de ensaio tivessem mais vontade de permanecer no trabalho. Em outro extremo, o aumento de vagas em cursos no exterior, apesar de trazer um retorno imediato no número e qualidade de candidatos, acaba exaurindo a capacidade de formação do Instituto e fechando o fluxo de novos tripulantes capacitados.

O resultado do Estudo de Caso no RH especializado em Ensaio em Voo demonstrou tanto a efetividade do modelo preparado segundo o método, quanto o alto comprometimento dos *stakeholders* participantes com os resultados e estratégias sugeridas a partir desse modelo, comprovando a adequação do método proposto.

Por fim, o método e as

percepções advindas dessa forma de abordar o problema foram apresentados aos Diretores do DCTA, tornando-se parte integrante da estratégia de recursos humanos do Departamento e, hoje, são referência no Relatório de Governança do IPEV.





**Alvimar de Lucena
Costa Junior**



**Mischel Carmen
Neyra Belderrain**

Os Pesquisadores

Alvimar de Lucena Costa Junior

É doutorando em Suporte à Decisão do programa de CTE-G do ITA/IEAv. É formado em Engenharia Aeronáutica com Mestrado em Suporte à Decisão pelo ITA, e sua Dissertação de Mestrado foi um modelo de Dinâmica de Sistemas de Recursos Humanos Especializados da Força Aérea. Alvimar é militar da reserva da Força Aérea Brasileira e tem experiência profissional de mais de 20 anos na certificação e testes de aeronaves e empresas aéreas.

Mischel Carmen Neyra Belderrain

É professora Titular do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Possui Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Mestrado em Engenharia de Sistemas e Computação pela Universidade Federal do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ. Graduação em Investigación Operativa - Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru. Consultor ad-hoc da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, CAPES e CNPq. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional, atuando principalmente nos seguintes temas: Métodos de estruturação de problemas (PSM), Métodos de apoio à decisão multicritério e Multimetodologia.

Contato

alvimar.lucena@gmail.com

Referência

Costa Junior, A. L, Belderrain, M.C.N. STRUCTURING A SYSTEM DYNAMICS MODEL USING GROUP MODEL BUILDING: CASE STUDY ON FLIGHT TEST HUMAN RESOURCES. Revista Internacional de Sistemas, v.23, n.1, pp. 72-81, 2019





Análise multicritério e tomada de decisão espacial com base no processamento de informações qualitativas na prospecção de sítios geradores das energias renováveis

Lívia Maria Leite da Silva, Petr Yacovlevitch Ekel, Douglas Alexandre Gomes Vieira, Gustavo Luís Soares

A energia renovável pode ser caracterizada como aquela advinda de fontes que se renovam naturalmente em ciclos de vida menores que 100 anos e cuja disponibilidade não é afetada pelo consumo. Sua utilização para fins energéticos tem sido preconizada com um importante mecanismo de promoção do desenvolvimento sustentável, tendo em vista sua capacidade de atender a demandas cada vez maiores e com menores impactos ambientais, quando comparadas às fontes de origem fóssil.

Embora o aproveitamento

das energias renováveis apresente vantagens relacionadas tanto a aspectos ambientais como econômicos e sociais, estas fontes esbarram em algumas dificuldades devido, principalmente, à natureza intermitente de sua disponibilidade. Os recursos naturais são dependentes de eventos não controlados pelo homem, mas diretamente influenciados por fatores climáticos. Surge então a necessidade de armazenamento da energia gerada para garantia do suprimento à sociedade. Outra alternativa, ou mesmo uma medida complementar, seria

a diversificação de fontes de energia, ou hibridização da geração. Um sistema energético que utiliza dois ou mais tipos diferentes de fontes renováveis é chamado Sistema de Energia Renovável Híbrido (SERH).

Além da natureza estocástica da geração de energia renovável, essa energia é caracterizada pela sua dispersão irregular ao longo do globo terrestre. Os recursos das energias renováveis muitas vezes são concentrados em locais que impossibilitam ou dificultam seu aproveitamento, devido ao risco que

isso poderia representar para patrimônios culturais ou áreas prioritárias para conservação ambiental.

No que diz respeito a investimento em geração, as condições descritas exigem dos empreendedores um cuidadoso processo de tomada de decisão. Nesse contexto, insere-se com êxito a adoção da Análise Multicritério Espacial (AMC-E), uma ferramenta que possibilita uma análise

mais aptas para a recepção de usinas de geração e diferenciando-as das menos aptas, por meio de uma escala contínua.

Um aspecto crítico da AMC-E é que ela envolve a avaliação de alternativas de decisão definidas geograficamente, baseadas em valores de critérios e preferências de decisores. Isto implica que os resultados das análises dependem não somente de mo-

Gerais.

Criando mapas de decisão

O processo decisório proposto se inicia com a determinação dos critérios de caráter espacial relevantes para a decisão como, por exemplo, a radiação solar disponível, a velocidade de ventos, a declividade do relevo, as Unidades de Conservação Ambiental etc. Neste ponto, uma ques-

Os recursos das energias renováveis muitas vezes são concentrados em locais que impossibilitam ou dificultam seu aproveitamento, devido ao risco que isso poderia representar para patrimônios culturais ou áreas prioritárias para conservação ambiental

consistente de problemas espaciais, capaz de contemplar critérios relevantes, bem como juízos de natureza subjetiva envolvidos no problema tratado.

A análise multicritério espacial (AMC-E)

A AMC-E é um procedimento que transforma e combina dados geográficos (mapas de entrada) e preferências de especialistas em mapas de decisão (mapas de saída) por meio de regras de decisão. No problema de instalação de usinas geradoras de energia, os mapas de decisão são mapas de uma região sob estudo, que por meio de uma escala de cores, diferencia as regiões, destacando as áreas

delos espaciais, mas também de valores de julgamentos envolvidos nos processos de decisão, que possuem, fundamentalmente, caráter qualitativo. Portanto, é extremamente importante a utilização de modelos que permitem considerar corretamente este tipo de informação.

Neste sentido, o estudo de Silva et al. (2020) buscou discutir o desenvolvimento de ferramentas metodológicas para a consideração da informação qualitativa na resolução de problemas espaciais com múltiplos critérios; em particular, analisando o problema da determinação de alternativas locais para SERHs, representados pelas fontes eólica e solar fotovoltaica, no Estado de Minas

tão importante relacionada a problemas que envolvem múltiplos critérios foi considerada: a quantificação da importância relativa de cada um desses critérios, de acordo com a visão de um grupo de especialistas. Tal quantificação encontra dificuldades posto que os critérios podem possuir graus de importância diferentes entre os componentes do grupo. Neste sentido, o trabalho adapta modelos que permitem aos especialistas expressarem suas preferências com relação aos critérios por meio de diferentes formatos de representação de preferências, que são posteriormente transformados e processados para gerar um vetor de pesos que reflete a importância relativa



dos critérios, de acordo com o grupo. Esses pesos são, então, utilizados em conjunto com uma regra de decisão para gerar os mapas de decisão.

A regra de decisão utilizada neste trabalho permite gerar saídas (mapas de decisão) de acordo com diferentes atitudes de decisão, que podem refletir, por exemplo, o atendimento a "Maioria" dos

critérios, a "Todos" os critérios, a "Pelo menos 30%" dos critérios, etc

(Figura 1). A regra de decisão é baseada na utilização dos chamados "Quantificadores Linguísticos" que implementam operações de agregação de critérios que expressam termos linguísticos (isto é,

dos destacam as áreas mais aptas para a instalação de SERHs em Minas Gerais, segundo os critérios considerados na análise realizada. Tais áreas situam-se nas regiões Norte, Noroeste e Oeste do Estado. Ao considerar apenas os mapas de decisão, é possível que possam ser apontadas mais de uma alternativa de solução. Ademais, podem

(ou um grupo), novamente, por meio de diferentes formatos de preferências. Essa nova avaliação é realizada levando em consideração critérios adicionais de caráter quantitativo e/ou qualitativo (espaciais ou não espaciais). O uso de critérios qualitativos geralmente baseia-se no conhecimento, experiência e intuição dos especialistas envolvidos. Neste

Dadas as características deste tipo de geração, os resultados obtidos pela pesquisa desenvolvida podem fornecer indicadores importantes para governos e investidores

ponto, também podem basear-se na utilização de mapas qualitativos

que expressam a distribuição espacial de características como "risco ambiental", "integridade da fauna" etc. Para o Estado de Minas Gerais, o potencial de biomassa foi considerado um critério adicional, de natureza espacial e quantitativa.

Avaliando as alternativas

Como forma de apoiar uma melhor avaliação dos resultados, seja uma comparação, escolha, priorização e/ou ordenação dessas alternativas, o modelo desenvolvido baseia-se nos Modelos <X, R> que são modelos para tomada de decisão em ambiente nebuloso (ambiente fuzzy) e que permitem

ocorrer situações onde as alternativas obtidas são difíceis de serem diferenciadas e/ou priorizadas.

Atualmente, o Governo Federal prevê um aumento significativo na participação de fontes renováveis na Matriz Energética Nacional. Dadas as características deste tipo de geração, os resultados obtidos pela pesquisa desenvolvida podem fornecer indicadores importantes para governos e investidores. Ressalta-se que a análise e os procedimentos utilizados possuem caráter flexível e o modelo proposto pode ser utilizados para analisar outras fontes de energia, assim como outros problemas locais.

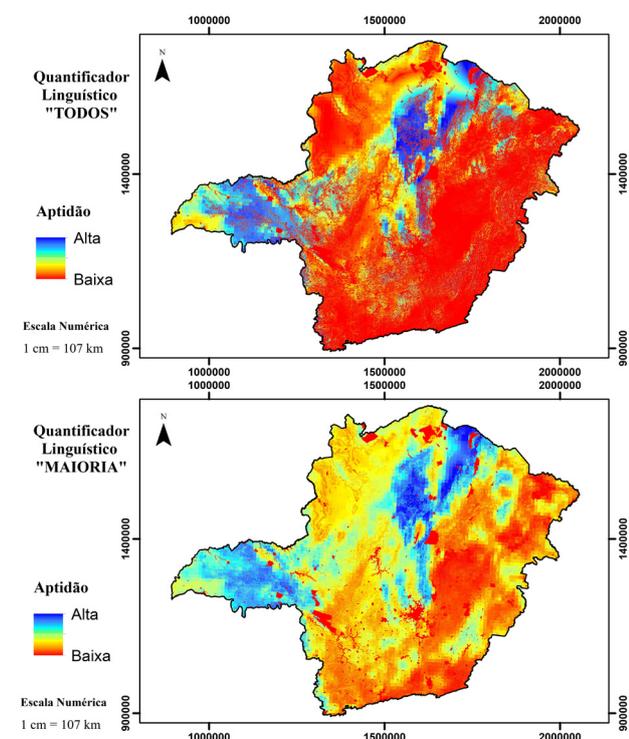


Figura 1. Mapas de decisão

"Maioria", "Todos", etc).

Os mapas de decisão obti-

que as alternativas sejam avaliadas por um especialista



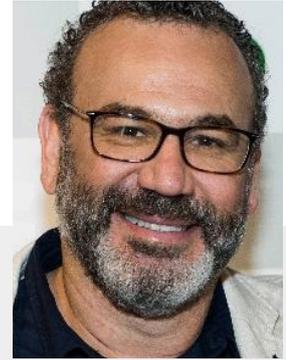
**Lívia Maria
Leite da Silva**



**Petr
Y. Ekel**



**Douglas
Alexandre Vieira**



**Gustavo Luís
Soares**

Os Pesquisadores

Lívia Maria Leita da Silva

Possui graduação em Engenharia de Energia e mestrado em Engenharia Elétrica pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Atualmente, cursa doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Petr Yakovlevitch Ekel

Possui graduação em Engenharia Elétrica e graus M.Sc. e Ph.D. pela Universidade Técnica Nacional da Ucrânia "Instituto Politécnico de Kiev" e D.Sc. (habil) pelo instituto de Eletrodinâmica da Academia de Ciências da Ucrânia. Tem títulos de Cientista Sênior, Professor Titular e Acadêmico (Academia de Ciências de Engenharia da Ucrânia). Atualmente, é professor titular da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, orientador de teses de doutorado da Universidade Federal de Minas Gerais e diretor executivo da ASOTECH.

Douglas Alexandre Gomes Vieira

Possui pós-doutorado, doutorado e graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais. Trabalhou como pesquisador Associado no Imperial College London (UK) e fez doutorado sanduíche na Universidade de Oxford (UK). Atualmente é Diretor Executivo da ENACOM Handcrafted Technologies e participa

do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais.

Gustavo Luís Soares

Possui graduação e mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Minas Gerais e pela Université de Bretagne Occidentale, França. É Professor Adjunto IV na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. É diretor da VS2 Consultoria, Pesquisa e Engenharia e VS2 Educação.

Contato

liviamariasilva@hotmail.com

Referência

L. M. L. Silva, P. Y. Ekel, D. Vieira and G. L. Soares, "Multiattribute Spatial Decision-Making for Qualitative Information Processing as Applied to the Renewable Energy Generating Sites Prospection," IEEE Access, vol. 8, pp. 137745-137757, Jul. 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3012098.



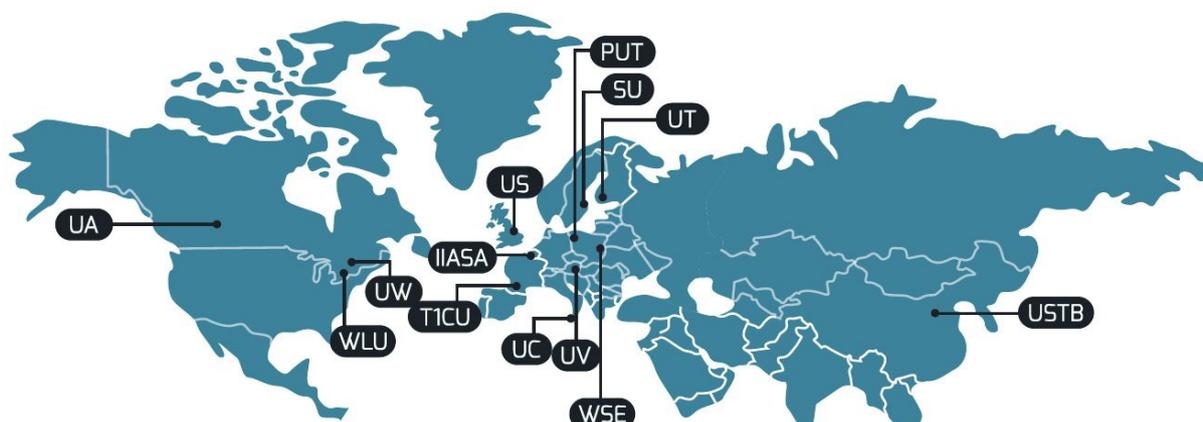
PUC Minas



inct
institutos nacionais
de ciência e tecnologia

INSID
INSTITUTO NACIONAL DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO

O INCT-INSID (Instituto Nacional de Sistemas de Informação e Decisão) é uma rede de cooperação científica interinstitucional de caráter nacional e internacional. O INCT-INSID congrega laboratórios associados de várias universidades no Brasil e um seleto grupo parceiros internacionais, desenvolvendo pesquisa avançada e suas aplicações na área de apoio a decisão, destacadamente em desenvolvimento de métodos multicritério e de decisão em grupo e negociação.



Missão

O INCT-INSID segue a missão do grupo de pesquisa de sua instituição-sede, o CDSID/UFPE, buscando atuar de maneira integrada com os Laboratórios Associados, de forma a promover prosperidade para a sociedade por meio de pesquisa avançada e da seleção e desenvolvimento de pessoas, mediante a geração de conhecimento, em sua área de atuação.

O INCT-INSID cumpre com as seguintes missões:

- Formação de recursos humanos
- Internacionalização
- Pesquisa
- Transferência de conhecimento para a sociedade
- Transferência de conhecimento para o setor empresarial e/ou público

O INCT-INSID contempla as seguintes linhas de pesquisa:

- AvDec: Avanços metodológicos no apoio a decisão
- MDAmb: Modelos de decisão no contexto ambiental
- MDEnergia: Modelos de decisão no contexto de energia
- MDServ: Modelos de decisão em sistemas de serviços

Para cada uma destas linhas de pesquisa, alguns temas de pesquisa foram priorizados, a saber:

AvDec: Avanços metodológicos no apoio a decisão

- AvMCDM-A: Avanços metodológicos em métodos multicritério (MCDM/MCDA)
- AvGDN: Avanços metodológicos em métodos de decisão em grupo e negociação (GDN)

MDAmb: Modelos de decisão no contexto ambiental

- MClima: Construção de modelos de decisão na mitigação de impactos causados pelas mudanças climáticas e redução de riscos de desastres devido a enchentes em cidades brasileiras
- MAgua: Construção de modelos de decisão para políticas ambientais, incluindo gestão de recursos hídricos

MDEnergia: Modelos de Decisão no contexto de energia

- MEnergiaAlt: Construção de modelos de decisão para políticas de energias renováveis, e fontes alternativas de energia
- MEnergiaPlanMan: Construção de modelos de decisão para planejamento e manutenção de sistemas de energia
- MRRM: Construção de modelos de decisão para riscos tecnológicos, confiabilidade e manutenção, em vários sistemas, incluindo energia nuclear, e sistemas de energia renovável

MDServ: Modelos de Decisão em Sistemas de Serviços

- MSegPub: Construção de modelos de decisão para segurança pública;
- MPlanDef: Construção de modelos de decisão no planejamento e gestão de sistemas de defesa e segurança nacional
- MPlanTI: Construção de modelos de decisão no planejamento estratégico de negócio no uso de tecnologia da informação
- MPlanS: Construção de modelos de decisão no planejamento e gestão de sistemas de saúde

Mais informações: www.insid.org.br



INSID

Magazine

www.insid.org.br/insidmagazine