AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**SISTEMAS COLABORATIVOS DE APOIO À DECISÃO: UMA
PROPOSTA DE COMBINAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A
GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS**

VINÍCIUS ANDRÉ MASSUCHETTO

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Aplicações**

Orientador:

Prof. Dr. Willy Hoppe de Sousa

São Paulo

2015

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia associada à Universidade de São Paulo

**SISTEMAS COLABORATIVOS DE APOIO À DECISÃO: UMA
PROPOSTA DE COMBINAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA A
GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS**

VINÍCIUS ANDRÉ MASSUCHETTO

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Aplicações**

Orientador:

Prof. Dr. Willy Hoppe de Sousa

Versão Corrigida
Versão Original disponível no IPEN

São Paulo
2015

RESUMO

Sistemas colaborativos de apoio à decisão: uma proposta de combinação de metodologias para a geração de alternativas estratégicas

O trabalho busca o desenvolvimento de um método experimental implementado em um software Web voltado à tomada de decisão, abordando mais especificadamente os processos de levantamento de ideias e geração de alternativas. Referências teóricas foram utilizadas para subsidiar os elementos, processos e tecnologias do software frente à áreas de tomada de decisão e sistemas colaborativos. As principais ferramentas disponíveis foram analisadas sob o contexto de tecnologias abertas, tendo algumas características de resolução de problemas observadas. A proposta combina elementos do brainstorming em seu formato eletrônico e do método de apresentação de dados da tabela de estratégias, com referência nas funcionalidades de sistemas amplamente utilizados e que operam sobre a priorização das informações por pequenos grupos de usuários. Fundamentações teóricas foram desenvolvidas e funcionalidades chave destes sistemas voltados à resolução de problemas foram analisadas. Para fins de demonstração, um caso prático foi realizado no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, com ganhos e limitações encontradas no processo do software e da prática empregada.

com a finalidade de apresentar os ganhos e limitações encontradas com o uso da ferramenta.

Palavras-chaves: tomada de decisão, geração de alternativas, softwares colaborativos

ABSTRACT

Collaborative decision support systems: a proposal for combining methodologies in the generation of strategic alternatives

The work seeks to develop an experimental method in a Web software focused on decision-making, addressing more specifically the processes of gathering ideas and generation of alternatives. References in theory were used to support elements, processes and software technologies over the areas of decision-making and collaborative systems. The main tools available were analyzed in an open technology context. The proposal combines elements of brainstorming in its electronic format and the data presentation of the strategy table, seeking functionality in widely used systems that operate on the prioritization of information by small groups of users. Theoretical foundations are developed and key features of these systems are analyzed with a problem solving focus. For demonstration purposes, a case study was conducted in the Institute of Nuclear and Energy Research, presenting the advances and limitations encountered in the software process and the practice that was applied.

Keywords: decision-making, generation of alternatives, collaborative software

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	PROBLEMA E OBJETIVOS DE PESQUISA	11
3	METODOLOGIA	12
4	REFERENCIAL TEÓRICO	14
4.1	A geração de alternativas na qualidade das decisões	14
4.2	Métodos estruturados e a análise de decisões	17
4.3	Brainstorming e a criatividade na Web	21
4.4	Dados tabulados e análises multicritério	29
4.5	Fundamentações da análise multicritério	34
4.6	Sistemas de inovação e tecnologias abertas	41
4.7	Contribuições do modelo de perguntas e respostas	49
5	UMA PROPOSTA DE COMBINAÇÃO DE FERRAMENTAS DE TOMADA DE DECISÃO	54
5.1	Processos e arquitetura de informação	54
5.2	Avaliação por heurísticas de usabilidade	62
5.3	Implementação técnica	65
5.4	Caso prático de uso	72
5.5	Discussões, limitações e trabalhos futuros	86
6	CONCLUSÃO	92
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO WEB	101
	APÊNDICE B – RESPOSTAS DO FORMULÁRIO WEB	103

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação- ação.	12
Figura 2 – <i>Spider diagram</i> para quantificação de critérios de qualidade de decisão.	15
Figura 3 – Processo de análise de decisões	17
Figura 4 – Forma como as decisões são resolvidas	19
Figura 5 – Forma como as decisões deveriam ser resolvidas	20
Figura 6 – Exemplo de tabela de estratégia para alternativas de concepção de produto na área médica	32
Figura 7 – Espaço de critérios	37
Figura 8 – Fronteiras de eficiência para uma área de preferência linear	40
Figura 9 – Fronteiras de eficiência para pontos de preferência discretos . . .	41
Figura 10 – Modelo de inovação fechado	44
Figura 11 – Modelo de inovação aberto	45
Figura 12 – Fluxo de informações no processo proposto	55
Figura 13 – Relacionamentos entre problema e participante	55
Figura 14 – Relacionamento entre problema e critério	57
Figura 15 – Relacionamento entre problema e ideia	58
Figura 16 – Relações do voto com os demais elementos	59
Figura 17 – Diagrama de classes com os elementos e processos	60
Figura 18 – Exemplo de disposição de informações dos processos com refe- rência na tabela de estratégias	61
Figura 19 – Apresentação em formato de produto	69
Figura 20 – Tela inicial	74
Figura 21 – Tela do problema	75
Figura 22 – Ajuda teórica aos componentes de informação	76
Figura 23 – Itens na listagem de critérios	79
Figura 24 – Item na listagem de ideias	80
Figura 25 – Visualização de notificações	81
Figura 26 – Item na listagem de alternativas	84
Figura 27 – Relação de preferências dos usuários pelas alternativas	85
Figura 28 – Atendimento a um critério pelas alternativas	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Como os ganhos e perdas de produtividade ocorrem nos diferentes tipos de brainstorming	27
Tabela 2 – Desenvolvimento de critérios e alternativas na tabela de estratégias	38
Tabela 3 – Exemplos de critérios e seus tipos de quantificação	56
Tabela 4 – Diferenças entre os elementos na tabela e no processo proposto .	58
Tabela 5 – Diferenças e semelhanças entre MVC e MTV	66
Tabela 6 – Tecnologias utilizadas	67
Tabela 7 – Páginas de suporte	68
Tabela 8 – Estrutura de diretórios	70
Tabela 9 – Quantidade de arquivos e linhas de código do projeto	71
Tabela 10 – Critérios utilizados para avaliação do problema de internacionalização	78
Tabela 11 – Quantificação das ideias para cada critério	81
Tabela 12 – Alternativas coerentes com um contexto de baixa disponibilidade de recursos financeiros	82

1 INTRODUÇÃO

A tomada de decisão é um procedimento constante na vida humana, pois é comum que se precise assumir o papel de decisor em nossa vida profissional, pessoal e acadêmica, o que acaba por moldar a forma como as ações ao nosso redor são realizadas. Boa parte destas decisões são simples e possuem atributos bem definidos, e portanto não precisam de longos processos para serem tomadas, já que suas implicações não são significativas o suficiente para isso. Por conta desta dinâmica os procedimentos recebem menos atenção, e consequentemente uma análise dos componentes da decisão acaba também deixando de ser realizada.

Em situações particulares, no entanto, análises mais detalhadas são necessárias para que se possa decidir; embora sejam menos frequentes do que as decisões simples, as decisões de ordem complexa nos são igualmente comuns e importantes no cotidiano, mas muitas vezes elas deixam de ser feitas de forma analítica e consideram um conjunto de informações que pode ser melhorado. Segundo Keeney (2004, p. 194), a tomada de decisão é uma habilidade complexa, mas que pode ser desenvolvida por meio de assistência e orientação.

A disciplina de teoria de decisões trata um foco para este tipo de situação, com estudos que procuram entender os contextos e oferecer condições para que decisores possam lidar com variáveis mais complexas, numerosas, e naturalmente difíceis quando leva-se em conta a cognição humana para efetuar análises múltiplas. McNamee e Celona (2008) introduzem o conceito de tomada de decisão da seguinte forma:

A tomada de decisão é uma das coisas difíceis da vida. A verdadeira tomada de decisão ocorre não quando você sabe exatamente o que fazer, mas quando você não sabe. Quando é necessário equilibrar valores conflitantes, organizar situações complexas e lidar com reais incertezas, é quando se alcança a real tomada de decisão. E para tornar as coisas mais difíceis, as decisões mais importantes na vida pessoal ou profissional são normalmente aquelas que lhe colocam em situações que você menos sabe o que fazer. (MCNAMEE; CELONA, 2008, p. 1)

A evolução dos estudos sobre tomada de decisão resultaram em métodos analíticos para composição dos processos decisórios, que são ferramentas de caráter probabilístico ou determinístico, e que visam facilitar a decisão ao fragmentar o problema em porções menores e gerenciáveis. Isso possibilita que seja feita a comparação das alternativas disponíveis de uma maneira mais eficiente.

Assim como nas demais áreas de estudo, os adventos tecnológicos são capazes de redefinir e recontextualizar as ferramentas disponíveis. Muitas necessidades são complementadas e novas possibilidades passam a existir com a aplicação de novas tecnologias. No âmbito corporativo, por exemplo, Bloom et al. (2009, p. 4) afirma que os processos decisórios sofreram grandes transformações devido à alta disponibilidade da informação e puderam ser descentralizados em vários níveis hierárquicos, sem que houvesse uma perda do controle sobre a operação.

Entender a forma como é possível estruturar os problemas é crucial para que se possa conhecer sua complexidade e aplicar ferramentas adequadas a cada etapa. Neste contexto, a colaboratividade nos processos decisórios é um ponto de interesse por ser um tópico capaz de agregar muitas oportunidades frente às possibilidades tecnológicas. A Internet, os novos dispositivos móveis e as melhores velocidades de navegação possibilitam uma configuração de trabalho que ao pautar-se na comunicação encontrou eficiência e gerou novos mercados, apresentando assim uma infinidade de possibilidades de desenvolvimento de ferramentas de apoio.

Em decisões mais amplas existe a necessidade de facilitar a comunicação entre os envolvidos, gerar registros e subsidiar as ações a serem tomadas. No contexto tecnológico, as dinâmicas destas atividades passam a ser possíveis com sistemas de apoio à decisão que operam de maneira colaborativa. Sistemas que se propõem a esta atividade possuem diferentes objetivos, e algumas implementações são analisadas com a finalidade de identificar qualidades e padrões a serem aproveitados.

Uma importante etapa dos procedimentos de tomada de decisão consiste na geração de alternativas, uma fase em que a demanda por esforços criativos depende tanto do apoio que é dado ao decisor quanto da natureza da decisão. Verifica-se que existem oportunidades de desenvolvimento nesta área, e considera-se que a combinação dos conceitos de qualidade de decisão juntamente com as novas possibilidades de colaboração viabilizadas pelo desenvolvimento tecnológico possam oferecer bons recursos para a formulação de metodologias que contribuam para o aprimoramento da etapa de geração de alternativas no processo decisório. A experimentação de softwares e novos métodos de resolução de problemas com base em ferramentas atuais é um ponto defendido por Tausczik, Kittur e Kraut (2014), pois para que novos problemas tenham qualidade se torna necessário que novas soluções sejam propostas com base em plataformas de sucesso de funcionamento.

Neste trabalho é abordado o processo de embasamento teórico e de construção de uma ferramenta de software experimental que busca combinar conceitos de tomada de decisão juntamente com tecnologias e metodologias disponíveis

na atualidade. As referências trazidas para discussão focam no processo de estruturação de problemas e geração de alternativas frente à análise multicritério. Buscam investigar também as formas de se construir uma solução do ponto de vista dos modelos de mercado disponíveis e de linhas de ferramentas que têm sido apresentadas em estudos científicos nesta direção. Como forma de detalhar o processo de priorização das alternativas entre as interações de um sistema, procurou-se também utilizar alguns modelos matemáticos.

A fim de descrever a organização de dados e o fluxo de interações no sistema, o mapeamento dos processos envolvidos é feito em fluxogramas, representações de dados e relações entre as entidades criadas. No detalhamento técnico são apresentadas as ferramentas utilizadas e as tecnologias envolvidas, assim como a estrutura física de organização do projeto.

O modelo colaborativo envolvido inspira-se nas plataformas que obtiveram sucesso na angariação de contribuições e resolução de problemas, e que possuem resultados de usabilidade satisfatório e aplicado em grandes escalas. O crescente uso destes sistemas pela comunidade acadêmica chama a atenção para que suas qualidades na geração de conhecimento sejam aproveitadas em outras técnicas específicas.

Mesmo sabido que inúmeras dificuldades estão presentes tanto no aspecto técnico quanto colaborativo do desenvolvimento de uma solução deste tipo, propõe-se que o exercício de uma nova proposta traz ganhos com experiência e auxilia na formação da orientação de novos métodos e ferramentas.

2 PROBLEMA E OBJETIVOS DE PESQUISA

O problema a ser considerado consiste na melhoria das formas não presenciais de geração de alternativas para decisões estratégicas, e que utilize perspectivas como as de Butler, Scherer e Reiter-Palmon (2003), Keeney (2004) de que é possível auxiliar o decisor ao fornecer meios de entendimento sobre os componentes do problema.

Embora existam muitos métodos disponíveis para melhorar a tomada de decisão, as abordagens deixam lacunas sobre a geração de alternativas, e a investigação de como as novas formas de produção de conteúdo colaborativo podem auxiliar neste processo consiste em um campo de oportunidades de estudo que pode envolver abordagens práticas e teóricas.

Partindo do problema acima apresentado, como objetivo geral estabeleceu-se a formulação de um produto de software que busque auxiliar um conjunto de decisores a respeito de um problema, e a realização de seções de experimentação participativa com a finalidade de discutir seu comportamento e experiência de uso.

Como objetivos específicos estabeleceu-se que:

1. O software deveria tomar como inspiração o modelo de perguntas e respostas;
2. Estruturar as tratativas do problema em torno dos elementos mais básicos que compõe um processo decisório, ou seja, problemas, objetivos (critérios), ideias (soluções para o problema); avaliação das ideias em relação aos objetivos; alternativas compostas a partir da composição de ideias, desempenho das alternativas em relação aos objetivos;
3. Solução participativa via rede para apresentação das ideias e possibilidade de votação tanto das ideias como das alternativas;
4. Implementação de uma interface intuitiva;
5. Avaliação da experiência de uso do software pelos usuários.

3 METODOLOGIA

A linha metodológica deste trabalho se dá em um modelo de pesquisa-ação, com características próprias do método como a prática inovadora em um formato participativo e intervencionista sobre tópicos problematizados. Esta forma de pesquisa é definida por Grundy e Kemmis (1982 apud TRIPP, 2005, p.447) como a “identificação de estratégias de ação planejada que são implementadas e, a seguir, sistematicamente submetidas a observação, reflexão e mudança”.

A pesquisa-ação faz parte de uma abordagem genérica denominada de investigação-ação, que consiste em qualquer ciclo de ação prática e investigativa sobre um problema, e que utiliza o aprendizado obtido ao longo do processo em âmbito de avaliação para melhoria da prática. A iteração representada na figura 1 é aplicável a diversos outros métodos que variam em práticas, objetivos e limitações.

Figura 1 – Representação em quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.

Fonte: Tripp (2005, p. 446)

Conforme colocado por Thiollent (2011, p. 164), embora o modelo seja utilizado com mais frequência nas áreas de educação e ciências sociais aplicadas, áreas tecnológicas como a de sistemas de informação também têm sinalizado a necessidade de incorporar esta prática de pesquisa.

A implementação do produto de software deve também ser apoiada por modelagem de dados com o mapeamento dos elementos de tomada de decisão, e utilizar a orientação a objetos e diagramação UML para representação de seu

formato. Parâmetros de usabilidade devem ser verificados com a finalidade de se obter consistência em sua interface com o usuário, e sua implementação técnica e padrão de arquitetura esclarecidos segundo as tecnologias e métodos utilizados.

Para o contexto deste trabalho, o desenvolvimento consiste nas seguintes frentes de trabalho:

- Busca de subsídios teóricos para os conceitos apresentados sobre processo decisório, brainstorming, tabela de estratégias, análise multicritério, tecnologias livres e novas ferramentas colaborativas voltadas à resolução de problemas;
- Análise dos recursos implementados em ferramentas voltadas à construção colaborativa de ideias e resolução de problemas, levando em consideração suas qualidades e limitações.
- Desenvolvimento de um sistema de apoio que busque atender os tópicos do problema de pesquisa com relação à geração de alternativas estratégicas em âmbito colaborativo;
- Apoio de questões administrativas do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares por meio do sistema e usuários familiarizados com os problemas abordados;
- Avaliação dos resultados obtidos com a finalidade de identificar melhorias na proposta de prática colaborativa e seu modelo de aplicação.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A geração de alternativas na qualidade das decisões

A qualidade das decisões tem sido por décadas um tema recorrente no campo da teoria e análise de decisões, e autores como Howard e Ronald (1988), e Matheson e Matheson (1998) procuraram fundamentar o processo decisório como um fator crucial para a tomada de uma boa decisão.

Conforme trazido por McNamee e Celona (2008, p. 42), boas decisões não são o mesmo do que bons resultados. Uma decisão bem tomada é logicamente coerente com as alternativas e informações apresentadas, e constituem uma caracterização importante sobretudo do ponto de vista estratégico, quando os resultados são constatados somente a longo prazo e planos de ação precisam ser elaborados mesmo com a presença de alguns riscos.

Os elementos clássicos de uma decisão de qualidade são sintetizados por McNamee e Celona (2008) com uma perspectiva de mensuração oferecida pelo *spider diagram* da figura 2, um gráfico radial em que cada um dos seis itens de qualidade é uma fatia a ser preenchida segundo os critérios de satisfatoriedade colocados pelos autores: (1) definição do problema, (2) geração de alternativas criativas e factíveis, (3) informações confiáveis e significativas, (4) valores e resultados claros, (5) raciocínio logicamente correto, (6) comprometimento para agir.

Figura 2 – *Spider diagram* para quantificação de critérios de qualidade de decisão.

Fonte: Matheson e Matheson (1998, p. 27, tradução livre do autor)

Os autores exploram o item (2) referente à geração de alternativas com a premissa de que a qualidade da decisão é diretamente limitada pelas alternativas que são consideradas. Um bom conjunto de alternativas passa a ser definido por outros seis fatores: criatividade, factibilidade, diversidade, coerência, convencibilidade e completude.

Desta forma, embora seja possível constatar referências sobre a importância de um bom conjunto de alternativas, Dacorso e Yu (2005, p. 14) apresentam a geração de alternativas como uma etapa crítica, pouco estudada, e que exigem o desenvolvimento de mecanismos específicos para geração de bons resultados. Neste sentido utiliza-se também as observações de Butler, Scherer e Reiter-Palmon (2003), de que se pode melhorar consideravelmente a qualidade das alternativas à medida em que se auxilia o decisor.

Ainda segundo Parnell et al. (2013, p. 63), e Del Missier, Visentini e Mantyla (2015, p. 5), uma boa opção só pode pertencer a um bom conjunto de alternativas. De forma correspondente, para McNamee e Celona (2008, p. 257) uma alternativa de má qualidade provavelmente fará parte de um conjunto ruim de

alternativas.

Como também é necessário que conjuntos de alternativas sejam definidos coletivamente, diferentes métodos são propostos para que se possa ajudar equipes a decidir. Seeber et al. (2015) identificam as boas contribuições que os estudos sobre geração de alternativas deram à tomada de decisão, mas pontuam a falta de abordagem a um momento do processo decisório chamado de convergência que ocorre logo após o levantamento das alternativas:

[...] o objetivo da convergência é ter um menor conjunto de ideias esclarecidas em que a equipe tem um entendimento compartilhado. [...] Enquanto pesquisas significativas têm sido conduzidas sobre geração de ideias em equipes utilizando sistemas manuais e computacionais, só recentemente os pesquisadores começaram a focar na convergência das equipes. (SEEBER et al., 2015, p. 581)

É considerado que a convergência citada por Seeber et al. relaciona-se fortemente com o processo de priorização das ideias do ponto de vista técnico, o que pode ocorrer colaborativamente e segundo critérios já definidos. Neste momento é possível notar que se os critérios forem incertos a priorização também poderá falhar em oferecer a melhor análise coletiva para o problema, pois há o risco dos envolvidos não serem orientados adequadamente e utilizarem parâmetros imprecisos para avaliar o problema.

Por exemplo, se o problema tratado for de ordem política, um dos aspectos comuns de se observar é o nível de consenso dos envolvidos com a decisão final. Se considerarmos este item como um critério para se tomar a decisão, fará pouco sentido deixarmos de analisar outros aspectos como o investimento necessário, a visibilidade política e o impacto social da decisão. Neste caso, é possível utilizar o conceito de que uma boa decisão política deve ter um alto nível de consenso entre os participantes, um baixo investimento necessário, boa visibilidade política e impactos sociais significativos. Outro decisor com diferentes objetivos pode aplicar conceitos muito diferentes aos mesmos critérios.

Deste modo, o formato de análise proposto no *spider diagram* consiste em uma maneira prática de se avaliar e uniformizar as decisões sobretudo em análises coletivas. O modelo orienta para que um bom nível de esclarecimento das informações seja atingido, e também compõem diretrizes aplicáveis a etapas específicas dos processos decisórios.

Ao longo do trabalho os pontos da qualidade de decisões serão frequentemente retomados, pois considera-se que ao propor um sistema que aborde práticas decisórias é também possível utilizar algumas percepções como premissas para seu

funcionamento, especificando quais critérios são mais significativos para cada parte de um fluxo estruturado.

4.2 Métodos estruturados e a análise de decisões

A análise de decisões é uma escola de fundamentos que estabelece uma linha de aperfeiçoamento de decisores para metodologias e ferramentas, abordado por Keeney (2004, p. 197) como métodos e processos que atendem 4 critérios:

1. estruturação do problema, especificação de seus objetivos e alternativas;
2. especificação das consequências e descrição do quanto cada alternativa interfere em cada objetivo;
3. avaliação de cada uma das consequências para indicar quais são melhores do que outras, incluindo a quantificação de suas diferenças;
4. integração das informações dos três primeiros critérios de forma a avaliar as alternativas de maneira lógica.

Uma abordagem que engloba os itens acima é representada por Howard e Ronald (1988) em forma de processo na figura 3. Ela ilustra a iteração de passos desde a definição do problema até a ação a ser tomada. De acordo com esta perspectiva, deve sempre existir uma análise partindo de um problema real e sua modelagem formal, juntamente com a avaliação das informações trazidas ao processo para certificar que a alternativa escolhida não é somente logicamente correta mas também persuasiva o suficiente para que exista comprometimento para agir de acordo com ela. Este processo ocorre em um ciclo de refinamentos das informações que varia com as orientações de cada metodologia.

Figura 3 – Processo de análise de decisões

Fonte: Howard e Ronald (1988, p. 680, tradução livre do autor)

Ao mesmo tempo que Keeney (2004) dá um enfoque aos procedimentos dos métodos estruturados, os conceitos apresentados por McNamee e Celona (2008)

definem os critérios a serem atendidos por um bom processo decisório. Através da comparação destes conceitos, entende-se que a qualidade de uma decisão relaciona-se profundamente sobre a forma como o problema é estruturado. Ao mesmo tempo em que as informações são definidas e classificadas com a finalidade de análise, ocorre também a definição dos critérios.

Esta natureza iterativa das formas de resolução de problemas apresentada por Howard e Ronald permite também um olhar sistêmico sobre os elementos da análise de decisões. Keeney (2004, p. 200) também assume processos cíclicos em sua discussão quando cita que “devem existir muitas interações entre os passos para se resolver uma decisão”. Alinhando as informações trazidas por ambos os autores nota-se que enquanto Howard e Ronald (1988) discute mais sobre os fluxos de um processo, Keeney (2004) aborda as características de cada etapa e elementos que o compõe.

É possível colocar que os critérios de qualidade de decisões citados em McNamee e Celona (2008) suportam estes procedimentos e estabelecem premissas como raciocínio logicamente correto e o uso de informações confiáveis e significativas. Outros critérios podem ser aplicados de forma mais específica, como por exemplo a estruturação do problema como sua formalização estruturada, e a geração de alternativas criativas e factíveis durante o processo de integração e avaliação das informações.

Esta argumentação possibilita a observação de que os critérios de uma decisão de qualidade relacionam-se com os processos estruturados. Desta forma considera-se que um método de análise de decisões deve permitir que os participantes do processo possam a qualquer momento desenvolver informações dentre os diferentes escopos de informação, sem ordem definida entre as definição do critério, das ideias e das alternativas.

Keeney (2004) constata ainda que embora existam muitas abordagens para o desenvolvimento de soluções de problemas complexos, há uma dificuldade em se estruturar problemas mais simples cuja resolução possui resultados esperados mais vantajosos. Esta situação é representada pelo autor na figura 4, em que uma amostragem de 10.000 decisões aleatórias é dividida em diferentes parcelas de tratamento para obtenção dos resultados desejados.

Figura 4 – Forma como as decisões são resolvidas

Fonte: Keeney (2004, p. 195, tradução livre do autor)

Segundo esta divisão, somente uma menor parte dos problemas é de fato submetido a uma análise sistematizada, e proporções menores destas partes são resolvidas de acordo com análises direcionadas sobre cada aspecto. O autor sugere que grande parte das ferramentas não se preocupam em discutir as reais complexidades envolvidas e acabam por simplificar demais os problemas, deixando de estabelecer critérios e de gerar discussões que podem modificar a percepção sobre cada alternativa disponível. Realizar o processo completo sobre um problema garante pelo menos que haverá diferentes abordagens sobre seus aspectos, e torna possível o desenvolvimento de uma solução que use orientações específicas de análise.

Com este ponto de vista, o autor busca esclarecer seu raciocínio defendendo que com a análise de decisões é possível melhorar a forma de resolver um problema, ajustando o fluxo da figura 4 para um formato mais robusto em que cada aspecto tem sua importância aumentada e é capaz de resolver mais problemas conforme representado pela figura 5.

Desta forma, das 10.000 decisões, uma parcela pequena consiste em

problemas complexos e com real necessidade de um tratamento sistemático. Dentre estes ainda, um maior número pode ser resolvido em seu processo de estruturação, seja ao esclarecer o problema e objetivos, descrever as consequências e criar alternativas. Pouquíssimos problemas são resolvidos em situações muito problemáticas como na realização de acordos ou na abordagem de incertezas, riscos e tolerâncias.

Figura 5 – Forma como as decisões deveriam ser resolvidas

Fonte: Keeney (2004, p. 196, tradução livre do autor)

Como forma de auxiliar o desenvolvimento de metodologias, Jonassen (1997, p. 67) propõe uma classificação de problemas em escalas que vão desde os quebra-cabeças, problemas bem estruturados até os problemas mal estruturados. Esta é uma métrica contínua que classifica respectivamente as formas de obtenção de uma solução desde a convergência das alternativas para uma solução assertiva até a completa descontextualização das informações.

Ao propor um processo específico para problemas mal estruturados, o autor identifica que as principais características destes problemas são a presença de incertezas, falta de objetivos, alta quantidade de soluções possíveis, e inconsistências na definição das relações entre seus conceitos. Embora as análises verificadas até então procurem melhorar estes pontos para o tomador de decisão, o

ponto trazido por Jonassen relaciona-se com a natureza inerente de cada tipo de problema; ou seja, em um alto grau de independência entre as formas de resolvê-los. Algumas das decisões necessárias são naturalmente complicadas e repletas de desconhecimentos, e um dos desafios dos métodos estruturados está em identificar as melhores maneiras de se lidar com estas incertezas.

Portanto, assume-se que a qualidade de um método estruturado para resolução de problemas apoia-se em sua objetividade e boas condições de estruturação das informações, possibilitando que esforços direcionados nos elementos indicados por Keeney (2004) para as decisões que necessitam de análise sistematizada. Seguindo a linha do autor, um problema complexo tem melhores chances de ser resolvido no processo de melhora da definição do problema, objetivos, consequências e alternativas.

4.3 Brainstorming e a criatividade na Web

Utilizada desde a década de 1940, o *brainstorming* é uma das mais bem conhecidas técnicas de suporte à criatividade e solução de problemas em grupo, com diversas variações e derivativos da descrição inicial feita por Osborn (1957). Embora possua procedimentos e critérios especificados, o termo tornou-se bastante difundido e acaba sendo atribuído a qualquer processo criativo ou discussão que tenha o propósito de levantamento de ideias:

A palavra brainstorming tem sido interpretada com uma variedade de significados populares. Para alguns ela simplesmente significa uma reunião com discussões casuais com o objetivo de obtenção de algumas ideias. Alguns acreditam que o termo brainstorming é a mesma coisa que a geração de ideias. Para outros, brainstorming é um tratamento universal (a única forma de ser criativo) ou sinônimos de todo o processo CPS [solução criativa de problemas]. Para outros, foi utilizada como termo pejorativo implicando uma perda de tempo. (ISAKSEN, 1998, p. 3)

A técnica é definida em seu formato original como nada mais do que uma conferência sobre a criatividade que resulta em uma lista de ideias que deve ser submetida a uma segunda análise posterior. Osborn (1957) utilizava estas conferências como fonte criativa no ramo publicitário, e foi consistente em relação a diversas variáveis do processo, tal como sua conceituação, procedimentação, definição do papel do facilitador, comportamento desejado dos participantes, tamanho do grupo e resultados esperados. As principais regras estabelecidas pelo autor para a conferência são as seguintes:

- Não criticar ou reprovar outras ideias, somente complementá-las ou incentivá-las. O julgamento deve ser deixado para uma fase posterior, pois o primeiro propósito é angariar um grande número de opções.
- Não deixar de receber nenhuma ideia, por mais diferente e incomum que ela seja. Não deve existir preocupação com críticas no recebimento da ideia por parte dos participantes.
- Gerar a maior quantidade de ideias possível, pois assim é mais provável que se tenham boas ideias.
- Agregar ideias parecidas, exercitando a abstração e colaboração entre os participantes.

Uma linha de estudos feitos especificadamente sobre geração de ideias têm evidenciado que uma boa decisão está bastante relacionadas ao número de boas ideias disponíveis. De acordo com Diehl e Stroebe (1987, p. 497), um valor comumente utilizado para medir a qualidade de uma sessão de geração de ideias em experimentos é o valor médio de qualidade das ideias resultantes conforme avaliado pelos participantes. Já os autores examinados por Del Missier, Visentini e Mantyla (2015, p. 5) reforçam a prerrogativa de que um bom número de alternativas de qualidade é crucial para que uma boa decisão possa ser tomada, e acompanha o critério de diversidade das alternativas definido por McNamee e Celona (2008, p. 257), que assume a qualidade como a originalidade e completude de uma solução.

A ausência de críticas e recepção de qualquer ideia durante o processo de levantamento de ideias se baseia no pressuposto de que com a redução da inibição social é possível que os participantes obtenham melhores resultados de elaboração e colaboração no problema. Mongeau e Morr (1999) argumentam que isto ocorre quando o participante deixa de preocupar-se com a forma como a sua ideia será recebida pelo grupo, e passa a construir sobre as ideias de outras pessoas ao mesmo tempo que assume uma posição receptiva quando o mesmo é feito sobre as suas próprias.

Embora Osborn (1957) afirme que as conferências do brainstorming são mais produtivas do que práticas individuais para geração de ideias, o autor também deixa clara a importância do trabalho individual, pois qualquer que seja a modalidade do método, a qualidade das ideias sempre exige um alto grau de dependência do esforço individual dos participantes. Neste âmbito, Mongeau e Morr (1999, p. 14) discutem a visão de Osborn a respeito da importância de criação de um espírito competitivo e de rivalidade amigável entre os participantes, observando que

“esta motivação conta mais no sentido ideacional do que em quase qualquer outra função mental porque a criatividade depende muito mais da aplicação de esforço”¹ (OSBORN, 1957, p. 83).

Em sistemas mais atuais voltados à resolução de problemas, Lam, Karim e Riedl (2010), Chandler e Kapelner (2013), e Anderson et al. (2013) discutem como as políticas meritocráticas de pontuação possuem um impacto positivo em comunidades de produção de conhecimento. Os autores desenvolveram evidências de que ambientes competitivos com elementos de jogos são aspectos motivacionais importantes para que estas ferramentas tenham alcançado sucesso em seu propósito.

Osborn prevê também a figura de um facilitador, que é necessário para mediar a interação do grupo com os princípios e regras do método. O papel recomendado é o de apoio e sem interferências, com intervenções somente quando o grupo tem um bloqueio de produção e não consegue mais produzir ideias. São válidas também outras inferências sobre a produtividade, como quando uma quantidade excedente de esforços for direcionada para um único aspecto do problema e já é necessário que o grupo enfatize outros elementos de discussão.

Em um primeiro momento, Osborn afirmava que um grupo praticando o brainstorming poderia gerar até o dobro de ideias do que se o fizesse individualmente. Publicações como as linha de Taylor et al. (1958), no entanto, têm buscado contestar estas informações com a análise de diferentes variáveis do processo, tais como o tamanho do grupo, a quantidade de ideias, o papel do facilitador, e outros. Segundo Isaksen (1998, p. 6), a análise empírica de Taylor et al. constitui um modelo comumente seguido por estudos que desaprovam o uso da ferramenta por meio da comparação entre a geração de ideias individual e em grupo. Os aspectos abordados se concentram sobre o ‘brainstorming verbal’ – conforme visto na proposta inicial de Osborn, e o ‘brainstorming nominal’ – modalidade em que os participantes geram as ideias individualmente para depois validá-las coletivamente – um processo que foi proposto inicialmente por Delbecq e Van de Ven (1971).

Diehl e Stroebe (1987, p. 498) discutem que mesmo quando os participantes estão orientados sobre o adiamento do julgamento, eles ainda podem apresentar uma apreensão na avaliação de suas ideias pelo grupo, e por conta disso acabam com sua criatividade inibida. Evidências são encontradas de que esta interferência ocorre mais em ambientes de alto criticismo – ou seja, se os participantes têm consciência que os demais possuem bons conhecimentos para avaliar as ideias que

¹ Texto original: “Such motivation counts more in ideation than in almost any other mental function because the creativity more largely depends on application of effort”.

são fornecidas.

Os conceitos psicossociais que levam à redução de motivação na participação são abordados por diversos autores que abordam a ideia de *social loafing*, que é definido como a “redução da motivação e esforço quando indivíduos trabalham coletivamente comparado a quando eles trabalham individualmente ou coativamente”². (KARAU; WILLIAMS, 1993, p. 681). Diehl e Stroebe (1987, p. 497), Isaksen (1998, p. 21), e Mongeau e Morr (1999, p. 19) discutem as principais razões deste fenômeno, e identificam interferências como o *free riding* – a economia de esforço ao se ‘pegar carona’ na ideia de outro, e o *sucker effect* – a desmotivação causada pela percepção de que os outros participantes não aplicam igual esforço na elaboração das ideias.

Outras possíveis causas também são citadas por Isaksen (1998, p. 21), como a diferente influência ou ‘impacto social’ de um participante no grupo por aspectos hierárquicos ou carismáticos; assim como a diminuição da identificabilidade de autoria das ideias, quando os participantes não fazem mais contribuições por aproveitar a sensação de anonimato quando permanece em silêncio devido a um grupo de grande tamanho. Estas causas fazem com que os usuários desmotivem-se e diminuam o volume de contribuições.

Os experimentos conduzidos por Taylor et al. foram as primeiras comparações realizadas entre o brainstorming verbal e nominal. A respeito deste estudo, Isaksen e Gaulin (2005, p. 316) afirmam que “como os grupos nominais permitem que os participantes trabalhem sozinhos [. . .], [os autores] minimizaram qualquer potencial perda que ocorre quando grupos interagem de verdade”.

Dentre as limitações estruturais está o conceito de ‘bloqueio de produtividade’, que ocorre principalmente devido ao tempo de fala. Como os participantes devem falar um de cada vez, um dos ouvintes pode ter complementos a serem colocados que poderiam melhorar a ideia, mas acaba não o fazendo por falta de memorização da articulação mental até o momento de sua fala. A composição do grupo também tem um papel importante, pois alguns participantes podem já conhecer o problema mas precisam acompanhar o aprendizado dos demais, o que cria um ambiente monótono e prejudica a linha de raciocínio individual.

Para Isaksen (1998, p. 13), a orientação contrária ao brainstorming de Diehl e Stroebe faz parte de um paradigma que foca a análise sobre a perda da criatividade e comparação entre grupo e indivíduo, mas que não chega de fato a realizar os procedimentos do brainstorming. Este viés de análise deixa de lado o

² Texto original: “Formally, *social loafing* is the reduction in motivation and effort when individuals work collectively compared with when they work individually or coactively.”

desenvolvimento do caráter produtivo da ferramenta, da busca pela redução de interferências no grupo, e das possíveis flexibilizações do método para outras formas de melhoria da geração de criatividade. O autor constata que boa parte dos estudos sobre o brainstorming possui forte influência da linha de Taylor et al., e apresentam problemas com as evidências obtidas e o baixo nível de apego dos testes aplicados aos procedimentos básicos do brainstorming descritos por Osborn (1957).

Ao longo dos anos o brainstorming naturalmente atualizou-se com as possibilidades tecnológicas, e fez-se presente em soluções direcionadas ao compartilhamento e desenvolvimento de informações por meio de mídias e ambientes computacionais. Novas possibilidades são apresentadas segundo a formação de grupos virtuais, que são comumente definidos em bibliografia como aqueles em que a comunicação é mediada por recursos tecnológicos e cuja dinâmica permite a superação de barreiras principalmente temporais e geográficas (MARTINS; GILSON; MAYNARD, 2004, p. 807).

A bibliografia analisada por Khan (1997, p. 170) traz alguns exemplos de implementação de ferramentas em ambiente Web que auxiliam na geração de criatividade, e também podem ser utilizadas no formato do '*brainstorming* eletrônico'. O autor observa que a simples prática de escrita dos participantes sobre uma linha de raciocínio ajuda no efeito criativo, sobretudo se os tópicos abordados forem colocados em forma de lista e comparados com outras listas de outros participantes.

Já Michinov (2012, p. E235) faz a comparação entre o brainstorming eletrônico e escrita livre de anotações, e embora as técnicas se assemelhem muito quando é requerida a atenção dos participantes sobre as ideias dos outros, o brainstorming eletrônico gera uma maior satisfação do grupo quando o quesito é a sinergia entre as ideias. Gallupe et al. (1992) afirma que o número de ideias resultante do processo também é maior em ambiente virtual.

Ao recuperar as observações sobre a perda de produtividade do brainstorming, nota-se que existe um contraponto entre a estrutura de questionamentos do brainstorming segundo Taylor et al. (1958) e as possibilidades oferecidas pelo brainstorming eletrônico. Isaksen e Gaulin (2005, p. 318), Dennis, Minas e Bhagwatwar (2011, p. 144) e Lindblom, Aiken e Vanjani (2009, p. 32) identificam em outras linhas de estudo que as principais vantagens do brainstorming eletrônico relacionam-se com:

- a minimização do bloqueio de produção utilizando o aumento do anonimato;
- redução da apreensão da avaliação;

- mitigação de julgamentos inapropriados dadas as melhores condições de elaboração das ideias;
- possibilidade de trabalho simultâneo;
- registro das atividades do grupo;
- identificação de ideias duplicadas.

Nota-se que o tamanho do grupo é determinante na relação com a sua produtividade, e o estudo da produtividade de um grupo segundo seu tamanho é realizado por Olson (1971, p. 44), que discute a ideia de que em pequenos grupos é mais provável que exista um interesse em comum entre os membros, o que faz com que o valor percebido de cada contribuição seja melhor notado e reconhecido; enquanto em grupos grandes os membros raramente contribuem por conta própria sem algum motivador externo.

Dennis (2008, p. 330) identifica alguns recursos de ganho de produtividade nas modalidades do brainstorming, tal como a sinergia – quando uma ideia é capaz de incentivar a geração de outra ideia, e o da facilitação social – quando a presença de uma pessoa é capaz de afetar a performance de outra. A compilação dos estudos analisados pelo autor é apresentado na tabela 1:

Tabela 1 – Como os ganhos e perdas de produtividade ocorrem nos diferentes tipos de brainstorming

Recurso	Brainstorming nominal	Brainstorming verbal	Brainstorming eletrônico
Ganho: Sinergia	Nenhuma	Aumenta com o tamanho do grupo	Aumenta com o tamanho do grupo
Ganho: Facilitação social	Depende da estrutura do grupo	Algum efeito	Algum efeito
Perda: Bloqueio de produtividade	Nenhum	Aumenta com o tamanho do grupo	Nenhum
Perda: Apreensão de avaliação	Nenhum	Aumenta com o tamanho do grupo	Nenhum
Perda: <i>Social loafing</i>	Depende da estrutura do grupo	Aumenta com o tamanho do grupo	Aumenta com o tamanho do grupo
Perda: Interferências cognitivas	Nenhuma	Aumenta com o tamanho do grupo	Algum efeito
Perda: Velocidade da comunicação	Algum efeito	Nenhuma	Algum efeito

Fonte: Dennis (2008, p. 331, tradução livre do autor)

Ao propor modelos de conferência para projetos de nível global, Binder (2007, p. 118) define as possibilidades do brainstorming eletrônico entre os modelos síncrono e assíncrono. O primeiro tipo caracteriza-se pelo acompanhamento de todos os participantes em uma reunião online, e beneficia-se dos princípios básicos do brainstorming ao fazer a exposição imediata de pontos de vista em tempo e espaço. Já o segundo tipo possui vantagens como a independência de horários, e requer a organização e monitoramento das informações por um mediador. Para o autor, a modalidade assíncrona é mais apropriada para decisões estratégicas em que vários especialistas precisam ser consultados sobre determinado assunto.

Algumas dificuldades são observadas por Tausczik, Kittur e Kraut (2014, p. 2) a respeito da prática de resolução de problemas em grupo, tal como a falta de foco e sujeição a vieses por parte dos participantes. O autor sugere que o uso de ferramentas mediadas por computador pode amenizar estas interferências ao tornar a discussão mais voltada a somente um objetivo. Martins, Gilson e Maynard (2004, p. 809) analisam as variáveis possíveis que interferem no resultado de uma dinâmica de grupo virtual, e especificam que as condições iniciais mais importantes de serem observadas são o tamanho do grupo, o conhecimento, habilidades e capacidades

dos participantes, a tecnologia utilizada, e a natureza da tarefa atribuída.

Para direcionar a construção de novas ferramentas que utilizam o brainstorming eletrônico, Krätschmer et al. (2002, p. 123) propõem alguns requisitos baseados no próprio método e sobre os modelos cognitivos de desenvolvimento de criatividade. Como orientações de implementação da técnica virtualmente, o autor afirma que o design de novas ferramentas deve se preocupar em manter as vantagens empiricamente comprovadas do brainstorming eletrônico, tais como:

- fornecer a possibilidade de anonimato – e aqui considerado principalmente a etapa de priorização com votações;
- fornecer um registro de atividades, disponibilizando a memória e histórico das ações para os participantes – e para que assim seja possível conhecer as formas pelas quais os resultados foram obtidos;
- reduzir os custos de interação dos participantes, regulando o tempo e o esforço utilizado para gerar novas contribuições – estimulando a discussão quando ela é insuficiente, aproveitando-a bem quando ela é produtiva, e partindo para outro foco quando ela já é suficiente;
- reduzir a carga cognitiva sobre os participantes, utilizando meios de abstração que exijam menos esforços de memorização, tornando as informações facilmente recuperáveis e de forma visual;
- promover a sensação de eficiência e satisfação para com os usuários, demonstrando o progresso do processo.

Embora seja possível encontrar evidências na literatura sobre as vantagens do brainstorming eletrônico, não é possível afirmar que haja consenso da comunidade acadêmica a respeito da superioridade entre os brainstorming verbal, eletrônico ou nominal. Paulus et al. (2015, p. 17), por exemplo, realizam um experimento que compara a escrita colaborativa segundo o brainstorming assíncrono, e verificam que “a questão mais importante não é quando a escrita de um grupo ou de um indivíduo é melhor, mas qual a melhor combinação entre grupo e indivíduo para geração de ideias.”. Segundo Tausczik, Kittur e Kraut (2014, p. 356), “o meio pelo qual um grupo se comunica pode também reduzir ineficiências; usar comunicação mediada por computador tem mostrado como as discussões dos estudantes se mantêm focadas nas atividades”.

Assim, interpreta-se que o brainstorming eletrônico seja um bom caminho nesta linha de experimentação, pois ele é capaz de subsidiar diferentes combinações

de trabalho individual e coletivo, e apresenta a possibilidade de geração de um maior número de ideias. Embora exista uma linha de estudos que questionam sua eficiência, há evidências de que o brainstorming eletrônico pode melhorar os problemas do brainstorming nominal e verbal. A análise detalhada desta ferramenta é coerente para a proposição de novas formas de implementá-la, e para contribuir com a concepção de produtividade em grupos não presenciais de acordo com os conceitos de análise de decisão.

4.4 Dados tabulados e análises multicritério

A utilização de critérios tem sido por décadas um objeto de estudo bem explorado nos campos de gestão e operações, e reflete-se principalmente na disciplina de análise multicritério (STEWART, 1992, p. 569). Deste campo de estudo partiram recursos suficientes para a composição de diferentes mecanismos de análise de problemas, tornando seu uso popular e bem difundido.

[A análise multicritério] é a abordagem que explicitamente leva em consideração as vantagens e desvantagens de uma pluralidade de pontos de vista [...] com uma intuição bastante relacionada ao modo como os seres humanos sempre têm tomado decisões. Consequentemente, apesar da diversidade de abordagens, métodos e técnicas, os ingredientes básicos da análise multicritério são muito simples: um conjunto finito de ações (alternativas, soluções, planos de ação, ...), ao menos dois critérios, e, obviamente, ao menos um decisor (FIGUEIRA; GRECO; EHROGOTT, 2005, p. xxii, tradução livre do autor).

Segundo Baker et al. (2001, p. 4), as alternativas devem ser avaliadas de acordo com os objetivos em formato de critérios, sendo a melhor alternativa aquela que melhor se adequa ao conjunto geral de objetivos. Os critérios devem ser definidos com a ajuda dos decisores, e medir aspectos significativos do problema para com a decisão a ser tomada. Algumas premissas são importantes de serem mantidas ao longo do processo:

- as alternativas devem ser capazes de diferenciar substancialmente as alternativas;
- o conjunto de alternativas deve formar uma completude frente aos objetivos visados;
- deve haver operacionalidade e significância frente à implicação das alternativas;
- as alternativas não devem ser redundantes entre si;

- as alternativas devem ser definidas em quantidade razoável e preferencialmente pequena.

Em ampla discussão sobre a aplicação de métodos multicritério, Stewart (1992, p. 569) observa que à medida que o método passou a ser utilizado para decisões estratégicas, tornou-se também cada vez mais impreciso; o que é um fator de dificuldade para as implementações de soluções na área. Ao abordar a implementação de resoluções de problemas computacionalmente, Geoffrion, Dyer e Feinberg (1972, p. 357) afirmam que “uma das obstruções mais comuns para as implementações de técnica matemáticas para problemas reais é a presença de múltiplos critérios”.

Para Moskowitz (1992, p. 362), à medida que os estudos sobre métodos multicritério avançaram, houve também um abandono de definições hipotéticas sobre problemas bem estruturados, e mais investimento nas formas de auxílio à tomada de decisão sobre problemas reais. Esta mudança evidenciou a necessidade de desenvolvimento de novas formas de comunicação e representação das informações, assim como promoveu o desenvolvimento de processos decisórios de forma completa, com abordagens que vão desde a definição até a implementação de solução do problema.

Dentre estas propostas sistêmicas tem-se o exemplo do AHP, o *Analytic Hierarchy Process*, proposto por Saaty (2008), e que se baseia na psicologia cognitiva para promover a comparação sucessiva de análise de critérios e alternativas entre os decisores. O método aborda os tópicos de Baker et al. e possibilita que um grupo identifique diferenças, semelhanças e viabilidade das alternativas. As informações presentes em cada critério também oferece a noção de completude das alternativas.

Em revisão bibliográfica sobre este método, Ishizaka e Labib (2011) identificam que a maioria das aplicações ocorre em âmbito próximo ao operacional, e selecionam diversos casos de uso recentes que envolvem bancos, sistemas de produção, avaliação de operadores, seleção de medicamentos, seleção de plantas industriais, avaliação de softwares, avaliação de performance de websites, e muitos outros.

Ao se deparar com um problema, as pessoas tendem em um primeiro momento a fazer uma análise de similaridades com outras informações já presentes em sua memória, e geram associações de longo e curto prazo (KELLER; HO, 1988 apud DACORSO; YU, 2005, p. 5) de acordo com a disposição das informações. Lembrando que a forma como um problema é apresentado é um atributo essencial para descrever a forma como um problema pode ser resolvido (JONASSEN, 2003,

p. 365), faz sentido desenvolver melhores formas de organizar as informações do problema de modo a favorecer a recuperação mental por similaridade entre os aspectos das alternativas.

Neste aspecto as funcionalidades requisitadas por Krätschmer et al. (2002, p. 123) tornam-se úteis, pois ao mesmo tempo em que é necessário reduzir o custo de interação e esforço cognitivo dos participantes, é preciso também fornecer uma apresentação visual que favoreça a comparação das informações e desperte processos mentais de resolução de problemas.

Nos processos decisórios, o momento específico em que ocorre a agregação das informações para formação das alternativas é apresentado por Russo e Schoemaker (2002, p. 164) e Parnell et al. (2013, p. 156) como um processo de expansão e convergência das informações. Em um primeiro momento, muitas informações são geradas em um ambiente de alta divergência de opiniões para que em seguida o consenso seja buscado em forma de convergência de pontos de vista. Estas duas etapas são antagônicas em perfil e difíceis de serem realizadas com um certo volume de informações. A ajuda ao grupo deve ser fornecida em forma de um processo que organize a forneça condições para análise e síntese.

Embora seja um recurso comumente utilizado por diferentes técnicas, as tabelas com foco em tomada de decisão são pouco frequentes em literatura. A formulação da tabela de estratégias trazida por Howard e Ronald (1988) é discutida de forma mais específica por Menke (1994), e McNamee e Celona (2008), com referências de como uma ferramenta conceitual muito útil e capaz de refinar as alternativas que devem ser avaliadas. Este formato também aparece em alguns estudos sobre problemas multicritério para organizar e representar as informações, como é o caso de Zionts e Wallenius (1976), Moskowitz (1992), Keeney, Raiffa e Rajala (1993). Análises matemáticas sobre o modelo da tabela de estratégias são realizadas por Dyer e Lund (1982), Peerenboom, Buehring e Joseph (1989).

A fim de exemplificar seu uso, Menke implementa um exemplo de utilização da tabela de estratégias para encontrar alternativas de conceito de produto na área médica, conforme apresentado na figura 6 em que diferentes visões são esclarecidas para diferentes critérios, e delineiam portanto duas opiniões diferentes sobre o mesmo problema.

No caso deste exemplo, dois gestores fornecem seus pontos de vista a respeito da concepção de um produto para diagnósticos médicos. Ao mesmo tempo que o gerente de pesquisa e desenvolvimento acha que o controle de qualidade deve ficar a cargo dos técnicos, e que o esforço para orientar os clientes deve ser o

mesmo que o dos concorrentes; o gerente de marketing pensa que a atividade da qualidade deve ser atribuída aos patologistas, e esforços não devem ser medidos para fornecer informações comerciais sobre o produto. As opções escolhidas para cada critério são dispostas em quadros de diferentes formas conforme a legenda, e representam tais linhas de raciocínio sobre os critérios definidos para este problema.

Figura 6 – Exemplo de tabela de estratégia para alternativas de concepção de produto na área médica

Fonte: Menke (1994, p. 27)

Frente a outros exemplos que podem ser encontrados em Howard e Ronald (1988), Peerenboom, Buehring e Joseph (1989), e Keeney, Raiffa e Rajala (1993), a representação de Menke é útil porque as informações de seu exemplo se encontram especificadas e referenciadas em diferentes alternativas, o que mostra também um pouco das relações de conflito entre as informações envolvidas em uma decisão analítica. A ideia é dispor as informações de modo a mostrar “como uma estratégia pode ser especificada ao realizar seleções entre decisões de diferentes áreas, que devemos pensar como uma variável de decisão individual” (HOWARD; RONALD, 1988, p. 684).

Com base neste raciocínio, nota-se que qualquer uma das alternativas especificadas na figura 6 pode se ‘transformar’ em uma nova alternativa com a variação de um de seus critérios, e espera-se que a percepção de que isto é possível torna-se clara e objetiva para quem avalia quando as informações estão disponíveis mais facilmente. Cada alternativa é representada pelas ligações entre seus elementos estratégicos, e cada um deles diz respeito à natureza da alternativa para com cada critério.

Embora esteja presente em uma linha de estudos sobre tomada de decisão, casos de uso e relatos de aplicação da tabela de estratégias parecem ser menos comuns em literatura acadêmica. É possível encontrar aplicações consistentes de utilização no meio educacional, profissional, governamental e do terceiro setor, mas as referências apontadas até o momento trazem exemplos ilustrativos ou experiências e menções dos autores, e não apresentam casos comparativos ou estudos mais aprofundados sobre o assunto.

No campo de desenvolvimento educacional, seu uso pode ser visto no conteúdo programático de alguns cursos voltados à decisão estratégica, tal como a 'Introdução à Qualidade de Decisões' ministrado no Strategic Decisions Group. Em discussão sobre a organização das informações advindas de sessões de brainstorming, Binder (2007, p. 125) propõe a agregação dos resultados em uma tabela com os critérios dispostos em colunas, representando assim cada alternativa em uma tabela de estratégias.

Na área de comunicação institucional, uma tabela de estratégias é utilizada para formular um plano de comunicação para o principal evento de performance artística da Austrália. O impacto das ações é relatado com grande repercussão positiva, e levou em consideração estratégias como enfatizar a participação de um determinado artista, utilizar delegados internacionais como oradores, e mostrar o perfil dos artistas e empresas que participam do evento.

Em um âmbito de utilização de planejamento político-econômico, o Plano de Desenvolvimento Local da comunidade de Conwy (2011), no País de Gales, tem implementação apresentada em uma tabela de estratégia que segue 16 objetivos espaciais, e que constata o atendimento a 76 definições legislativas que foram combinadas em 6 critérios diferentes. O agrupamento destas definições foi realizado em um total de 39 estratégias, com plano traçado a partir do detalhamento destas alternativas em uma tabela de estratégias que sintetiza a proposta final.

A fim de auxiliar os administradores de sistemas a decidirem qual será o perfil de implantação de seus sistemas operacionais, a Microsoft reúne em sua documentação uma tabela com 10 requisitos e 4 estratégias bastante detalhadas, cada qual requisitando um conjunto de produtos que possibilitem a execução da alternativa. Neste caso, consideram-se atributos como a certificação dos profissionais que irão realizar a implantação, número de computadores e o menor esforço necessário.

Nota-se que a maioria das abordagens sobre o recurso da tabela de estratégias ressaltam o apoio cognitivo na organização visual das informações,

e poucos estudos realizam uma análise detalhada sobre seu funcionamento e comportamento matemático (CORNER; CORNER, 1995, p. 306). Em análise de seus ganhos intuitivos, McNamee e Celona são enfáticos a respeito da eficácia da técnica e a forma como ela pode esclarecer as diferenças de opinião em uma decisão.

Embora não seja uma ferramenta quantitativa, a tabela de estratégias é uma forma surpreendentemente eficaz de aplicar intuição e experiência em uma situação altamente complexa. Quando usada corretamente, a tabela também pode ser utilizada para eliminar a maioria das estratégias possíveis que são inconsistentes, inferiores ou indesejadas. (MCNAMEE; CELONA, 2008, p. 146, tradução livre do autor)

Ainda segundo os autores, uma tabela aplicada a um grande estudo estratégico pode chegar a 40 ou 50 colunas, e a identificação de seus elementos nas principais alternativas pode demonstrar que uma alternativa antes considerada boa é na verdade ruim, infactível, ou mesmo relacionada ao âmbito tático e operacional da decisão. Observa-se desta maneira como a segregação das possibilidades auxilia na abstração das informações envolvidas, o que diminui a quantidade de alternativas e facilita a passagem para próximas etapas da análise.

Embora a formalização da tabela de estratégias não seja comumente feita, o método tem sido empregado com aceitação em diferentes esferas do gerenciamento, e possui uma boa oportunidade de desenvolvimento tanto para a estruturação de problemas como para a visualização de informações em um processo decisório. É esperado que a disposição de variáveis em sequência auxilie na forma como o problema é interpretado, e conseqüentemente na maneira como as suas alternativas são buscadas mentalmente pelos participantes.

4.5 Fundamentações da análise multicritério

O estudo de soluções para tratamento de funções multicritério tem sido um amplo campo interdisciplinar que utiliza conceitos da área de gestão de operações, e com uma inúmera quantidade de estruturas de programação propostas e implementações realizadas. (ZIONTS; WALLENIOUS, 1976, p. 652).

Antes mesmo de abordar a arquitetura de informações, processos e usabilidade de um sistema de apoio à decisão multicritério, a exposição teórica do assunto é considerada conveniente, pois assim é possível incorporar os raciocínios fundamentais e entender melhor como ocorrem as interações de um decisor com os procedimentos de tomada de decisão desta natureza.

As evidências de sucesso das primeiras pesquisas operacionais também são um aspecto motivante, pois problemas de perfil técnico como programações de produção e gestão de estoques possuem critérios e métricas razoavelmente bem definidos, e portanto foram bem otimizados por sistemas de priorização e suporte à decisão. À medida que os objetivos tornam-se mais estratégicos, no entanto, há também uma dificuldade de se organizar as informações envolvidas (STEWART, 1992, p. 569).

Utilizando os fundamentos da tabela de estratégias apresentados por Menke (1994), Howard e Ronald (1988), faz-se o uso de alguns elementos algorítmicos trazidos por Geoffrion, Dyer e Feinberg (1972), Stewart (1992), Moskowitz (1992), e Keeney, Raiffa e Rajala (1993) sobre o tratamento de critérios e alternativas em problemas multicritério. Tanto a terminologia quanto a notação entre os autores é diferente, e buscou-se unificar as representações com base nos conceitos já discutidos principalmente sobre a tabela de estratégias.

A fim de lidar com resultados incertos, o campo da teoria de decisões desenvolveu axiomas que buscam descrever o comportamento das alternativas como uma função dos resultados esperados. A teoria da utilidade esperada é um aparato utilizado também na economia e na teoria dos jogos, e representa uma medida de preferências a partir de um ponto de vista que, no caso da teoria de decisões, reflete a direção de uma decisão de acordo com as informações oferecidas por um decisor. Segundo Wierzbicki (1982, p. 392), embora a avaliação das alternativas seja uma etapa importante, a atividade de geração de alternativas é ainda mais necessária, e o uso de modelos matemáticos para o entendimento de sistemas de geração de alternativas é fundamental para obter bons resultados com o esforço humano. Principalmente quando são assumidos sistemas iterativos, o leque de possibilidades oferecidos pelos computadores são praticamente infinitos, e a restrição das direções a serem computadas são importantes para que se possa obter resultados que reflitam de fato os interesses do decisor.

O uso de funções utilidade para tratamento de problemas multicritério é observado em diversas ocasiões por Keeney, Raiffa e Rajala (1993). O procedimento considerado é um paradigma básico das primeiras abordagens a este assunto, e assume a existência de uma função utilidade D que, apesar de permanecer implícita e não ser conhecida, consiste em uma articulação de informações que expressam as preferências de um decisor. O desenvolvimento de funções utilidade específicas e aplicadas à tabela de estratégias foram realizados por Dyer e Lund (1982) e Peerenboom, Buehring e Joseph (1989), e se traduz em uma programação baseada em pesos com base nos diferentes atributos de cada critério.

A função tem aplicação em um modelo interativo que é melhorado sucessivamente com a finalidade de se obter uma alternativa ótima. As melhorias ocorrem à medida que o decisor oferece mais informações, e definem uma nova direção em um espaço multidimensional de critérios e possuem condição de parada definida (GEOFFRION; DYER; FEINBERG, 1972, p. 357). O procedimento envolvido é descrito por Moskowitz (1992, p. 365) conforme comumente encontrado na literatura:

1. Supor uma função de valor definida de acordo com as informações fornecidas pelo decisor;
2. Encontrar uma primeira solução que seja preferivelmente factível e eficiente;
3. Interagir com o decisor para verificar sua reação com a solução, atualizando seu conhecimento a respeito da função implícita;
4. Gerar uma nova solução melhorada utilizando a função do decisor, agora atualizada;
5. Iterar para o passo (1) até que o decisor decida parar, ou até que uma condição de parada pré-definida seja atingida.

Para realizar a aplicação destes elementos, assume-se um problema com um conjunto C de critérios e um A de alternativas para um problema. A tabela de estratégias é organizada analogamente, com a intersecção entre uma linha e uma coluna sendo especificada por Howard e Ronald (1988, p. 684) como um ‘elemento estratégico’, e as linhas formadas constituem uma ‘alternativa estratégica’. Portanto, os critérios rotulados $c_1 \dots c_n$ agrupam soluções direcionadas em $E_1 \dots E_n$ conjuntos de elementos estratégicos.

$$C_N = \{ 1, 2, 3 \dots | C | \}$$

$$\forall n \in C_N, \exists E_n \subset A$$

A tabela de estratégias conforme apresentada não define um elemento estratégico para mais de um critério, e torna cada conjunto E_n mutualmente exclusivo para qualquer outro conjunto de A .

$$\forall m \neq n \in C_N, E_m \cap E_n = \emptyset \quad (4.1)$$

Conforme explicado por Stewart (1992, p. 570), “cada critério é assumido como uma medida de performance, representado por um atributo mensurável a

partir das consequências que surgem na implementação de qualquer alternativa em particular”. Assim, cada critério pode ser entendido como uma função c_n que recebe as alternativas a serem analisadas e retorna aquelas que são as mais razoáveis e factíveis.

Esta proposta de aplicação dá-se em intervalos de critérios e alternativas em um ‘espaço de consequências’ ou um ‘espaço de critérios’ n -dimensional mapeado pelas funções critério. Conforme mostrado na figura 7, o trabalho de um decisor é encontrar a alternativa a que defina um espaço mapeado pela série $c_1(a) \dots c_n(a)$, e que assim resulte em um ponto $e^\circ = (e_1^\circ \dots e_n^\circ)$ que represente o melhor *payoff* disponível para as informações disponíveis no momento.

Figura 7 – Espaço de critérios

Fonte: Keeney, Raiffa e Rajala (1993, p. 67, adaptação)

As alternativas que são práticas e factíveis são chamadas de ‘alternativas eficientes’ por Moskowitz (1992, p. 365), sendo válida uma decisão sobre elas até que D receba novas informações do decisor e indique um outro resultado. Esta dinâmica obedece à definição 4.2, de que um ponto $a^\circ \in A$ é o mais eficiente se, e somente se, não existe um outro ponto $a \in A$ cujos resultados da aplicação da função critério c_n são preferíveis ou indiferentes a a° (KEENEY; RAIFFA; RAJALA, 1993, p. 68):

$$a^\circ \in A \text{ é eficiente} \iff \forall n \in C_N, \nexists c_n(a) \geq c_n(a^\circ) \quad (4.2)$$

A tabela de estratégias organiza estas comparações ao assumir que cada função critério c_n aplica-se somente sobre um conjunto E_n de elementos estratégicos, cada qual com sua própria regra de priorização e resultando em um melhor elemento $e^\circ \in E_n$. Sendo uma alternativa estratégica a formada de um elemento estratégico e_n par cada critério c_n , nos é possível demonstrar o desenvolvimento das iterações de acordo com a série 4.3.

$$\forall n \in C_N, c_n(E_n) \quad (4.3)$$

$$c_1(E_1), c_2(E_2), c_3(E_3) \dots c_n(E_n) \\ e_1^\circ, e_2^\circ, e_3^\circ \dots e_n^\circ \quad (4.4)$$

Neste modelo, o resultado 4.4 equivale à uma alternativa composta por um elemento estratégico de cada critério. Ao interpretar o desenvolvimento do exemplo de Menke da figura 6, é possível aplicar esta notação e demonstrar o desenvolvimento da série na tabela 2. As alternativas A_1 e A_2 consistem em perspectivas informadas por cada decisor, e definem direções no espaço de critérios que implicam em diferentes perfis de produto.

Tabela 2 – Desenvolvimento de critérios e alternativas na tabela de estratégias

C	Critério	A_1	Gerente de marketing	A_2	Gerente de P&D
c_1	Menu de testes	$e_1^\circ \in E_1$	Testes urgentes	$e_1^\circ \in E_1$	Todos os testes
c_1	Tempo de resposta	$e_2^\circ \in E_2$	1 a 3 minutos	$e_2^\circ \in E_2$	5 a 15 minutos
c_3	Facilidade de uso	$e_3^\circ \in E_3$	Macintosh	$e_3^\circ \in E_3$	Gravador K7
c_4	Preço	$e_4^\circ \in E_4$	2X	$e_4^\circ \in E_4$	3X
c_5	Controle de qualidade	$e_5^\circ \in E_5$	Patologistas	$e_5^\circ \in E_5$	Técnicos
c_6	Orientação aos clientes	$e_6^\circ \in E_6$	Na mesma medida que os competidores	$e_6^\circ \in E_6$	Não deixar de fazer

Fonte: Autoria própria

Como o decisor detalha suas preferências de acordo com os interesses e informações que dispõe, e a cada nova interação as regras de priorização implícitas em D são modificadas, o melhor resultado de cada etapa pode ser expresso conforme a definição 4.5, que consiste na maximização das alternativas identificadas por esta função.

$$\max (D [c_1(E_1) \dots c_n(E_n)]) \quad (4.5)$$

Conforme já discutido, diversas combinações são possíveis na tabela de estratégias para que novas alternativas sejam formadas a partir de simples variações entre os critérios. O número total de alternativas possíveis em uma tabela de

estratégias é a combinação do tamanho $|E_n|$ de cada conjunto E_n de elementos estratégicos. No exemplo da figura 6, o resultado pode ser obtido a partir do produtório 4.6:

$$\begin{aligned} \forall E_n \subset A, \prod |E_n| & \quad (4.6) \\ |E_1| \times |E_2| \times |E_3| \times |E_4| \times |E_5| \times |E_6| & \\ 6 \times 5 \times 5 \times 7 \times 4 \times 4 & \\ 16.800 \text{ alternativas} & \end{aligned}$$

Obviamente, e de fato como ocorre em um problema típico, a maioria de todas estas alternativas são arbitrárias e não podem ser utilizadas na prática. Outra grande parte das alternativas será filtrada logo nas primeiras informações fornecidas para a função de utilidade D , com um valor de melhor qualidade selecionado à medida que se itera e se melhora a sua convergência com mais informações.

Ao contrário do modelo apresentado na tabela de estratégias, a função preferência do decisor proposta por Geoffrion, Dyer e Feinberg não especifica a aplicação sobre conjuntos mutuamente exclusivos, referindo-se à avaliação de cada alternativa por cada critério do problema. Este requisito também não foi encontrado nas propostas de abordagem em análises multicritério. Ao remover a restrição em 4.1, aproxima-se do formato original do algoritmo que passa a ser uma série de aplicações de cada critério c_n em cada alternativa $a \in A$.

Neste contexto, a definição 4.7 considera um conjunto de alternativas A como compacto e convexo em um espaço euclidiano R^n , sendo a função D diferenciável e côncava em A , definindo uma região de preferências no espaço de critérios.

$$\forall a \in A, \max (D [c_1(a) \dots c_n(a)]) \quad (4.7)$$

O desenvolvimento de séries como esta constituem um elemento importante para tratamento de problemas de articulação progressiva, pois sua natureza iterativa permite a suposição de novos elementos para auxiliar a extração de resultados da análise. Existem benefícios nesta forma de tratar os problemas, pois as suposições e juízos de valor só precisam ser aplicáveis a faixas restritas do espaço de critérios (STEWART, 1992, p.575).

Em cada uma destas iterações o decisor tem a oportunidade de fornecer mais informações sobre a relação entre os critérios e alternativas, e modifica o

gradiente na direção $\nabla_a D$ para cada $a \in A$. Na formação 4.8 observa-se como novas posições podem ser definidas para os pontos eficientes a cada iteração k :

$$\max_{\forall a \in A} (\nabla_a D [c_1(a_k) \dots c_n(a_k)]) \quad (4.8)$$

A fim de ilustrar como o gradiente se comporta, observa-se dois exemplos apresentados por Keeney, Raiffa e Rajala, em que diferentes áreas de preferência são representadas em um espaço de critérios bidimensional. Na figura 8, os pontos eficientes e_1° , e_2° , e_3° delimitam a fronteira de critérios da função utilidade, e pode modificar a área ocupada uma vez fornecidas novas informações para D a respeito das alternativas a_1 , a_2 e a_3 .

Figura 8 – Fronteiras de eficiência para uma área de preferência linear

Fonte: Keeney, Raiffa e Rajala (1993, p. 71)

Os resultados de experimentos de análise discreta também podem ser expressos em espaços de preferências, com a disposição de seus resultados e definição de fronteiras utilizando pontos conforme a figura 9. Embora o autor não detalhe esta discussão, pode-se verificar que a representação discreta é adequada para métricas de qualidade baseada em pontuações. Assim, as alternativas que possuam seus valores contidos nas fronteiras de eficiência podem também ser consideradas alternativas eficientes.

Figura 9 – Fronteiras de eficiência para pontos de preferência discretos

Fonte: Keeney, Raiffa e Rajala (1993, p. 71)

Levando em consideração a relação de alternativas, a definição da melhor solução pode ser feita de forma simples com diferentes formas de balanceamento e correlação de complexidades entre os critérios. Baker et al. (2001, p. 38) detalha que as relações básicas que podem existir dentre as unidades de critérios diferentes são os pesos parciais, oscilantes ou pontuados; estas relações são úteis somente para casos simples, em que se conheçam bem as variáveis e naturezas do problema.

É preciso entender também que a qualidade do processo de modelagem matemática dos processos decisórios ocorre de acordo com a qualidade e quantidade das informações fornecidas. As definições dos espaços matemáticos e a melhoria da função utilidade pode ser colocada em prática com as devidas documentações e registros das informações nos processos decisórios. Acredita-se que discutir o raciocínio operacional das informações estratégicas contribui no entendimento de suas limitações, e como as suas variantes podem ser representadas e mensuradas na prática.

4.6 Sistemas de inovação e tecnologias abertas

Uma vez que são atividade humana, os processos de inovação foram também naturalmente afetados pelo desenvolvimento tecnológico, e hoje os sistemas de software apresentam-se como uma parcela bastante ativa de geração de novas soluções, com a Internet um campo amplo para apresentação de produtos e viabilização de serviços. De acordo com Hippel e Georg Von Krogh (2009, p. 10), existem dois modelos de inovação principais com relação às informações: o ‘investimento privado’ e a ‘ação coletiva’ – aqui referenciado de forma com mais simples como o

modelo 'fechado' e 'aberto', respectivamente.

No primeiro modelo, apropriações privadas são realizadas sobre os resultados de um investimento no desenvolvimento da inovação, o que se procura garantir por meio de mecanismos sócio normativos de regulação da propriedade intelectual. Os criadores de uma inovação, portanto, evitam que o conhecimento seja revelado gratuitamente, já que isto significa também uma redução nos lucros do investimento.

Já no segundo modelo considera-se sobretudo a característica de baixa escassez do conhecimento, e em termos econômicos define uma mercadoria tão abundante que não existe rivalidade entre aqueles que o recebem. Em contraste com os bens materiais, quem compartilha um conhecimento não deixa de tê-lo, e pode passar as informações adiante indefinidamente. Assim, os resultados da aplicação intelectual tornam-se indiretos para quem investe em seu desenvolvimento, pois a troca de informações tem outras motivações que não se baseiam na venda do conhecimento.

De acordo com Chesbrough (2003, p. 32), a ciência opera nos dois modelos. Quando fomentada na iniciativa privada para aplicação comercial, o desenvolvimento científico ocorre de acordo com um sistema de patentes que prevê créditos de resultados aos investidores. Quando financiada pela sociedade por meio das universidades e dos programas de pesquisa, os resultados podem ser publicados e compartilhados, e são disponibilizados para a realização de novas pesquisas e soluções. Manter universidades e lançar editais de financiamento de pesquisas são formas pelas quais a sociedade busca incentivar a produção de conhecimento, uma vez que os resultados esperados podem vir a ter aplicações em um longo período de tempo e não são atrativos em termos de investimento.

No âmbito dos sistemas de software, as expressões mais significativas destes modelos podem ser encontradas no software livre e proprietário. A regulação ocorre por meio de concessões específicas de direitos sobre os códigos de computador, e com isso permite o acesso à execução, mas não às informações das rotinas de programação. O aparato jurídico utilizado por estas informações fechadas incluem os sistemas de direitos autorais, de patentes e de licenças de utilização (HIPPEL; Georg Von Krogh, 2009, p. 5).

As licenças de código aberto fazem o uso subversivo do sistema de direitos autorais, pois é com ele que um indivíduo pode declarar autoria sobre uma base de código, e também definir a permissividade pública de acessos à ela. Os sistemas de software livre são aqueles que garantem o livre acesso, execução, estudo e distribuição das informações neles presentes, e fazem parte de um conjunto

numeroso e bastante utilizado de sistemas.

Esta dinâmica é apresentada por Raymond (2005) em uma analogia chamada de ‘a catedral e o bazar’. O modelo da catedral busca a geração de valor dentro de um grupo pequeno de pessoas, que trabalham sob um regime definitivamente hierárquico e de participação reservada. O modelo do bazar é permissivo, com relações de poder mais dinâmicas e geração de valor mais distribuída entre investimentos menores.

Conforme West e Gallagher (2006, p. 28), no software livre é possível realizar modificações, melhorias, diferenciação de marca, identidade, e distribuição de um software sem nenhum tipo de autorização necessária, o que define um novo paradigma de distribuição de informações antagônico ao modelo proprietário. Com isso, as empresas passam a ter livre acesso ao código fonte desenvolvido por outras, e investem em soluções comerciais em outras fatias de mercado. Embora nada impeça que licenças de uso sejam comercializadas, a economia de troca dos sistemas de software livre se baseiam em outras atividades como a remuneração por manutenção de arquitetura, distribuição e personalizações, ou até mesmo em variáveis sociais, como reputação ou ideologia. Os profissionais de desenvolvimento de software vendem sua habilidade ao mesmo tempo em que podem aprender e serem reconhecidos comunitariamente pelo seu conhecimento.

Ao analisar o comportamento de sistemas de inovação em organizações, Chesbrough formaliza uma base de análise chamada de ‘inovação aberta’ – traduzido de *open innovation*; um conceito desenvolvido desde os anos 60 e que introduz um paradigma sobre o conhecimento em que “boas ideias podem vir tanto de dentro quanto de fora da empresa, assim como podem ir para o mercado de dentro ou de fora da empresa também” (CHESBROUGH, 2003, p. 43). Isto quer dizer que as empresas devem examinar as ideias disponíveis no mercado ao invés de somente concentrar esforços em sua própria pesquisa interna. Ao mesmo tempo, suas políticas também deve ser flexibilizadas, sobretudo os que já foram utilizados e os que não foram completamente desenvolvidos ou deixados de ser colocado em prática.

Estas trocas podem ocorrer com inúmeros canais de comunicação, seja na cadeia de clientes, fornecedores e órgãos relacionados com a organização, ou mesmo com comunidades diversas que estejam ao alcance da empresa, sejam elas formadas para este fim ou já existentes. Dadas duas empresas, no modelo de inovação fechado da figura 10 cada organização fica restrita a seus próprios resultados de pesquisa, e não há uma retroalimentação de conhecimento a partir do mercado e nem troca de informações entre elas. Ambas as empresas permanecem

condicionadas aos conhecimentos que são capazes de disponibilizar por conta própria.

Figura 10 – Modelo de inovação fechado

Fonte: Chesbrough (2003, p. 31, tradução livre do autor)

O modelo de inovação aberto traz uma modificação das barreiras de conhecimento, e flexibiliza as políticas de propriedade intelectual ao gerar sinergia de informações e acesso às ideias para ambas as empresas envolvidas. A representação da figura 11 procura mostrar que a geração de novas oportunidades e a formação de novos mercados é um dos resultados esperados do modelo.

Figura 11 – Modelo de inovação aberto

Fonte: Chesbrough (2003, p. 43, tradução livre do autor)

Para West e Gallagher (2006, p. 28), o software de código aberto é um bom exemplo de inovação aberta porque o direito de uso é compartilhado e o desenvolvimento da tecnologia é feito em conjunto, e forma também um nicho de mercado específico na área de softwares e serviços.

O modo como cada software interage no mercado depende bastante de sua natureza e origem, com o processo colaborativo iniciado por autoria de organizações privadas, governamentais, grupos interessados ou mesmo de forma individual. Embora as motivações de mercado sejam as mais comuns, as contribuições também existem em regime ideológico, e os princípios do código aberto são valorizados em algumas comunidades profissionais. O próprio núcleo do sistema Linux, um software livre bastante conhecido e que teve o seu princípio de desenvolvimento motivado por razões individuais, foi em um primeiro momento desenvolvido com motivações pessoais e ideológicas.

Assim como outras áreas de estudo, o desenvolvimento da tomada de decisão definiu mercados específicos no setor de tecnologia, e gerou soluções tanto

no modelo aberto quanto fechado. Discussões como Geoffrion, Dyer e Feinberg (1972), Dyer e Lund (1982) iniciaram a abordagem sobre softwares de apoio à tomada de decisão, e neste ponto já haviam soluções implementadas e que ganhavam popularidade ao utilizar conceitos do AHP.

Até a chegada da Internet, as aplicações mantiveram um foco monousuário em estações locais de trabalho com implementações de métodos específicos de apoio como mapas mentais, matrizes de decisão e a disposição das alternativas em tabelas. Deste grupo de sistemas sem características colaborativas, o PriEsT parece ser a solução open source mais conhecida, com recursos como implementações para definição de critérios, comparação em tabela e visualização em grafos.

Diversas soluções de software para análise multicritério são descritas detalhadamente por Mustajoki e Marttunen (2013), e os conceitos da tabela de estratégias estão presentes em muitos deles com a nomenclatura de 'matriz de decisão', 'tabela de avaliação', 'tabela de decisão', 'tabela de consequências', ou mesmo na forma de rankings relacionados.

Com a comunicação em rede, uso dos navegadores e recursos multimídia, a possibilidade de se abordar dinâmicas em grupo foi fundamentalmente ampliada, e diversas aplicações puderam ser criadas para a publicação e organização de informações virtuais. Resultados positivos podem ser encontrados em implementações do brainstorming eletrônico em Michinov (2012, p. E235) e Dennis, Minas e Bhagwatwar (2011, p. 143); e o sistema Delphi com Brill, Bishop e Walker (2006, p. 24) e Gnatzy et al. (2011, p. 1692).

Nota-se que as soluções disponíveis comumente partem para conceitos amplos de apresentação, discussão e modificação das informações enquanto processo estruturado, e necessitam de comunidades operacionalmente organizadas. Associado à forma como Osborn (1957) argumenta sobre a importância da aplicação de esforço individual nas conferências de brainstorming, retomando a linha de Olson (1971, p. 44) a respeito das motivações principais para colaboração, e de como é importante que o valor das contribuições seja reconhecido e tenha um impacto positivo na produtividade do grupo.

Segundo Lam, Karim e Riedl (2010, p. 6) em estudo sobre a Wikipédia, grupos grandes beneficiam-se de diversos pontos de vista, mas grupos pequenos atingem a convergência mais facilmente, sem gerar dissonância e discussões extensivas para que uma decisão sobre a colaboração dos artigos seja tomada. Os mesmos requisitos são também aplicáveis a outras ferramentas que não só os wikis, mas também aos blogs, fóruns e demais plataformas de mediação de informações

na Web.

As aplicações mais populares e que utilizam o brainstorming como referência são aquelas que propõem a organização espacial das informações, e que frequentemente empregam a técnica de mapas mentais para isso. Numerosos sistemas atendem à esta proposta, dentre eles algumas implementações em código aberto como o FreeMind (ARMSTRONG; TUCKER; MASSAD, 2009, p. IIP 82). Estas ferramentas comumente trabalham com o agrupamento de diferentes formatos geométricos, cada qual com sua representação em relação a um conjunto de ideias, e os organizam da forma conveniente com o seu entendimento. Não são integrados procedimentos e objetivos que envolvam formas de aprimorar a discussão e as informações.

Conforme pode-se notar com a discussão de Binder (2007, p. 117), uma das aplicações do brainstorming com os sistemas de software ocorre na área de gerenciamento de projetos. Ao buscar informações sobre estes sistemas, percebe-se que há um diálogo da técnica com sistemas recentes de uso corporativo, e que possuem uma base de elementos colaborativos encontrados também nas redes sociais. Estes sistemas possuem o intuito de viabilizar a angariação de ideias de forma distribuída em projetos e equipes definidas, e apresentam boa atratividade frente às demais alternativas comumente disponíveis em outros sistemas de comunicação como e-mails e Intranets. Plataformas comerciais como IBM Decision Manager, IdeaScale, BrightWorks e Spigit oferecem processos personalizáveis para priorização de ideias, e são utilizados principalmente na área de desenvolvimento de produtos.

Mais recentemente, aplicativos para a tomada de decisão democrática têm sido utilizados principalmente nas esferas públicas e de terceiro setor. Com conceitos originados por movimentações políticas e pautas relacionadas à tecnologia e liberdade de informação, estes sistemas têm sido cada vez mais adotados por partidos e movimentos políticos para facilitar a coordenação de trabalhos. Uma detalhada apresentação do sistema LiquidFeedback e da filosofia da democracia delegativa é feita por Bahrens et al. (2014). Este sistema foi o precursor da proposta que foi utilizada em convenções nacionais de partidos europeus recentemente criados, e seu processo implementa uma gestão aberta e representativa que baseia-se na delegação de responsabilidades entre os participantes.

Juntamente com um estudo a respeito da distribuição de poder no ambiente online deste sistema, Kling et al. (2015, p. 3) apresenta outras plataformas como o Agora Voting, GetOpinionated e o Democracy OS, cada qual atendendo a uma nova comunidade segundo dinâmicas similares. A deliberação é o principal

foco destas plataformas, e a gestão de discussões e construção de ideias com base opinativa são algumas das qualidades que podem ser observadas. Uma vez que dentre os objetivos estão a organização e o esclarecimentos de uma grande quantidade de pontos de vista sobre um grande número de informações.

A disseminação dos sistemas de perfil colaborativo gerou uma demanda por contribuições de usuário que originou o conceito chamado de *crowdsourcing*. Esta dinâmica consiste na obtenção das informações de interesse a partir de grupos variados de pessoas, e cujos objetivos podem ser a discussão de um problema ou a divisão de uma tarefa muito grande e repetitiva. Sob as circunstâncias corretas, um grupo é capaz de ter notável inteligência e baseia-se sobretudo na agregação das ideias de seus membros e na formação de uma inteligência coletiva. Encontrar formas efetivas de motivar os participantes torna-se um desafio frente aos sistemas de participação coletiva (BRABHAM, 2008, p. 87).

Chandler e Kapelner (2013, p. 3) discutem que parte da motivação para que os usuários participem de um processo de crowdsourcing se baseia na percepção de significado a respeito da tarefa. Evidências são apontadas de que há melhor desempenho na realização da tarefa quando há também uma maior identificação dos participantes com os propósitos estabelecidos. Lam, Karim e Riedl (2010) identificam algumas outras plataformas que possuem interação social entre os participantes, com objetivos específicos e regras bem definidas voltadas à resolução de problemas. Para o autor, as dinâmicas de trabalho colaborativas no formato de rede social permitem o desenvolvimento de um senso de objetivo comum entre os participantes.

Evidências são apresentadas por Chandler e Kapelner (2013), e Anderson et al. (2013) a respeito do impacto positivo deste tipo de recurso, com constatações de que há maior probabilidade de contribuição por parte de um usuário à medida em que ele se aproxima de uma premiação que represente sua expertise na comunidade. Os sistemas que implementaram estes recursos com sucesso constituem em uma nova forma objetiva de se resolver problemas, e ao contrário dos fóruns de discussão tradicionais, existe um foco menor na discussão sobre as informações.

Os sistemas de perguntas e respostas integram uma dinâmica de perguntas em linguagem natural e angariação de respostas prioritárias pelos demais usuários. Assim, as melhores respostas estarão facilmente disponíveis para quem for buscar ajuda sobre o assunto posteriormente. A motivação para se detalhar este tipo de sistema reside principalmente no sucesso de propósito dos exemplos disponíveis e do forte senso de comunidade que existe entre seus participantes. A seção seguinte trata um olhar sobre estas ferramentas, e como elas podem vir a auxiliar os processos de tomada de decisão.

Embora um mapeamento mais detalhado dos softwares de interesse frente às tecnologias abertas possa ser realizado, é possível perceber algumas oportunidades de desenvolvimento com as funcionalidades encontradas. Mesmo com dificuldades para experimentação e conceitos ainda em formação, o surgimento e popularidade das ferramentas aqui discutidas delineiam um bom futuro entre as tecnologias abertas e os sistemas colaborativos de apoio à decisão. Esta visão é mantida principalmente devido ao formato de produto já avançado apresentado por estes sistemas, assim como no sucesso alcançado por elas.

Também é assumido que o software livre e as comunidades com perfil aberto de produção de conhecimento podem oferecer respostas propositivas para os objetivos gerais estabelecidos neste trabalho, com a possibilidade de manter uma postura prática e mercadológica com relação à identificação de oportunidades de desenvolvimento. Neste contexto, a escolha destas soluções deve ser vista não como uma preferência por tecnologias, mas sim como uma estratégia de desenvolvimento em um mercado amplamente disponível e que oferece condições para a inovação.

4.7 Contribuições do modelo de perguntas e respostas

Posterior às experiências com blogs, wikis e fóruns de discussão, os sistemas de perguntas e respostas são ferramentas que definem uma nova vertente de comunidades na rede, e enquadram-se no típico modelo de geração de conteúdo por usuários da Web 2.0. Uma proposta de definição é feita por Shah, Oh e Oh (2009 apud GAZAN, 2011, p. 2) como o atendimento aos três seguintes tópicos:

- Métodos em que os usuários apresentam uma informação em forma de pergunta em linguagem natural, e não como palavras-chave;
- Um fórum para respostas públicas;
- Uma comunidade baseada no nível de participação dos usuários e que agrega a isto os dois tópicos anteriores.

Diversos exemplares com este perfil podem ser encontrados em Gazan (2011, p. 3), tais como o Yahoo! Respostas, Answers.com, Baidu Zhidao e Quora. A crescente popularidade deste tipo de ferramenta tem sido explicada com a análise de diferentes aspectos, tais como a facilidade de uso, objetividade, qualidade das informações e senso colaborativo comum.

Como diferenciais em relação aos chats e fóruns de discussão, estas novas plataformas apresentam pequenos problemas com respostas e observações

colocadas de forma discreta e seccionada, e que podem sofrer votações para serem reordenadas de acordo com sua relevância. Este processo apresenta-se como próximo das necessidades de priorização de ideias em uma discussão. Os critérios de McNamee e Celona como a completude e originalidade são também aqueles considerados para a boa reputação de uma resposta bem fornecida, o que adiciona outros elementos como qualidade de formatação e objetividade. O problema também pode ser avaliado em indicações da comunidade sobre melhorias em sua forma de abordagem.

Dentre os exemplos disponíveis, pode-se citar a rede de sites Stack Exchange devido ao seu envolvimento com a comunidade acadêmica e proposta colaborativa. Sem se aproximar muito do ponto de vista técnico, considera-se que esta rede de sites oferece lições importantes no gerenciamento de comunidades, qualidade da informação e frequência de colaboração. Este sistema foi criado inicialmente para auxiliar desenvolvedores de software e analistas de sistema a resolverem problemas do dia a dia, mas logo passou a estar disponível também para uma ampla área de atuação, passando a abranger áreas para discussão desde a matemática e finanças até fotografia e linguística. Hoje, integra diferentes tópicos profissionais, científicos e de estilos de vida, com um total de uma pergunta a cada 15 segundos distribuídas em 130 sites. A plataforma implementa um complexo sistema meritocrático de pontuação e atribuição de insígnias de acordo com o perfil de participação de cada usuário. O modelo de negócio para os gestores deste produto consiste na oferta de empregos e busca de profissionais que comprovadamente dominam as tecnologias requeridas, além de anúncios discretos nos principais sites.

Alguns sistemas de código aberto foram desenvolvidos como o Askbot e o OSQA, e integram o mesmo princípio de plataformas de gerenciamento de ideias comerciais como o IdeaScale (BOUCHARD; CLINCHANT; CONVERTINO, 2014, p. 170), Ideas4all e InnoCentive (YBANEZ; TERUEL; BUADES, 2011, p. 2). Principalmente pelo fato de serem sistemas livres, estas soluções puderam ser utilizadas por inúmeras comunidades autônomas, e passaram a substituir os fóruns de suporte técnico das comunidades de software e outros grupos bastante variados, tal como paternalidade, prática de esportes, cozinha, decoração, negócios, comportamento no trabalho e finanças. Estudos como o de Ybanez, Teruel e Buades (2011), Hattingh, Van Rooyen e Buitendag (2013), e Mitros e Kim (2015) demonstram o possível uso para auxílio em atividades educacionais, com resultados positivos nas dinâmicas econômicas de participação do grupo e de qualidade da informação.

A aproximação com a comunidade acadêmica é evidente sobretudo pelo conjunto de sites científicos disponíveis, o que confirma a argumentação de Tausczik,

Kittur e Kraut (2014, p. 355) de que a produção científica está cada vez mais pautada na colaboração. A rápida popularidade adquirida por estes sistemas no meio acadêmico ocorre principalmente devido à forma de colaboração. Os trabalhos são desenvolvidos em pequenos grupos de pessoas com conhecimento especializado, e abordam pequenos problemas científicos que não são publicáveis por si só, mas que compõem um projeto de pesquisa maior e específicos da área dos participantes.

Dado que estas plataformas estão em atividade por um período relativamente curto de tempo, a quantidade de pesquisas acadêmicas realizadas sobre elas até então é bastante razoável (GAZAN, 2011, p. 9). É possível constatar nas referências de Harper e Raban (2008, p. 2), e Mamykina et al. (2011, p. 2857), que desde o princípio de sua popularização existe um interesse científico na questão comportamental e colaborativa de seu funcionamento.

Adicionalmente, a recente liberação de interfaces de consulta às bases de dados destas aplicações permitiu a utilização de modelos matemáticos, aprendizado de máquina e análise de redes sobre a sua dinâmica de funcionamento. As discussões abordam o comportamento dos usuários e os tipos de padrões que se formam em suas relações. Os estudos incluem diferentes áreas como a interação humano-computador, educação, sociologia do conhecimento e ciências cognitivas. Em análise sobre os fatores de sucesso deste tipo de ferramenta, Calefato et al. (2015, p. 4) identifica diferentes tópicos que estariam relacionados à boa performance do sistema como um todo:

- a linguagem simples na redação, com expressões de gratidão e posicionamento neutro entre os usuários;
- respostas rápidas para as perguntas, disponíveis em questões de minutos;
- qualidade na apresentação tanto do formato quanto do conteúdo, com bons títulos, descrições e marcações feitas de forma equilibrada, juntamente a uma pergunta bem pesquisada e elaborada.

Gazan (2011), Mamykina et al. (2011), Calefato et al. (2015) e outros autores observam com ênfase o quesito de rapidez das respostas, o que constitui um dos principais fatores de sucesso deste tipo de ferramenta. Mesmo embora esta característica tenha forte relação com o senso de comunidade e compromisso dos usuários, interpreta-se que esta constatação sugere a efetividade de um modelo síncrono de se colaborar. As motivações e dificuldades são parecidas com o do brainstorming síncrono já discutido, e tornam-se relevantes a partir do momento em

que a participação não é aberta a todos os usuários e um grupo definido de usuários está envolvido.

Os elementos do processo colaborativo descrito por Tausczik, Kittur e Kraut (2014, p. 11) também possui importância na qualidade do conteúdo, com evidências de que contribuições indiretas e avaliativas contribuem com a qualidade das perguntas e as tornam mais fáceis de serem respondidas. Observando este aspecto positivo, os autores defendem uma profunda modificação nos sistemas de perguntas e respostas, e propõem que desenvolvimentos independentes sejam realizados em novos modelos a fim de melhorar a geração de soluções:

Novos sistemas para a resolução colaborativa de problemas poderiam ser construídos por completo não só para abordar os problemas apresentados [como inspirar novas soluções a partir de ideias parciais; e formas de elicitare e representar múltiplas perspectivas] mas também para os problemas fundamentais de coordenação de equipes, suporte de outros grupos, decomposição das tarefas com manutenção de interdependências, rodízio de tarefas e controle de qualidade (TAUSCZIK; KITTUR; KRAUT, 2014, p. 11).

Segundo as constatações de Bouchard, Clinchant e Convertino (2014, p. 170), os sistemas de perguntas e respostas possuem suporte limitado para os facilitadores de sessões de geração de ideias, com as complicações crescendo à medida em que mais ideias são adicionadas. Os pontos discutidos pelo autor referem-se à alta carga de informações, redundância de ideias e otimização dos recursos humanos utilizados; apontando também as dificuldades que o facilitador normalmente encontra para realizar o julgamento de valor das ideias devido à ausência de mecanismos para balancear o valor das ideias segundo a visão dos participantes e dos interesses do decisor.

Seguindo a linha de análise sobre as deficiências deste tipo de ferramenta, Mamykina et al. (2011) afirma que embora estes sistemas tenham apresentado bons resultados de usabilidade para questões de nível técnico e de solução assertiva, há pouca coerência no modelo quando o problema tratado possui os seguintes aspectos:

1. A pergunta é sobre tecnologias e métodos desconhecidos pela comunidade;
2. A pergunta é tediosa de se responder;
3. O problema não pode ser facilmente reproduzido;
4. O problema não possui uma melhor resposta e requer discussão.

Dentre os atributos observados, é pertinente que o modo utilizado para priorizar as informações seja também adaptado para expressar preferências sobre as possíveis alternativas em um processo decisório, mesmo que o *tradeoff* entre elas não seja evidente o suficiente. Em um contexto de processo decisório, pode-se interpretar que os itens 1 e 3 relacionam-se com dificuldades operacionais, o item 4 enquadra-se em um tipo de problema específico e atípico segundo Keeney (2004), e o item 2 representa as dificuldades motivacionais a serem desenvolvidas com os participantes.

Em experimentos com estas plataformas, Mitros e Kim (2015, p. 3) apontam que o sucesso das sessões de colaboração só foi possível após uma abordagem complexa de pré-seleção e treinamento dos voluntários, assim como no alinhamento da comunidade e seus instrutores. Segundo o autor este processo pode ser feito automaticamente uma vez que se possua uma base de colaboração para segmentação das informações.

Entende-se que formas de se estruturar o problema ocorrem durante o uso dos sistemas de perguntas e respostas, e que este é um passo necessário para que o autor de uma pergunta possa obter melhores chances de ser respondido. Embora estas ferramentas possam apoiar a estruturação do conteúdo, trata-se de ponto crítico de desenvolvimento que implica em questões de usabilidade que não são triviais, e que lidam com a quantidade de informações e procedimentos a serem seguidos para que as tarefas do processo possam ser completadas.

Ao observar estes sistemas, se pode perceber que o desenvolvimento iterativo da qualidade das informações é um processo bastante ligado à cultura da comunidade. Os processos implementados são importantes, mas para que funcionem adequadamente dependem de diretivas como a orientação de novos usuários, formatação adequada das informações, conhecimento sobre marcações e atitudes espontaneamente colaborativas como a complementação do conteúdo já disponível.

5 UMA PROPOSTA DE COMBINAÇÃO DE FERRAMENTAS DE TOMADA DE DECISÃO

5.1 Processos e arquitetura de informação

Foram aqui discutidas as técnicas de *brainstorming* e tabela de estratégias, com as vantagens identificadas nestes métodos consideradas como subsídios suficientes para formular um método estruturado com subsequente desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão. O trabalho a ser realizado propõe a combinação destes métodos de forma a utilizar suas vantagens em um fluxo único de informações, em que as ideias levantadas pelo *brainstorming* são classificadas e combinadas em alternativas.

Segundo Liu e Stewart (2004, p. 424), as contribuições da orientação a objetos para os sistemas de apoio à decisão relacionam-se com a herança de características entre problemas parecidos e com a uniformização do raciocínio no processo de tratamento deles. Nesta ótica, se dois problemas estiverem decompostos da mesma maneira, nota-se com mais clareza as semelhanças e diferenças entre os critério aplicáveis e as alternativas possíveis. Os elementos a serem adotados para modelagem do sistema são apresentados a seguir:

- Problema: Elemento principal sobre o qual os demais serão construídos para cada caso. Consiste em uma descrição detalhada da decisão e deve conter subsídios suficientes para se detalhar os outros elementos.
- Critério: Forma pela qual as abordagens do problema são mensuradas, com especificações das unidades de medida e instruções específicas para regular as primeiras colaborações dos participantes, tal como o direcionamento para que o levantamento de ideias prossiga com o foco desejado.
- Ideia: Proposta de solução para o problema de acordo com os critérios. Uma ideia deve especificar seus valores para cada critério e descrever sua concepção de modo a ser avaliada pelos colaboradores.
- Alternativa: Consiste na combinação de ideias de modo a agregar os resultados segundo os critérios especificados. Como cada critério exige um valor a ser especificado nas ideias fornecidas, as alternativas podem apresentar a combinação destes valores de acordo com diferentes funções de agregação, realizando, por exemplo, sua soma, média, máximo ou mínimo absoluto.

Ao retomar o processo de análise de decisões apresentado por Howard e Ronald na figura 3, é possível notar que a proposta para o levantamento de ideias ocorre de maneira bastante parecida com o ferramental apresentado em seções anteriores, e traz também a possibilidade de iteração entre as diferentes etapas conforme mostrado na figura 12.

Figura 12 – Fluxo de informações no processo proposto

Fonte: Autoria própria

O processo inicia-se com a definição do problema (1), e fornece as primeiras informações necessárias para que a discussão comece. Uma vez informados um ou mais critérios (2), os colaboradores podem iniciar a geração de ideias (3), e em seguida informam as soluções propostas para o problema e especificam os valores conforme requisitado pelos critérios. Quando houverem múltiplas ideias, pode-se trabalhar em sua agregação para a formação das alternativas (4), que irão gerar resultados relacionados aos valores especificados para os critérios em cada ideia.

Para cada problema devem existir dois escopos de participação: gerente e colaborador. O proponente de um problema é também seu gerente, e ao assim se apresentar deve assumir uma posição de mediação da discussão e de responsabilidade sobre a qualidade dela. O gerente também é responsável por convidar os colaboradores que poderão intervir no fluxo de informações do processo. A participação das pessoas nos problemas é mediada por estas atribuições conforme o diagrama da figura 13.

Figura 13 – Relacionamentos entre problema e participante

Fonte: Autoria própria

Após o problema ser apresentado, ele pode também ser discutido e aprimorado livremente pelos colaboradores, e quando for consenso de que as primeiras informações são claras o suficiente pode-se iniciar a formulação dos critérios. O critério é a forma como as ideias para o problema devem ser analisadas, e precisam ser definidos de tal forma que possam orientar os colaboradores a fornecerem as informações de interesse para o processo decisório.

A estruturação do critério se baseia em um sistema de tipagem, em que deixa-se explícito o tipo de valor que deve ser fornecido quando se avalia uma ideia com ele. Pode-se estabelecer valores como números, moeda, escala de números, tempo, verdadeiro ou falso, entre outros. Estes tipos devem acompanhar a natureza de quantificação das ideias e viabilizar diferentes formas de realizar a análise do problema. A tabela 3 apresenta alguns tipos possíveis e suas respectivas aplicações.

Tabela 3 – Exemplos de critérios e seus tipos de quantificação

Tipo	Exemplos
Número	Quantificações gerais, unidades, leituras, medidas, etc.
Moeda	Representações monetárias qualquer, como custo, valor esperado, taxas, rendas, etc.
Escala	Intervalos limitados, como resultados de avaliação ou especificação de valores discretos.
Tempo	Decorrência de tempo em dias, meses, semanas, anos, etc.
Booleano	Definições que envolvam um 'sim ou não', checklists, etc.

Fonte: Autoria própria

Como as ideias são agrupadas em alternativas, o critério define uma função de agregação para os valores de cada ideia em operações como soma, média, mínimo e máximo. Uma alternativa é o resultado da combinação de uma ou mais ideias segundo a agregação definida por cada critério.

Se um critério for mais significativo que outro, pode-se também especificar um peso para ele, e fazer com que o resultado seja multiplicado pela importância equivalente de cada um. E como valores menores podem representar resultados melhores, é necessário também especificar a ordenação de valores que deve ser seguida, uma vez que as alternativas serão comparadas para a priorização. A figura 14 ilustra estes atributos em relação com o problema.

Figura 14 – Relacionamento entre problema e critério

Fonte: Autoria própria

A ideia é avaliada em relação a cada critério vinculado ao problema na forma de um valor e uma explicação do porquê da atribuição deste valor. Considera-se que a descrição textual de cada valor atribuído à ideia auxilia no esclarecimento da solução proposta, pois há a oportunidade de maior criticidade individual durante a sua formulação.

No exemplo da figura 6, as alternativas apresentadas na tabela de estratégias são o equivalente ao conceito de combinação das ideias no sistema de apoio à decisão que se propõe. A diferença é o nível de detalhamento das informações, pois os decisores deveriam justificar e quantificar suas escolhas ao invés de somente pontuá-las. A ideia ganha um caráter técnico neste detalhamento, e pode ser manipulada de forma a gerar resultados também técnicos para o processo decisório. A figura 15 faz a representação das relações entre o problema e as ideias.

Figura 15 – Relacionamento entre problema e ideia

Fonte: Autoria própria

Assim, as alternativas nada mais são do que uma coleção de ideias, e cujos resultados são mediados pelos valores de seus critérios e sua parametrização. Ao mesmo tempo que é possível aplicá-las no contexto de uma tabela de estratégias, a definição de uma alternativa torna-se mais trabalhosa, pois somente após o detalhamento de cada ideia é que pode-se combiná-las em uma alternativa. A tabela 4 pontua algumas das diferenças do formato original da tabela de estratégias para o que se propõe.

Tabela 4 – Diferenças entre os elementos na tabela e no processo proposto

Elemento	Formato original conforme Howard e Ronald (1988), Menke (1994)	Processo proposto
Critério	Função equivalente.	Função equivalente, com quantificações e detalhamentos.
Ideia	Não definida.	Equivalente à alternativa, com quantificação e detalhamento sobre cada critério.
Alternativa	Equivalente à ideia. Demarcação de uma resposta para um critério.	Combinação de ideias com resultado atrelado aos seus valores e parametrizações.

Fonte: Autoria própria

Para buscar a priorização e explicitação de preferências dos colaboradores, define-se também um elemento adicional para votações. O voto é um indicativo de aceitação de uma ideia ou de uma alternativa, e sinaliza para o gerente do problema quais ideias podem ser priorizadas para a formação das alternativas.

Sistemas como o de perguntas e respostas comumente permitem que os usuários realizem qualificações positivas e negativas a respeito da colaboração dos demais, o que também regula a visibilidade da informação e a reputação dos envolvidos. Levando em consideração um dos princípios da colaboração proposto por Osborn (1957), considera-se que todas as ideias devem ser consideradas e analisadas, sejam elas em forma de nova ideia ou contribuição registrada sobre uma ideia existente.

Ao contrário dos demais elementos, o voto não restringe o fluxo das informações e tem um caráter informativo a respeito da preferência coletiva. Este recurso foi utilizado de diferentes formas de acordo com o objetivo de cada priorização, que como mostra a figura 16, aplica-se somente às ideias e às alternativas. Nas ideias, utiliza-se um voto discreto por usuário a fim de viabilizar a expressão de preferência por determinada alternativa. Uma vez que nas alternativas o processo de priorização é mais crítico e para a decisão final, há o interesse de se evitar empates de pontuação e fornecer meios flexíveis de comparação, motivo pelo qual o voto é feito em uma escala de 0 a 100 pontos, e o resultado final consiste na média dos valores de todos os usuários.

Figura 16 – Relações do voto com os demais elementos

Fonte: Autoria própria

Para as ideias, o voto é atribuído em um formato de pontuação simples de tal modo que um usuário pode assumir uma posição positiva ou neutra com relação a uma ideia. Assim como em uma sessão de brainstorming, os complementos que os usuários fazem para as ideias de terceiros devem vir sempre em um sentido propositivo.

Já para as alternativas, o voto ocorre em escala de preferências, e cada usuário tem a possibilidade de indicar o seu grau de satisfação com cada opção. O objetivo de se ter este recurso é apresentar um índice médio de satisfação para cada alternativa, e deixar claro para o grupo quais são as melhores alternativas na percepção de todos.

A figura 17 traz os diagramas em conjunto juntamente com os processos envolvidos e a multiplicidade das relações. Fica evidente o grande número de relacionamentos do sistema, com uma alta interdependência de informações principalmente para os elementos centrais – problema, critério, ideia e alternativa. Uma alta relação entre estas entidades pode tornar trabalhoso o desenvolvimento das etapas do processo, pois é necessário que as informações mantenham referências de informações coerentes.

Figura 17 – Diagrama de classes com os elementos e processos

Fonte: Autoria própria

Dentre os processos especificados, os recursos que se remetem à tabela de estratégias circundam basicamente as relações da geração de alternativas e definição dos critérios. A figura 18 apresenta uma forma visual das informações em formato tabular, e compõe uma variação de implementação da tabela de estratégias que inclui os elementos apresentados e os processos propostos.

Figura 18 – Exemplo de disposição de informações dos processos com referência na tabela de estratégias

Fonte: Autoria própria

Este exemplo detalha o processo todo ao instanciar três alternativas, cada qual com seu conjunto de ideias devidamente quantificadas por cada critério, e que terão estes valores agregados para fornecer os resultados para análise, comparação e votação.

Como existem muitas visões possíveis a serem mostrados sobre as informações, deve-se oferecer maneiras flexíveis de exibi-la após a sua priorização. Das relatorias possíveis, entende-se que as relações de preferência pelos usuários e de atendimento aos critérios sejam importantes o suficiente para serem tomadas como o padrão da ferramenta, assim como deve também preservar o anonimato dos votos com vista à premissa estabelecida por Krätschmer et al. (2002, p. 123).

Embora muitas informações estejam envolvidas ao longo da análise de um problema, nota-se que pelo formato tabular é possível representar as diversas dimensões de dados do problema com maior possibilidade de minúncia. O esclarecimento e representação dos processos é somente uma base para diversos outros trabalhos importantes para a qualidade do resultado, como o dimensionamento técnico e das dinâmicas de usabilidade.

5.2 Avaliação por heurísticas de usabilidade

Os métodos heurísticos são formas de raciocínio provisórios voltados à resolução de problemas, e que levam em consideração termos factíveis de serem realizados. Conforme colocado por Baron (2006, p. 32), muitos modelos de resolução de problemas são expressos em uma lista de regras, premissas ou testes para serem aplicados.

A avaliação heurística de Nielsen é um recurso utilizado na análise de interfaces frente à disciplina de interação humano-computador, e que nada mais são do que 10 premissas a serem seguidas na elaboração de uma interface computacional com os usuários. Como o projeto faz a implementação de uma interface Web, o método se torna útil porque tem a finalidade de “encontrar problemas de usabilidade nas interfaces de usuário de modo que eles possam fazer parte de um processo iterativo de design” (NIELSEN, 1994, p. 25).

Para este caso de implementação, o volume de informações a que cada problema está submetido é um alerta para a realização de uma análise e adoção de alguns princípios construtivos das interfaces de usuário. Formas de avaliação de interfaces Web são identificadas na literatura por Agarwal e Venkatesh (2002, p. 170), em que alguns métodos são citados frente à examinação de critérios como

audiência, envolvimento pessoal, organização, facilidade de navegação e qualidade das informações.

A norma ISO (2010) define como usabilidade “a capacidade de um produto ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”. No sentido da relação do sistema com o usuários, as dez heurísticas propostas por Nielsen (1994, p. 140) são as seguintes:

1. Visibilidade do status do sistema: O sistema deve sempre informar o usuário sobre o que ele está fazendo, com um feedback apropriado dado em tempo razoável.
2. Ser coerente entre sistema e mundo real: O sistema deve falar a linguagem do usuário via palavras, frases e conceitos familiares, e não trabalhar com termos próprios orientados ao sistema. Seguir as convenções do mundo real, fazendo as informações aparecerem em uma ordem lógica e natural.
3. Dar controle e liberdade ao usuário: Usuários geralmente escolhem funcionalidades do sistema por engano, e irão precisar de uma “saída de emergência” claramente indicada para deixar o estado indesejado sem ter que recorrer a um diálogo maior. Suportar o fazer e refazer.
4. Consistência e padrões: Usuários não devem ter que adivinhar palavras diferentes, situações ou ações que signifiquem a mesma coisa. Seguir as convenções da plataforma.
5. Prevenção de erros: Melhor do que boas mensagens de erro é um design cuidadoso que evita o problema de ocorrer em um primeiro momento.
6. Melhor reconhecer do que relembrar: Fazer com que os objetos, ações e opções sejam visíveis. O usuário não deve ter que relembrar de informações de outras partes do sistema. Instruções para o uso do sistema devem ser visíveis ou facilmente recuperadas sempre que for apropriado.
7. Flexibilidade e eficiência de uso: Fornecer atalhos para que usuários mais experientes possam acelerar sua interação com o sistema, de tal forma que o sistema se enquadre tanto para uso básico quanto avançado.
8. Estética e design minimalístico: Os diálogos não devem conter informações que são irrelevantes ou raramente utilizadas. Cada unidade de informação extra compete com as unidades de informação relevantes, e diminuem a sua visibilidade relativa.

9. Ajudar os usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar erros: Mensagens de erro devem ser mostradas em linguagem clara (sem códigos), indicando precisamente o problema, e construtivamente sugerir uma solução.
10. Ajuda e documentação: Mesmo que seja melhor que o sistema possa ser utilizado sem documentação, pode ser necessário fornecer alguma ajuda ao usuário. Qualquer informação deve ser encontrada de forma fácil, focando nas tarefas do usuário e listando os passos que precisam ser feitos de forma concreta, sem se estender muito.

Como discutido anteriormente, a análise de decisões possui baixa popularidade e é pouco utilizados no dia a dia. Estas características tornam difíceis o desenvolvimento das heurísticas 2 e 4 para o usuário comum, pois os próprios conceitos envolvidos já são de natureza abstrata. Embora exista um esforço para tornar a linguagem e significados teóricos o mais acessível possível, a 'ordem lógica e natural' dos elementos trabalhados depende também das características das ferramentas de processo decisório envolvidas, e possuem outras interpretações quando aplicadas ao contexto cotidiano das pessoas.

Ao introduzir elementos mais específicos como problema, critério, ideia e alternativa, entende-se que o comprometimento com as heurísticas 6 e 10 é melhorado, pois assume-se também a necessidade de fornecer uma orientação clara para interpretação e familiarização dos usuários com estes componentes. Como o foco do processo decisório aqui são informações mais extensas, a heurística 6 exige recursos que façam com que os usuários possam opcionalmente acessar as definições envolvidas. Já o item 10 faz com que uma ajuda teórica com linguagem fácil e direta esteja disponível a qualquer momento de utilização do sistema.

O bom tratamento de erros deve ser uma constante no sistema, já que este aspecto é abordado pelas heurísticas 5 e 9 em sua prevenção e exibição. Implementações de sistemas não comumente dão a devida atenção para a implementação de um bom tratamento de erros, já que esta etapa pode ser pouco trivial dado o número de interações e o trabalho necessário para se detalhar as interrupções possíveis no fluxo de trabalho. Utilizar um framework de desenvolvimento facilita neste aspecto, pois erros genéricos podem ser especificados com menos trabalho quando suportados por plataformas específicas.

Embora a heurística 7 estipule que o sistema deva oferecer tanto um uso básico quanto avançado, considera-se que esta flexibilidade pode ser buscada ao se oferecer uma dinâmica de uso simples e segmentada para todo o processo. Nesta linha, diminui-se a diferenciação entre os modos de uso, colocando os usuários em

uma mesma velocidade de operação por informação inserida. Considera-se que os custos de implementação para fornecer um uso realmente avançado não sejam vantajosos o suficiente com os objetivos traçados.

Como fins de atender as heurísticas 4 e 8, o sistema utiliza um framework moderno para construção de folhas de estilo e que estão de acordo em aparência e dinâmica com as atuais linhas de usabilidade na Web. Assim, os elementos principais de navegação, as ações e as informações envolvidas são organizadas e ativadas sempre com os mesmos recursos visuais.

A heurística 1, por sua vez, pode ser resolvida mediante notificações que aparecem quando determinadas ações são executadas, como salvar, apagar ou editar os elementos que constituem o sistema. De forma complementar, um registro de atividades pode ser mantido para informar o que os outros usuários fizeram ou estão fazendo no sistema, notificando as novidades nos problemas em que o colaborador está envolvido. Com isto também é possível que seja feita a recuperação do histórico de um problema e de como se deu o seu processo de construção de forma detalhada.

Cada etapa do processo apresentado na seção anterior é implementado em abas dentro de um problema. Tanto a descrição do problema quanto o levantamento de ideias e a geração das alternativas ocorrem em áreas separadas, buscando atender a organização de uma grande quantidade de informações conforme estabelecido pela heurística 4, já que todos os problemas estarão organizados da mesma forma. Ao realizar esta decisão no design, implica-se também no atendimento à heurística 6, pois como as áreas estão separadas será necessário criar maneiras rápidas de consulta de dados para que os usuários não precisem mudar de aba a todo momento que desejem acessar alguma informação relacionada.

Embora a avaliação via as heurísticas de Nielsen não garanta a qualidade de implementação nos quesitos observados, ela é capaz de especificar alguns detalhes de implementação e destacar pontos problemáticos e que merecem melhor atenção durante o desenvolvimento.

5.3 Implementação técnica

O DNStorm é um sistema experimental de apoio a decisão para tratamento de problemas de forma sistemática e colaborativa. Para sua idealização buscou-se identificar recursos úteis em outras plataformas que citam a temática de decisões e resolução de problemas em suas funcionalidades, e que possibilitassem

a análise de determinadas situações de forma compatível com a análise de decisões.

Em busca de padronização técnica, extensibilidade e tempo de desenvolvimento, as recentes aplicações Web utilizam-se de diferentes *frameworks* para as mais diversas necessidades. Ao utilizar estas plataformas é possível o entendimento entre os desenvolvedores ao padronizar a arquitetura, diretórios, código-fonte e documentação.

O Django foi escolhido por ser considerado bastante flexível para o mapeamento de objetos, e por ser um sistema popular que possui plenos materiais de apoio na Internet. A decisão por este sistema envolve também a compatibilidade da interface WSGI, disponibilizada pelos principais servidores Web e que torna fácil a contratação de serviços de hospedagem para a ferramenta.

Conforme Cunningham, Holovaty e Kaplan-Moss (2014, p. 49), embora o padrão MVC esteja presente, a ferramenta implementa um padrão derivado chamado de MTV. Esta é uma referência utilizada pela comunidade para denominar as especificidades do framework com relação ao padrão MVC. A tabela 5 traz as semelhanças e diferenças nos processos de acordo com o descrito na documentação do projeto.

Tabela 5 – Diferenças e semelhanças entre MVC e MTV

Sigla	MVC	MTV
M	Implementa a lógica de recuperação e forma de armazenamento das informações.	Idem
V	Define <i>qual</i> e <i>como</i> a informação é mostrada.	Tem parte do papel delegado aos templates (T). Define <i>qual</i> informação é mostrada. Trata especificamente da definição conteúdo.
T	Papel de apresentação do conteúdo realizado pelas visões (V).	Define <i>como</i> a informação é mostrada. Trata especificamente da apresentação do conteúdo.
C	Controla a lógica de roteamento das requisições.	Consiste no próprio framework que envia requisições para as visões (V).

Fonte: Autoria própria

A fim de oferecer uma aparência consistente e atualizada com os mais recentes conceitos de design e usabilidade na Web, o Foundation foi escolhido como framework para front-end, padroniza-se o formato dos templates HTML e das folhas de estilo do aplicativo Django. O Foundation oferece recursos modernos de construção de aplicativos para diferentes tamanhos de tela, o que torna possível que

o mesmo código seja compatível com telas de computadores desktop e dispositivos móveis. O código escrito em Sass é compilado juntamente com as predefinições do framework, e gera uma única folha de estilo que define toda a aparência da ferramenta. Por fim, bibliotecas JavaScript como o jQuery e Chart.js auxiliam na construção de requisições, transições e exibições de gráficos. A tabela 6 apresenta uma lista detalhada de todas as ferramentas utilizadas para construir a proposta:

Tabela 6 – Tecnologias utilizadas

Item	Tecnologia	Website
Linguagem de programação	Python 2.7	python.org
Framework de desenvolvimento	Django 1.6	djangoproject.com
Interface com servidor Web	WSGI	wsgi.org
Banco de dados compatíveis	PostgreSQL ≥ 9.0 MySQL ≥ 5.5 SQLite ≥ 3 Oracle ≥ 11.1	postgresql.org mysql.com sqlite.org oracle.com/database
Linguagem de estilos	Sass 3.4	sass-lang.com
Framework de estilos	Foundation 5	foundation.zurb.com
Licenciamento	GPLv2	gnu.org/licenses/gpl-2.0.html

Fonte: Autoria própria

Uma estrutura mínima de acesso ao sistema e seu código-fonte é feita por diferentes serviços. Uma página em formato de produto foi construída para apresentar o software com seu conceito e principais funcionalidades. O repositório de código-fonte está disponível publicamente no sistema de hospedagem GitHub, assim como a documentação para instalação e descrição dos principais objetos pode ser acessada no Read the Docs. Uma instalação de demonstração do sistema foi feita em um aplicativo do serviço Heroku.

Tabela 7 – Páginas de suporte

Serviço	Provedor	URL
Site da ferramenta em HTML estático	GitHub	vmassuchetto.github.io/dnstorm
Repositório Git do código-fonte	GitHub	github.com/vmassuchetto/dnstorm
Documentação para instalação e desenvolvimento do sistema	Read the Docs	dnstorm.readthedocs.org
Instalação de demonstração	Heroku	dnstorm.herokuapp.com

Fonte: Autoria própria

Uma apresentação em formato de produto é importante sobretudo para divulgar o funcionamento do sistema de forma simples e direta. A figura 19 apresenta a página do sistema com os links para os principais locais de interesse do visitante. O código fonte desta página Web está disponível juntamente com o repositório do projeto, e pode ser transportada para qualquer servidor Web para arquivos estáticos.

Figura 19 – Apresentação em formato de produto

Fonte: Autoria própria

Cada projeto Django pode possuir diversos aplicativos, e um aplicativo foi desenvolvido para conter as declarações específicas ao padrão MVC e outras funcionalidades. A organização dos diretórios para cada uma destas estruturas pode ser feita de diversas formas e depende do perfil e funcionalidades de cada projeto. Uma vez que existem melhores práticas documentadas e que buscam guiar o comum entendimento do código entre desenvolvedores, um modelo segundo a tabela 8 foi adotado, e corresponde à uma das formas comuns de se implementar este tipo de projeto.

Tabela 8 – Estrutura de diretórios

Diretório	Funcionalidade
dnstorm/	Raiz do projeto Django
app/	Aplicativo
locale/	Arquivos de tradução
migrations/	Migrações de banco de dados
static/	Arquivos estáticos do aplicativo
templates/	Templates HTML
templatetags/	Tags personalizadas para os templates
forms.py	Formulários
models.py	Objetos
views.py	Visões
...	Permissões, URLs, sinais, etc
settings/	Configurações do projeto
wsgi.py	Objeto executável da aplicação
docs/	Documentação
env/	Ambiente virtual e dependências Python
node_modules/	Dependências do Node.js
static/	Diretório para serviço dos arquivos estáticos
manage.py	Script de controle do Django
...	Arquivos com as listas de dependências, declarações de ambientes, etc

Fonte: Autoria própria

O projeto se apoia em diversas contribuições da comunidade para implementar diferentes funcionalidades, e utiliza agregadores para manter todo o conjunto do código-fonte necessário. São utilizados os gerenciadores de pacotes para a linguagem Python e demais seções front-end para buscar estes arquivos em diferentes serviços pela Internet. Desta forma, a codificação realizada tem um tamanho muito menor do que se comparada às suas dependências. A tabela 9 traz um comparativo entre o tamanho do aplicativo desenvolvido com o tamanho do projeto completo e suas dependências.

Tabela 9 – Quantidade de arquivos e linhas de código do projeto

Linguagem	Arquivos		Linhas de código	
	Projeto	Aplicativo	Projeto	Aplicativo
CSS	784	12	517.378	13.700
Javascript	4.082	249	441.172	42.484
Python	2.293	22	336.130	3.248
HTML	488	133	59.955	16.286
SASS	810	46	48.321	8.656
JSON	486	19	40.125	434
C++	43		13.000	
C/C++ Header	67		8.761	
XSLT	7		2.347	
TypeScript	22		1.813	
Bourne Shell	13		1.222	
make	28		743	
YAML	75	2	736	16
C	4		640	
Perl	2		613	
Ruby	11		306	
Visual Basic	2		228	
XML	11		218	
Bourne Again Shell	8		128	
m4	1		110	
Windows Resource File	1		33	
C Shell	1		21	
CoffeeScript	1		17	
Lisp	1		6	
DOS Batch	1		1	
Totais	9.242	483	1.474.024	84.824

Fonte: Autoria própria

Frente à infinidade de licenças de código aberto disponíveis, a escolha da GPLv2 deu-se devido à sua popularidade e compatibilidade com os sistemas utilizados para construir a ferramenta. É desejado também que o código-fonte permaneça disponível para trabalhos derivados.

A implementação do sistema foi realizada com ferramentas bastante atuais de desenvolvimento e que são amplamente documentadas na Internet. Bases de conhecimento estão disponíveis na forma de documentação formal, listas de

discussão e sites de perguntas e respostas. Embora muitas tecnologias estejam envolvidas, a documentação disponível e o formato de livre distribuição torna mais fácil futuras adaptações e estudos sobre o sistema.

5.4 Caso prático de uso

A concepção do sistema é baseada em fundamentos de tomada de decisão, sem processos específicos como uma política de recompensas ou permissões com os usuários. A real colocação do sistema em ambientes de produção depende de uma observação detalhada e casos de uso mais exaustivos. O presente caso de uso procurou examinar os ganhos relativos exclusivamente à definição do problema, dos critérios e do processo de levantamento das ideias. Este último é de fato o ponto mais importante no que se refere à colaboração, pois foi visto que o número e qualidade das ideias é crucial para que resultados positivos possam ser retirados de uma sessão de utilização.

Alguns problemas estratégicos pertinentes ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares foram inseridas na ferramenta, e relaciona-se principalmente com as políticas educacionais, gerenciais e ambientais da organização. Os voluntários que se propuseram a contribuir com as ideias são familiarizados com os problemas e possuem domínio sobre os critérios elencados. Após as sessões de colaboração, o formulário do apêndice A com questões para avaliação da experiência de uso foi preenchido.

Dentre os problemas colocados na ferramenta, foram eleitos 4 que dentre os demais apresentaram perfil razoavelmente técnico e são constituídos por variáveis melhor mensuráveis e conhecidas no contexto da participação:

- A Internacionalização do IPEN;
- Estratégia para implantação de um ERP no IPEN;
- Uso Racional de Energia Elétrica no campus do IPEN;
- Uso Racional de Água no campus do IPEN.

Esta escolha foi feita em vista da dificuldade inerente em se tratar problemas muito complexos e pouco objetivos, e portanto houve a preocupação em apresentar aqueles em que os critérios e alternativas pudessem ser facilmente entendidos pelos participantes. A antecipação do perfil das alternativas também foi levado

em conta, pois ao buscar demonstrar a funcionalidade do sistema é preferível que as comparações entre as soluções disponíveis pudessem ser realizadas facilmente.

O experimento não abordou o processo completo que foi implementado, pois a observação adequada dos processos de priorização e agregação de ideias iria requerer mais tempo de pesquisa. Nesta etapa se buscou testar a parte mais importante do sistema com relação aos usuários, verificar o efeito dos primeiros elementos de interação e retirar alguns apontamentos para o horizonte de desenvolvimento do sistema. Sem a realização desta etapa, prejudica-se a avaliação dos atributos das alternativas como diferenciação e grau de inovação.

Enfrentando algumas dificuldades técnicas e motivacionais, um acesso foi fornecido a diversos voluntários dos quais somente sete de fato chegaram a colaborar com o desenvolvimento dos problemas, e destes somente três relataram a sua experiência de utilização do sistema após o experimento. Assim, foi requisitado que os participantes mediados por um gestor dos problemas discutissem as estratégias envolvidas em um problema estratégico que se relaciona com seu cotidiano, e as dúvidas e dificuldades foram tratadas via e-mails.

Por serem problemas de caráter estratégico do instituto, e também para preservar a identidade dos participantes, os problemas foram abertos em modo privativo, e os convites com as credenciais de acesso enviados em particular para cada usuário. No momento, todos os problemas tratados encontravam-se em discussão por algum grupo de trabalho na organização, e as ações necessárias para seu encaminhamento ainda estavam para ser executadas. Desta forma, optou-se por utilizar nomes fictícios para fazer referência aos usuários nesta seção.

Embora tenha sido verificado anteriormente que é positivo que os processos estruturados permitam liberdade de contribuições, procurou-se abordar a usabilidade por meio da sequência esperada de interações de um usuário comum. Desta forma, os problemas foram apresentados aos participantes exclusivamente por meio da ferramenta, e embora todos fossem familiarizados com as questões tratadas, as diretrizes institucionais foram trazidas e as ideias foram requeridas como a descrição das possíveis ações a serem tomadas para um melhor desempenho da gestão do instituto com relação aos problemas.

Para demonstrar as funcionalidades do sistema, as informações de um destes 4 problemas serão utilizadas para ilustrar os processos de priorização e geração de alternativas. Os trabalhos a respeito das diretrizes de internacionalização do instituto pareceu ser o mais adequado para que as funcionalidades do software pudessem ser demonstradas. Este problema aborda as formas como são feitas as

cooperações, parcerias e demais interações com órgãos internacionais a fim de aumentar o alcance das pesquisas desenvolvidas.

Ao acessar o sistema os usuários tem acesso à lista de problemas separados em abas conforme a situação de cada um. A figura 20 traz esta listagem e mostra a contagem dos elementos de cada processo como forma de representar a sua produtividade. A ordenação dos problemas é realizada pela última atividade realizada, que consiste no momento em que houve a última interação de algum usuário com o problema – informação disponível abaixo de cada título juntamente com o autor do problema. Na parte superior, o usuário pode acessar rapidamente funcionalidades como as últimas atividades relacionadas, postar um novo problema ou, no caso de ser um administrador, gerenciar os usuários e algumas configurações da instalação.

Figura 20 – Tela inicial

Fonte: Autoria própria

Ao selecionar um problema, o usuário é direcionado para uma área específica que subdivide as informações referentes à discussão conforme a figura 21, e define novos elementos no cabeçalho e novas abas para a visualização dos problemas, critérios, ideias, alternativas e resultados. As informações abaixo do título levam ao registro de atividades do problema, e quanto administrador, à página de permissões e convites de usuários. No topo de cada uma destas áreas um botão é disponibilizado para que o usuário possa inserir novas informações.

O regime de permissões do problema também é explícito, com três botões ao topo direito que em sequência exibem se o problema é público ou privado somente para membros convidados, se ele é aberto ou fechado para visualização por usuários não convidados, e se o problema é seguido pelo usuário atual a fim de receber as suas atualizações no histórico de atividades. Todos os componentes permitem que os usuários interajam com os autores e coautores das informações utilizando os comentários, conforme mostrado logo abaixo do texto de descrição deste problema.

Figura 21 – Tela do problema

The screenshot displays the DNSTORM web application interface. At the top, a navigation bar includes the DNSTORM logo, links for 'Usuários', 'Atividade', and a '+ Postar problema' button, along with user settings, a profile icon for 'Vinicius Massuchetto', a 'SUPERUSUÁRIO' badge, and a 'Sair' button. Below this, the problem title 'A Internacionalização do IPEN' is shown with tabs for 'discussão', 'atividade', and 'colaboradores e permissões'. To the right, status buttons for 'PRIVADO', 'ABERTO', and 'SEGUINDO' are visible. A section titled 'AJUDA TEÓRICA' is present above a tabbed interface with 'problema', 'critérios', 'ideias', 'alternativas', and 'resultados'. A teal banner encourages users to modify or improve the description. The main content area contains a detailed paragraph about institutional internationalization, followed by a question: 'Quais ações que você considera importante ou recomenda ao IPEN para incrementar sua internacionalização?'. Below the question are 'editar' and 'apagar' links. The author information for 'Felipe Castro Barros' is shown, including a profile picture, name, date '21 fev 2015 às 20:15', and engagement metrics (7 likes, 20 comments, 9 shares). Two comments are visible: one from 'Alice Menezes' dated '3 meses, 2 semanas atrás' and another from 'Felipe Castro Barros' dated '3 meses, 2 semanas atrás'.

Fonte: Autoria própria

Conforme a figura 22, ao topo de todas as páginas do sistema o usuário pode expandir uma área chamada de ajuda teórica, que explica as fundamentações do sistema com informações introdutórias e contextualizadoras a respeito do seu funcionamento e significado de conteúdo de cada aba.

Figura 22 – Ajuda teórica aos componentes de informação

Fonte: Autoria própria

No caso da descrição do problema, o texto de apresentação é feito de forma comum, conforme poderia ser apresentado em outras ferramentas. As informações inseridas devem ter caráter introdutório e trazer as informações pertinentes ao seu esclarecimento. Nesta etapa não há exigência de uma estruturação das informações, e esta apresentação depende dos objetivos do decisor. Segue texto reproduzido:

A Internacionalização institucional caracteriza-se como um conjunto amplo de ações com a finalidade de imprimir um caráter internacional às funções acadêmicas de uma instituição de ensino e pesquisa. Às Instituições que buscam a sua Internacionalização recomenda-se que tenham Políticas Institucionais claras, proativas frente a seus interesses específicos e não puramente reativas aos programas propostos pelas agências internacionais, implicando em decisões políticas e em investimentos. Tanto em recursos financeiros, como em recursos humanos. A CAPES explicita a necessidade de padrões internacionais para a avaliação das atividades de Pós-Graduação e pesquisa desenvolvidas pelos institutos de ensino e pesquisa. O resultado mais efetivo da internacionalização seria a elevação, substancial, da qualidade das publicações, teses e trabalhos científicos e tecnológicos, de um modo geral, incrementando o fortalecimento da instituição, bem como da sua pós-graduação.

Quais ações que você considera importante ou recomenda ao IPEN para incrementar sua internacionalização?

Durante o desenvolvimento desta descrição, um usuário questionou em comentários o escopo essencialmente acadêmico da discussão, e traz a necessidade de esclarecimento das limitações das diretrizes e da autonomia do instituto para com

as políticas internacionais. Embora existisse a possibilidade de complementação das informações desta descrição, somente em um dos quatro problemas é que isto foi de fato realizado, pois nos demais as sugestões surgiram de comentários.

Os critérios propostos pelo autor do problema são utilizados para avaliação das ideias com variáveis que envolvem os custos, prazos, viabilidades e consumo de recursos necessários para as ideias serem colocadas em prática. Nos quatro problemas tratados foram utilizados um número de critérios entre 5 e 7, e como a cada inserção de critério o sistema exige que seja especificado o tipo da informação que deve ser fornecida pelos usuários, a forma de se interpretar as comparações leva em consideração os dados maiores ou menores, o peso do critério para com os demais, e qual a forma de agregação dos resultados na tabela de estratégias. A tabela 10 lista os critérios considerados para o problema, seus pesos para comparação, e a forma como eles devem ser interpretados. Para fins de referência posterior, atribuímos também um indicador a cada uma delas:

Tabela 10 – Critérios utilizados para avaliação do problema de internacionalização

Identificação	Título	Interpretação
A	Independência de apoio político	Um alto nível de independência do apoio político externo deve ser considerado bom.
B	Nível de apoio remoto	A ação deve ter uma alta capacidade de apoio remoto e evitar atividades presenciais possível.
C	Capacidade de atração de novos alunos	É desejável uma alta capacidade de atração de novos alunos com esta ação.
D	Facilidade de acesso a programas internacionais	A ação deve ser capaz de viabilizar o acesso de pesquisadores em programas internacionais.
E	Exequibilidade	A facilidade em se executar as ações deve ser levada em consideração. Quanto mais fácil para colocá-la em prática, maior este valor.
F	Percepção de valor	Referente à mensuração da percepção de valor na ação pela comunidade científica. Quanto maior o valor, melhor.
G	Recursos financeiros	A quantidade de recursos financeiros necessários representam maiores dificuldades para implementação da ação. Um valor maior atribuído a este critério significa que as condições financeiras são mais vantajosas.
H	Recursos humanos	A utilização de recursos humanos para execução da ação consiste em mais dificuldades para sua viabilização. Um valor maior atribuído a este critério significa um bom rendimento para com a carga em recursos humanos do instituto.

Fonte: Autoria própria

Os critérios são listados com seu título, descrição e ícones específicos para cada um de seus atributos. A figura 23 traz um exemplo dos critérios sobre a exequibilidade e engajamento com programas internacionais. O ícone que representa o critério é exibido conforme a sua função de agregação. Notar que para qualquer um dos componentes do sistema, se um usuário vier a complementar as informações de um usuário anterior, então lhe será atribuída a co-autoria do componente.

Figura 23 – Itens na listagem de critérios

Engajamento em programas internacionais

Quanto maior a ação facilitar o engajamento dos pesquisadores em programas internacionais, melhor.

▼ Valores de 1 até 10.
 ↑ Quanto maior melhor.
 📊 Peso 1.
 ☰ Resulta na média dos valores das ideias.

editar apagar

Co-autores do critério

Camila Azevedo
 ● 1 🗳️ 3

Autor do critério

Felipe Castro Barros
 ● 7 🗳️ 20 📊 9

comentar

Exequibilidade

Refere-se à facilidade de implementação da ação

▼ Valores de 1 até 10.
 ↑ Quanto maior melhor.
 📊 Peso 1.
 ☰ Resulta na média dos valores das ideias.

editar apagar

Autor do critério

Felipe Castro Barros
 ● 7 🗳️ 20 📊 9

comentar

Fonte: Autoria própria

Todos os critérios da tabela 10 foram dispostos em escala, com valores de 1 a 10 para referir os extremos possíveis de sua quantificação, a maior pontuação considerada como o melhor resultado, e a regra de agregação para os valores das ideias sobre cada critério tomado como valor médio – uma uniformização que foi buscada para facilitar a comparação e apresentação dos resultados.

Ao fornecerem suas ideias, cada participante que apresenta sua ideia deve apresentar uma auto-avaliação dos valores dessa ideia com relação a cada critério, de forma a justificar os motivos que levaram à atribuição do valor. Um exemplo de ideia na forma como é exibida no sistema pode ser conferido na figura 24, que apresenta também alguns detalhes a respeito da forma de notificação das ações do usuário, e a chamada para a janela de notificações de atividades – que no caso alerta para uma notificação ainda não lida. O ícone ao lado esquerdo corresponde à quantidade de votos positivos que a ideia possui, e representa a aprovação média do item dentre os participantes do problema.

Figura 24 – Item na listagem de ideias

DNSTORM Usuários Atividade + Postar problema Vinicius Massuchetto SUPERUSUÁRIO Sair

A Internacionalização do IPEN

discussão atividade colaboradores e permissões PRIVADO ABERTO SEGUINDO

A SUA IDEIA FOI SALVA.

AJUDA TEÓRICA

problema critérios ideias alternativas resultados

+ Clique aqui para inserir uma nova ideia.

Contratação de serviços de apoio de terceiros por demanda

1 À medida em que houver a necessidade de serviços, preferir a contratação via terceirização.

Apoio virtual / remoto	8	Alto impacto, pode facilitar a vida do pesquisador uma vez que esse apoio pode ser remoto também
Atração de novos alunos	1	Nenhum impacto
Engajamento em programas internacionais	8	Alto impacto, pode facilitar a vida do pesquisador
Exequibilidade	7	Dificuldades podem ser enfrentadas na elaboração do edital
Independência de apoio político	1	Ideia pode encontrar resistência interna
Percepção de valor	8	Alto impacto do valor pelo pesquisador pela liberação do tempo dele para outras atividades
Recursos financeiros	2	solução é custosa, a dedicação de um profissional mais qualificado deve representar um custo mensal da ordem de R\$ 20 mil / mês ou R\$ 240 mil / ano
Recursos humanos	1	Solução dependente da disponibilização de recursos humanos

editar apagar

Co-autores da ideia Autor da ideia

Camila Azevedo 1 3

Felipe Castro Barros 7 20 9

comentar

Fonte: Autoria própria

O número de ideias pelos problemas variou de 3 a 9, e a tabela 11 traz o resumo das quantificações de cada ideia fornecida no problema da internacionalização.

Tabela 11 – Quantificação das ideias para cada critério

Ideias	Critérios e pontuações							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Alocação de servidor do quadro ativo para o apoio	9	8	1	2	9	7	9	1
Mapeamento das parcerias internacionais estabelecidas e em andamento no IPEN	1	8	10	10	10	10	1	5
Flexibilização de línguas na Pós-Graduação	8	10	10	10	10	10	3	5
Estabelecer/flexibilizar procedimentos	5	1	10	10	7	10	5	7
Promover a internacionalização dos pesquisadores	5	1	10	10	7	10	10	8
Firmar acordos acadêmicos com ICTs estrangeiras	9	7	10	8	5	10	7	8
Contratação de serviços de apoio de terceiros por demanda	1	8	1	8	7	8	2	1

Fonte: Autoria própria

Qualquer ação no sistema é reportada em um registro de atividades, e os usuários que seguem um problema são aqueles que são notificados quando existe qualquer atualização de seus componentes. Um exemplo de visualização destes registros podem ser conferidos na figura 25:

Figura 25 – Visualização de notificações

The screenshot shows the DNSTORM web application. At the top, there's a navigation bar with 'Usuários', 'Atividade', and '+ Postar problema'. The main content area is titled 'A Internacionalização do IPEN' and includes tabs for 'discussão', 'atividade', and 'colaboradores e permissões'. A notification overlay is active, displaying a list of recent activities with user avatars and timestamps. Below the notifications, the 'Contratação de serviços de apoio de terceiros por demanda' problem is highlighted, showing a score of 8 and a description: 'À medida em que houver a necessidade de serviços, preferir a contratação via terceirização. Apoio virtual / remoto'.

Fonte: Autoria própria

Ao levar em consideração a qualidade das ideias frente aos critérios, já é possível neste estágio combinar as informações para formação de alternativas. O sistema possibilita a exposição de preferências por parte dos usuários mediante votações e comentários, o que viabiliza um processo colaborativo de priorização. Dadas as circunstâncias dos problemas que ainda estão em fase de elaboração, este recurso não foi utilizado e a forma de composição das alternativas é assumida em um contexto de demonstração.

A fim de demonstrar de maneira simples como ocorre a formação das alternativas, é possível supor um contexto de tomada de decisão que tem limitações políticas e financeiras, e que portanto haverá comprometimento administrativo a respeito de estratégias que não dependam de apoio político e envolvam baixos investimentos. Ao seguir este exemplo, define-se que os critérios que devem ser observados são a independência política (A) e a disponibilidade de recursos financeiros (G), o que leva a uma formação possível de alternativas conforme demonstrado na tabela 12:

Tabela 12 – Alternativas coerentes com um contexto de baixa disponibilidade de recursos financeiros

Ideias das alternativas	Critérios e pontuações							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Alternativa 1								
Alocação de servidor do quadro ativo para o apoio	9	8	1	2	9	7	9	1
Promover a internacionalização dos pesquisadores	5	1	10	10	7	10	10	8
Valor médio	7	4	5	6	8	8	9	4
Alternativa 2								
Promover a internacionalização dos pesquisadores	5	1	10	10	7	10	10	8
Firmar acordos acadêmicos com ICTs estrangeiras	9	7	10	8	5	10	7	8
Valor médio	7	4	10	9	6	10	8	8

Fonte: Autoria própria

Ambas as alternativas são equivalentes no que diz respeito à independência política (A), a alternativa 1 é ligeiramente mais vantajosa com relação à disponibilidade de recursos financeiros (G). No entanto, a alternativa 2 apresenta melhor desempenho em quesitos como a capacidade de atração de novos alunos

(C), facilidade de acesso a programas internacionais (D), percepção de valor pela comunidade (F) e utilização de recursos humanos (H). É notado como a comparação torna-se conflituosa quando múltiplos critérios são levados em conta, e quais as variáveis devem de fato ser consideradas pelo decisor quando uma alternativa é selecionada. Neste caso específico, embora a alternativa 2 envolva um custo ligeiramente maior, ela tem condições de oferecer melhores resultados em mais critérios do que a alternativa 1. Ao realizar esta análise em um esquema simplificado de somente duas ideias e duas alternativas, procura-se demonstrar como o número de comparações aumenta à medida em que se priorizam mais ideias e mais alternativas.

Para adicionar uma alternativa, o colaborador é levado para uma área similar à listagem de ideias, em que as ideias são selecionadas juntamente com o fornecimento de um título identificador. Após adicionada, uma alternativa permanece à disposição para ser visualizada conforme a figura 26, que segue o exemplo já apresentado para a alternativa 2 na tabela 10. Em cada alternativa, logo ao topo é indicado o título e as ideias que a integram. O valor para cada critério é exibido em forma de linha expansível, que uma vez clicada oferece o detalhamento da agregação do valor – tal como é feito nas alternativas a respeito da independência política e da disponibilidade de recursos financeiros.

Figura 26 – Item na listagem de alternativas

Fonte: Autoria própria

Ao contrário das ideias, o fornecimento de preferências para as alternativas é feito no formato de escalas de 0 a 100, pois um usuário tem flexibilidade o suficiente para priorizar uma alternativa frente à outra mesmo que seja por uma quantidade pequena de pontos. O usuário deve arrastar e soltar o indicador à esquerda para expressar o seu nível de aprovação para cada item, com o resultado expresso com a média dos valores de todos os usuários votantes.

Um resumo de resultados destes procedimentos são apresentados na última aba de cada problema, em que as preferências dos usuários e o atendimento de cada alternativa aos critérios é demonstrada. A figura 27 demonstra como os critérios abordados na comparação das alternativas 1 e 2 diferem.

O regime de permissões do problema também é explícito, com três botões ao topo direito que em sequência exibem se o problema é público ou privado somente para membros convidados, se ele é aberto ou fechado para visualização por usuários não convidados, e se o problema é seguido pelo usuário atual a fim de receber as suas atualizações no histórico de atividades. Todos os componentes permitem que os usuários interajam com os autores e coautores das informações utilizando os comentários, conforme mostrado logo abaixo do texto de descrição deste problema

Figura 27 – Relação de preferências dos usuários pelas alternativas

Fonte: Autoria própria

Este resultado é um indicador de preferências por parte de todos os usuários sobre as organizações de ideias que foram propostas, e não representa necessariamente a alternativa ótima do problema. Como já observado, as escalas uniformes dentre todas as alternativas foram assim definidas para que a comparação de grandezas equivalentes fosse simplificada.

Em problemas estratégicos existem diferentes tipos de resultados e que implicam em diferentes regras de agregação, assim como métricas de comparação diferentes quando submetidos à priorização – tal como discutido sobre a tabela 12. O software tem um sentido colaborativo que envolve a livre criação de conteúdo com seus processos, pois exibe primeiro as alternativas que forem melhor votadas, e possibilita uma lógica colaborativa de complementação ou questionamento das informações para a obtenção de alternativas melhores. A figura 28 traz estas informações, e buscam demonstrar tanto o andamento, quanto a conclusão do processo.

Figura 28 – Atendimento a um critério pelas alternativas

Fonte: Autoria própria

Realizadas as sessões de levantamento de ideias, para que a experiência de cada usuário pudesse ser avaliada, um formulário Web foi enviado aos participantes para coletar informações a respeito do processo, e avaliar tópicos como as dificuldades de utilização, aproveitamento das informações colaborativas, e os pontos positivos e negativos encontrados, com discussão a ser realizada na sessão seguinte.

Mesmo com a experimentação feita em escala que não permite a demonstração de resultados detalhados, o sistema recebeu uma avaliação positiva dos três usuários que responderam o questionário do apêndice A (submetido a um total de sete participantes). Os principais ganhos relatados foram a comunicação e o intercâmbio de informações no formato colaborativo, enquanto as principais limitações permanecem relativas ao acompanhamento de uso e necessidade de tutoria para que os usuários possam desenvolver um problema por conta própria.

5.5 Discussões, limitações e trabalhos futuros

Conforme revisado em autores como Butler, Scherer e Reiter-Palmon (2003), Keeney (2004), não é comum que exista uma estruturação espontânea durante uma tomada de decisão, e é possível melhorar as condições de eficiência

para o decisor. Nenhum dos voluntários declarou ter utilizado quaisquer ferramentas para geração de ideias anteriormente, o que é considerado um indicativo de que é possível melhorar os meios para geração de alternativas em ambientes acadêmicos e profissionais.

Ao mesmo tempo em que uma redação introdutória ao assunto é inevitável em uma dinâmica não presencial, a prática de escrita sobre o problema traz os primeiros questionamentos referentes à sua estruturação, e deve ser realizada com ambos estes objetivos. Porém, nota-se que boa parte desta estruturação ocorre na especificação dos critérios. O simples questionamento de ‘como avaliar o problema’ não é trivial e requer esforço de raciocínio para que cada item possa ser devidamente explicado e entendido pelos participantes. Entende-se também que a forma de quantificação pode ser contra intuitiva e leva à mal interpretação do critério se ele não for colocado da maneira adequada.

Uma vez que a apresentação do sistema foi feita via e-mails e rápidas apresentações individuais com limitada experiência de uso, não houve a oportunidade para antecipar possíveis dificuldades, seja em relação ao uso da ferramenta ou seja a estrutura conceitual de tomada de decisão subjacente. Embora a experiência em outros sistemas especializados possa auxiliar neste momento, o fato de os participantes declararem dificuldades logo no primeiro contato sugere que previamente às seções de utilização seja feita uma apresentação a respeito dos propósitos do método e de seu embasamento em conceitos de tomada de decisão.

O fato indica também a necessidade de textos introdutórios e indicadores para as ações possíveis logo nas primeiras visitas dos usuários, como forma de familiarizá-los com o fluxo das informações. Neste sentido, a estrutura em abas dos problemas é ao mesmo tempo um recurso interessante e sensível, pois entende-se que embora haja o auxílio à organização das informações, há também a necessidade de conhecimento de sua terminologia e embasamento por parte dos participantes.

Dentre as ideias fornecidas pelos participantes, foi comum a agregação de conceitos consideravelmente amplos em sua concepção. Isto fez com que algumas propostas fossem generalistas e implicassem em múltiplas frentes de trabalho no universo de ações possíveis; um contexto que dificulta sua avaliação e poderia ser melhor representado em ideias menores.

Este comportamento sugere que recursos de organização seriam úteis para o tratamento de problemas amplos. Ao mesmo tempo, foi discutido a completude é um ponto importante para as boas ideias, e nos leva a insistir que por mais que o formato de inserção destas informações seja mantido de forma objetiva, a

flexibilidade de apresentação faz com que o problema possa adquirir certo volume textual. De acordo com o perfil de comunidade esperado para este tipo de aplicação, uma das ações para melhoria de ideias muito amplas seria a colaboração em edições pelos demais usuários segundo políticas pré-definidas.

Os usuários também declararam haver ganhos em relação à formação de suas próprias ideias ao verificarem as ideias dos demais, e tomam conhecimento de outras linhas de raciocínio e pontos de vista. Neste ponto foi sinalizado pelos respondentes a necessidade de acompanhamento contínuo por parte do gestor do problema e dos demais participantes à medida que novas ideias são postadas, o que daria seguimento mais significativo ao processo colaborativo.

Um recurso importante que deixou de ser implementado neste ponto foram as notificações via e-mail – o que ajudaria no informe a respeito das atividades relacionadas a cada usuário, mas também levaria ao problema de um grande número de mensagens enviadas devido à quantidade de interações possíveis. Considera-se que uma implementação correta deste recurso exige a observação dos momentos em que as notificações são mais necessárias para que possam ter sua importância entendida, de forma que os usuários não sejam perturbados com um alto número de mensagens, e ao mesmo tempo possibilitar com que eles tomem conhecimento de outras colaborações no sistema que ainda não possuem relação com as suas.

Avalia-se que a ausência de políticas de utilização juntamente com os fatores motivacionais foram os principais aspectos limitantes do experimento, pois com as ideias fornecidas foi constatado que as circunstâncias de colaboração não estavam claras, já que nenhum usuário chegou a complementar ou editar as informações inseridas por outro. As políticas de edição de conteúdo são importantes para estipular quando e como um determinado conteúdo pode ser complementado, o que evitaria a discordância com uma edição por parte de um usuário uma vez que existem definições para que complementações possam ser feitas. O grupo deve ser instruído a ter certas atitudes de resposta a determinadas interações, e a formar um ambiente de colaboração próprio para com as informações.

Através do relato dos usuários e avaliação de suas interações nota-se que uma aplicação ideal do sistema pode ser obtida por meio de um programa de uso com sessões agendadas de tutoria entre os voluntários. Nesta ocasião é possível se trabalhar com instruções apropriadas e com o desenvolvimento acompanhado das informações no sistema, com o estabelecimento de políticas e metas claras sobre as diferentes situações de colaboração que ocorrem, e capacitações para os participantes com relação aos conceitos de tomada de decisão envolvidos.

Um dos pontos trazidos por Keeney (2004, p. 202) é o de que mesmo as pessoas com boa educação formal possuem dificuldades em estruturar suas decisões, e que o desenvolvimento de novos conceitos, ferramentas e procedimentos é uma das formas de treinar analistas de decisões frente à linguagem, conceitos, distinções e valores desta disciplina. Na pior das hipóteses, um indivíduo familiarizado com a análise de decisões reconhecerá a necessidade de ajuda de um especialista quando deparado com um problema muito complexo, e de toda forma poderá melhorar o modo como as decisões em seu alcance são tomadas.

Nesta linha, a concepção de um programa de treinamento é uma segunda possibilidade a ser considerada sobre o sistema, já que poderia viabilizar sua utilização de forma acompanhada utilizando problema reais em grupos de trabalho designados especificadamente para sua resolução.

Em seu escopo, o software implementa os recursos mínimos necessários para que exista um fluxo estruturado, e não se preocupa com funcionalidades como sistemas de busca, taxonomias e notificações de colaboração em tempo real. Ao mesmo tempo em que estes recursos são importantes caso a ferramenta tenha um crescimento de utilização, é preciso verificar até que ponto não se aumentará a carga cognitiva necessária para que as tarefas sejam finalizadas.

Uma dinâmica que favoreça um alto nível de qualidade em regime de colaboração automático por parte dos usuários é algo extremamente difícil de ser implementado. Conforme verificado nos principais exemplos de sucesso de comunidades na Web, é necessário que o usuário se ambiente com políticas organizacionais e de conteúdo sobre a ferramenta utilizada; como por exemplo, quando se deve suprimir ou complementar uma determinada informação. Estas definições ficam a cargo de um agente externo que interprete o perfil dos usuários e cria as regras pertinentes, mas sugere também com que um trabalho de formação de comunidades tenha que ser feito no grupo participante do experimento.

As mensagens de ajuda que o sistema fornece ao usuário podem também ser melhoradas, e os conceitos envolvidos no sistema poderiam ser apresentados interativamente à medida em que eles são requisitados aos usuários. A seção de ajuda que foi implementada possui um perfil bastante estático, e embora possa detalhar os conceitos, sua relação com as funcionalidades do sistema está sujeita à interpretação de cada usuário, assim como também depende da iniciativa de consulta à esta área.

Uma vez que é necessário que os participantes acessem o sistema várias vezes para retomar o processo iterativo de colaboração nas diferentes etapas do

processo, existe uma importância de se manter os usuários em contato com as atividades que ocorrem no sistema. A notificação via e-mail não foi implementada devido à dificuldade de se estabelecer métricas que definem quando uma notificação deve ser reportada ou não. Ao mesmo tempo que uma abordagem simples de enviar todas as notificações de um problema para seus usuários possa resultar em um número excessivo de mensagens eletrônicas, a ausência deste recurso foi notada devido ao fato de que os participantes recorreram poucas vezes ao sistema por conta própria.

O sistema não possui uma tabela de estratégias completamente representada, mas sim segmentada pelas abas de ideias e de alternativas. A exibição completa de todos os dados disponíveis é uma complicação de uso devido ao grande número de informações, e que juntamente com as informações relevantes a cada área de tratamento do problema, as informações secundárias devem também estar disponíveis em uma pequena interação do usuário.

Outro ponto possível e razoavelmente simples de ser melhorado são os relatórios disponibilizados para cada problema. As atividades de uma sessão de resolução de problemas gera muitas informações que podem ser analisadas por meio de diferentes visões. Identificar os formatos de dados e ferramentas de apresentação adequados para o caso de uso geral é um desafio.

Uma das linhas possíveis de se avançar com o desenvolvimento de ferramentas de tomada de decisão é dar ao sistema um real tratamento de produto ao identificar seu público alvo com diretrizes mais específicas para a implementação das funcionalidades. Um bom cenário é a formação de uma comunidade segundo os moldes gerais já estabelecido por estas ferramentas, e aos poucos receber em caráter experimental alguns elementos de tomada de decisão que levem à quantificação da efetividade das soluções. A primeira grande dificuldade é a formação de uma comunidade que discuta problemas, o que pode ser conseguido com a inserção gradual de problemas de ordem tática e estratégica em uma comunidade ativa voltada à discussões exclusivamente técnicas; situação que ocorre em plataformas como o Stack Exchange e nas implementações do Askbot e OSQA.

Embora os sites de perguntas e respostas relacionados às questões gerenciais, comportamentais e educacionais tenham tido sucesso em sua funcionalidade, observa-se que as comunidades relacionadas à inovação aberta representam um fértil campo de aprendizado no uso de ferramentas colaborativas neste sentido. A deficiência de plataformas de suporte sobre alguns softwares específicos, ou mesmo a falta de discussões táticas sobre eles pode ser vista como uma oportunidade de formação de comunidades, sobretudo quando são consideradas as discussões em

língua portuguesa. Para que uma comunidade enxergue valor e se forme em volta de uma destas ferramentas, é necessário um trabalho de apoio disciplinado para suportar os seus problemas e acumular soluções que servirão como um atrativo para mais usuários.

6 CONCLUSÃO

Através deste trabalho houve a oportunidade de examinar algumas das possibilidades ofertadas pelo desenvolvimento de dinâmicas de colaboração na Web. Foi verificada a importância de análise destas dinâmicas para a identificação de ganhos em aspectos específicos e que podem ser remodelados com outros objetivos.

Com a finalidade de obter boas alternativas estratégicas foi buscada uma convergência sistemática entre sessões de geração de ideias, organização das informações em formato multicritério, e sistemas colaborativos com funcionalidades baseadas na preferência dos usuários, como a priorização dos conteúdos melhores avaliados coletivamente ao longo do processo como as votações de critérios e ideias. A importância prática desta combinação necessitam de mais investimentos em experimentação e mais conhecimentos para que se possa compreender o comportamento dos usuários e introduzir técnicas que atendam suas expectativas.

Nesta linha, o brainstorming se mostrou como uma referência útil para alguns destes elementos, uma vez que se procura estipular premissas de discussão que são também aplicáveis no seu formato eletrônico. A análise desta técnica juntamente com as práticas de colaboração da Web trazem um olhar conceitual sobre o formato de discussão das soluções colaborativas, e auxiliam na definição de orientações e políticas a serem definidas para os participantes das sessões de geração de ideias.

Os modelos multicritério, por sua vez, contribuem com o sentido organizacional das informações no sistema e dão referências práticas e teóricas a respeito das comparações dos atributos. Técnicas como o AHP demonstram como este procedimento pode ser realizado, e definem maneiras de se lidar com o grande número de informações, assim como no entendimento dos participantes com relação às alternativas.

Interpreta-se que as principais contribuições do sistema que foi desenvolvido estão relacionadas com a exploração de algumas lacunas deixadas pelas soluções disponíveis atualmente, e busca relacionar a geração de ideias do brainstorming e o modelo de organização das informações. A interface entre o processo de angariação das ideias e sua organização consiste na classificação e seleção das informações disponíveis, e é esta talvez a etapa mais crítica que foi encontrada porque muitas vezes não há referência clara de como um dado conjunto de ideias

pode ser proposto como uma alternativa.

Neste momento observa-se como algumas ferramentas com crescente popularidade lidam com a seleção de informações voltadas à resolução de problemas, e é possível identificar recursos interessantes em sistemas que os usuários têm a possibilidade de interferir na priorização ao informar sua preferência pelas alternativas colocadas. Mamykina et al. (2011) discute que os sistemas de perguntas e respostas possuem dificuldades para tratar problemas desestruturados e com muitas incertezas, e geram um esvaziamento na colaboração quando situações deste tipo se tornam recorrentes. Tausczik, Kittur e Kraut (2014), por outro lado, observou como as complicações aumentam à medida em que existem mais contribuições de ideias.

O DNStorm é uma abordagem sobre estes problemas desestruturados da análise de decisões discutidos em literatura, e leva em consideração boa parte dos argumentos apresentados por Keeney (2004) a respeito da necessidade de ampliação educacional dos conceitos de análise de decisões e formação de uma consciência comum a respeito dos ganhos destas metodologias. Os modelos multicritério são uma saída possível para que problemas complexos possam ser analisados por grupos de pessoas em regime colaborativo, e que recursos de angariação e priorização das informações de um problema são também contribuições para a demonstração de como a combinação de diferentes metodologias pode ser realizada com este fim.

Do ponto de vista prático, há também a necessidade de melhor entendimento do modelo aberto de informações e tecnologias como um mercado proeminente e que já faz parte do cotidiano, e que sua proximidade com a comunidade acadêmica deve ser vista como um bom indicador de oportunidades para o desenvolvimento e popularização de áreas como a análise de decisões.

As limitações do sistema podem ser melhor discutidas, e existe a oportunidade de identificação dos vieses a que os usuários estão sujeitos durante a utilização do software – em especial na parte de avaliação dos critérios quando o autor de uma ideia pode supervalorizá-la, conscientemente ou não, em relação a algum critérios e – e do esclarecimento de alguns recursos que foram implementados no sentido da orientação e minimização de situações indesejadas. Obviamente nem todas as limitações possuem um contraponto viável de ser implementado, já que é preciso balancear os ganhos da implementação de um recurso com o atendimento aos critérios de usabilidade adotados, tal como a simplicidade de utilização do sistema.

Frente à metodologia estabelecida, o software e a experimentação rea-

lizada cumprem o objetivo de abordar o tópico de sistemas de apoio à tomada de decisão por meio de uma implementação prática. Notou-se que a estruturação dos componentes de um problema pode trazer benefícios ao processo de construção das soluções em âmbito participativo, e que as formas de geração de alternativas podem ser detalhadas e melhoradas com a utilização de métodos assistidos por sistemas específicos.

Embora tenha sido tomado como base um modelo de resolução de pequenos problemas com base em perguntas e respostas, o estudo de outras formas de se produzir conteúdo com questões apresentadas em âmbito colaborativo podem ser analisadas e utilizadas para a geração de métodos de apoio. A forma direta e a interface intuitiva do modelo escolhido são qualidades consideradas importantes e que podem ser aproveitadas em processos de angariação de ideias, e mais estudos com esta perspectiva de aproveitamento de recursos com sucesso de implementação podem gerar novos modelos para servir de base a sistemas de apoio.

E por fim, como qualquer ferramenta de apoio a decisão, as limitações estão presentes. Na solução apresentada pelo DNStorm certamente existem outras limitações que serão detectadas a medida que se percorrer a curva de aprendizado dessa solução. Cabe, na medida do possível, ao gestor do problema e aos demais participantes estarem atentos e evitar que vieses que podem ser evitados sejam devidamente identificados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGARWAL, R.; VENKATESH, V. Assessing a Firm's Web presence: A heuristic Evaluation Procedure for the Measurement of Usability. *Journal of Information Systems Research*, v. 13, n. 2, p. 168–186, 2002. ISSN 10477047.
- ANDERSON, A. et al. Steering user behavior with badges. In: *WWW '13 Proceedings of the 22nd international conference on World Wide Web*. [S.l.: s.n.], 2013. p. 95–106. ISBN 978-1-4503-2035-1.
- ARMSTRONG, G. R.; TUCKER, J. M.; MASSAD, V. J. Interviewing the Experts : Student Produced Podcast. *Journal of Information Technology*, v. 8, p. 79–90, 2009. ISSN 1547-9714, 1547-9714.
- BAHRENS, J. et al. *The Principles of LiquidFeedback*. [S.l.], 2014. Disponível em: <<http://principles.liquidfeedback.org>>.
- BAKER, D. et al. *Guidebook to decision-making methods*. [S.l.]: Department of Energy, USA, 2001. WSRC-IM-20.
- BARON, J. *Thinking and Deciding*. 4. ed. London: Cambridge University Press, 2006. 584 p.
- BINDER, J. C. *Global Project Management: Communication, Collaboration and Management Across Borders*. [S.l.]: Gower Publishing, Ltd., 2007. 284 p. ISBN 0566087065.
- BLOOM, N. et al. The distinct effects of Information Technology and Communication Technology on firm organization. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, No. 14975, n. 11-023, 2009. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w14975>>.
- BOUCHARD, G.; CLINCHANT, S.; CONVERTINO, G. E-Participation with Stakeholder's Feedback Platform. In: *Handbook of Research on Advanced ICT Integration for Governance and Policy Modeling*. [S.l.: s.n.], 2014. ISBN 1466662379.
- BRABHAM, D. C. Crowdsourcing as a Model for Problem Solving: An Introduction and Cases. *Convergence: The International Journal of Research into New Media Technologies*, v. 14, n. 1, p. 75–90, 2008. ISSN 1354-8565.
- BRILL, J. M.; BISHOP, M. J.; WALKER, A. The Competencies and Characteristics Required of an Effective Project Manager: A Web-Based Delphi Study. *Technology & Learning*, v. 54, p. 115–140, 2006.
- BUTLER, A.; SCHERER, L.; REITER-PALMON, R. The effects of solution elicitation aids and need for cognition on the generation of solutions to ill-structured problems. *Creativity Research Journal*, v. 15, p. 235–244, 2003.
- CALEFATO, F. et al. Success Factors for Effective Knowledge Sharing in Community-based Question-Answering. In: *IFKAD 2015: International Forum on Knowledge Asset Dynamics*. [S.l.: s.n.], 2015. p. 1–11.

CHANDLER, D.; KAPELNER, A. Breaking monotony with meaning: Motivation in crowdsourcing markets. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 90, p. 123–133, 2013. ISSN 01672681.

CHESBROUGH, H. W. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. [S.l.]: Harvard Business School Press, 2003. ISSN 1558-9080. ISBN 1578518377.

CONWY. *Conwy Deposit Local Development Plan (Revised Edition 2011)*. [S.l.], 2011. 1–38 p. Disponível em: <<http://conwy.devplan.org.uk/document.aspx?document=65{&}display=chapter{&}>>.

CORNER, J. L.; CORNER, P. D. Characteristics of Decisions in Decision Analysis Practice. *Journal of the Operational Research Society*, v. 46, n. 3, p. 304–314, 1995. ISSN 0160-5682.

CUNNINGHAM, K.; HOLOVATY, A.; KAPLAN-MOSS, J. *The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right*. 3rd. ed. [S.l.]: Apress, 2014. ISBN 9781430258810.

DACORSO, A. L. R.; YU, A. S. O. Análise do comportamento de gerentes em tomada de decisão organizacional: um experimento sobre a geração de alternativas. In: *Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*. Brasília: [s.n.], 2005. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/diversos/trabalhos/EnANPAD/enanpad{_}2005/EOR/2005{_}EORB23>.

Del Missier, F.; VISENTINI, M.; MANTYLA, T. Option generation in decision making: ideation beyond memory retrieval. *Frontiers in Psychology*, v. 5, p. 1–24, 2015. ISSN 1664-1078. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2014.01584/abstract>>.

DELBECQ, A. L.; Van de Ven, A. H. A group process model for problem identification and program planning. *The Journal of Applied Behavioral Science*, v. 7, n. 4, p. 466–492, 1971. ISSN 0021-8863.

DENNIS, A. R. Group Size Effects in Electronic Brainstorming. In: KOCK, N. (Ed.). *Encyclopedia of E-Collaboration*. [S.l.]: IGI Global, 2008. p. 1–6.

DENNIS, A. R.; MINAS, R. K.; BHAGWATWAR, A. Sparking creativity: Improving electronic brainstorming with individual cognitive priming. In: *Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. [S.l.: s.n.], 2011. p. 139–148. ISBN 9780769545257. ISSN 15301605.

DIEHL, M.; STROEBE, W. Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, v. 53, n. 3, p. 497–509, 1987. ISSN 0022-3514.

DYER, J. S.; LUND, R. N. Tinker Toys and Christmas Trees: Opening a New Merchandising Package for Amoco Oil Company. *Interfaces*, v. 12, n. 6, p. 38–52, 1982. ISSN 0092-2102.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHROGOTT, M. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. [S.l.]: Springer Science and Business Media, Inc., 2005. 848 p. ISBN 978-0-387-23067-2.

- GALLUPE, B. R. et al. Electronic Brainstorming and Group Size. *Academy of Management Journal*, v. 35, n. 2, p. 350–369, 1992.
- GAZAN, R. Social Q&A. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, p. 1–12, 2011. ISSN 14923831.
- GEOFFRION, a. M.; DYER, J. S.; FEINBERG, A. An Interactive Approach for Multi-Criterion Optimization, with an Application to the Operation of an Academic Department. *Management Science*, v. 19, n. 4-Part-1, p. 357–368, 1972. ISSN 0025-1909.
- GNATZY, T. et al. Validating an innovative real-time Delphi approach - A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 78, n. 9, p. 1681–1694, 2011. ISSN 00401625.
- GRUNDY, S. J.; KEMMIS, S. *Educational action research in Australia: the state of the art*. [S.l.]: Geelong: Deakin University Press, 1982.
- HARPER, F.; RABAN, D. Predictors of answer quality in online Q&A sites. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [s.n.], 2008. p. 865–874. ISBN 9781605580111. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1357054.1357191>>.
- HATTINGH, F.; Van Rooyen, C.; BUITENDAG, A. A Living Lab approach to gamification of an open source Q&A for tertiary education. In: *Annual Conference on WWW Applications*. [s.n.], 2013. Disponível em: <<http://www.zaw3.co.za/index.php/ZA-WWW/2013/paper/view/846>>.
- HIPPEL, E. A. V.; Georg Von Krogh. Open Source Software and the "Private-Collective" Innovation Model: Issues for Organization Science. *MIT Sloan Research Paper*, n. 4739-09, 2009.
- HOWARD, R. a.; RONALD, A. Decision Analysis: Practice And Promise. *Management Science*, v. 34, n. 6, p. 679–695, 1988. ISSN 0025-1909.
- ISAKSEN, S. G. A Review of Brainstorming Research: Six Critical Issues for Inquiry. *Creativity Research Unit - Creative Problem Solving Group*, n. 302, 1998. Disponível em: <<http://www.cpsb.com/resources/downloads/public/302-Brainstorm.pdf>>.
- ISAKSEN, S. G.; GAULIN, J. P. A Reexamination of Brainstorming Research: Implications for Research and Practice. *Gifted Child Quarterly*, v. 49, n. 4, p. 315–329, 2005. ISSN 0016-9862.
- ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the Analytic Hierarchy Process. *Expert Systems with Applications*, v. 38, n. 11, p. 14336–14345, 2011.
- ISO. *Ergonomics of human-system interaction - Part 210: Human-centred design for interactive systems (ISO 9241-210:2010(E))*. [S.l.], 2010. 1–32 p.
- JONASSEN, D. Using Cognitive Tools to Represent Problems. *Journal of Research on Technology in Education*, v. 35, n. 3, p. 362, 2003. ISSN 15391523.

JONASSEN, D. H. Instructional Design Models for Well-Structured and Ill-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, v. 45, n. 1, p. 65–90, 1997. ISSN 1042-1629. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0031536336&partnerID=40&md5=4d744cbd1f8e0f0e3bc6616dc4>>.

KARAU, S.; WILLIAMS, K. Social loafing: A meta-analytic review and theoretical integration. *Journal of personality and social ...*, v. 65, n. 4, p. 681–706, 1993.

KEENEY, R. L. Making Better Decision Makers. *Decision Analysis*, v. 1, n. 4, p. 193–204, dec 2004. ISSN 1545-8490.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H.; RAJALA, D. W. *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs*. [S.l.: s.n.], 1993. v. 9. ISSN 0018-9472. ISBN 0521438837.

KELLER, L.; HO, J. Decision problem structuring: generating options. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, IEEE, v. 18, n. 5, p. 715–728, 1988. ISSN 00189472.

KHAN, H. B. *Web-Based instruction (WBI): What is it and why is it?* [S.l.]: Englewood Cliffs, 1997. p. 5–19. p. ISBN 0877782962.

KLING, C. C. et al. Voting Behaviour and Power in Online Democracy: A Study of LiquidFeedback in Germany's Pirate Party. In: *International Conference on Web and Social Media*. [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://arxiv.org/abs/1503.07723>>.

KRÄTSCHMER, T. et al. Electronic brainstorming with graphical structures of ideas. *Proceedings of the Tenth European Conference on Information Systems*, p. 120–130, 2002.

LAM, S. K.; KARIM, J.; RIEDL, J. The effects of group composition on decision quality in a social production community. *Proceedings of the 16th ACM international conference on Supporting group work - GROUP '10*, p. 55, 2010.

LINDBLOM, T.; AIKEN, M.; VANJANI, M. Electronic Facilitation of Large Meetings. v. 9, n. 3, 2009.

LIU, D.; STEWART, T. J. Integrated object-oriented framework for MCDM and DSS modelling. *Decision Support Systems*, v. 38, n. 3, p. 421–434, dec 2004. ISSN 01679236.

MAMYKINA, L. et al. Design lessons from the fastest Q&A site in the west. *Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems - CHI '11*, p. 2857–2866, 2011. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=1978942.1979366>>.

MARTINS, L. L.; GILSON, L. L.; MAYNARD, M. T. Virtual teams: What do we know and where do we go from here? *Journal of Management*, v. 30, n. 6, p. 805–835, 2004. ISSN 01492063.

MATHESON, D.; MATHESON, J. *The Smart Organization: Creating Value Through Strategic R&D*. Boston: Harvard Business School Press, 1998.

MCNAMEE, P.; CELONA, J. *Decision Analysis for the Professional*. 4. ed. [S.l.]: SmartOrg, Inc., 2008.

MENKE, M. M. Improving R&D decisions and execution. *Research Technology Management*, v. 37, n. 5, p. 25–32, 1994.

MICHINOV, N. Is electronic brainstorming or brainwriting the best way to improve creative performance in groups? An overlooked comparison of two idea-generation techniques. *Journal of Applied Social Psychology*, v. 42, n. SUPPL. 1, p. 222–243, 2012. ISSN 00219029.

MITROS, P.; KIM, J. SPEDS: A Taxonomy for Crowdsourcing in Education. In: *11th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning*. Gothenburg, Sweden: [s.n.], 2015.

MONGEAU, P. a.; MORR, M. C. Reconsidering Brainstorming. *Group Facilitation: A Research & Application Journal*, v. 1, n. 1, p. 14–21, 1999.

MOSKOWITZ, H. Multiple criteria decision support - A review. v. 63, p. 361–375, 1992. ISSN 03772217.

MUSTAJOKI, J.; MARTTUNEN, M. Comparison of Multi-Criteria Decision Analytical Software Searching for ideas for developing a new EIA-specific. *Proceedings of the 33rd Conference of the International Association for Impact Assessment (IAIA13), Calgary, Alberta, Canada, 13–16 May 2013*, p. 5, 2013.

NIELSEN, J. Heuristic evaluation. *Usability Inspection Methods*, 1994. ISSN 15563669.

OLSON, M. *The Logic of Collective Action*. [S.l.]: Harvard University Press, 1971. v. 31. 117 p. ISSN 00031224. ISBN 9780674537514.

OSBORN, A. F. *Applied Imagination*. [S.l.]: Oxford University Press, 1957. 317 p. ISBN 0023889209.

PARNELL, G. S. et al. *Handbook of Decision Analysis*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2013. v. 237. 2380 p. ISSN 00987484. ISBN 9781118173138.

PAULUS, P. B. et al. Asynchronous Brainstorming in an Industrial Setting: Exploratory Studies. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2015. ISSN 0018-7208.

PEERENBOOM, J. P.; BUEHRING, W. A.; JOSEPH, T. W. OR Practice—Selecting a Portfolio of Environmental Programs for a Synthetic Fuels Facility. *Operations Research*, v. 37, n. 5, p. 689–699, 1989. ISSN 0030-364X.

RAYMOND, E. The cathedral and the bazaar. *First Monday*, v. 2, n. SPEC, 2005. ISSN 13960466.

RUSSO, J. E.; SCHOEMAKER, P. J. *Winning Decisions: Getting It Right the First Time*. Crown Publishing Group, 2002. 240 p. ISBN 0385504942. Disponível em: <https://books.google.com/books?id=iHG{_}2i4Z0wYC{&}>.

SAATY, T. L. T. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008. ISSN 1753-1446.

SEEBER, I. et al. Brainstorming Is Just the Beginning: Effects of Convergence Techniques on Satisfaction, Perceived Usefulness of Moderation, and Shared Understanding in Teams. *48th Hawaii International Conference on System Sciences*, p. 581–590, 2015.

SHAH, C.; OH, S.; OH, J. S. Research agenda for social Q&A. *Library and Information Science Research*, v. 31, n. 4, p. 205–209, 2009. ISSN 07408188.

STEWART, T. J. A critical survey on the status of multiple criteria decision making theory and practice. *Omega*, v. 20, n. 5-6, p. 569–586, 1992. ISSN 0305-0483.

TAUSCZIK, Y. R.; KITTUR, A.; KRAUT, R. E. Collaborative problem solving. *Proceedings of the 17th ACM conference on Computer supported cooperative work & social computing - CSCW '14*, p. 355–367, 2014. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2531690>~~delimiter"026E30F\$nh~~<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2531602.2531690>>.

TAYLOR, D. W. et al. Does Group Participation When or Using Inhibit Brainstorming Facilitate Creative Thinking ? *JSTOR*, v. 3, n. 1, p. 23–47, 1958. ISSN 00018392.

THIOLLENT, M. Action Research and Participatory Research: An Overview. *International Journal of Action Research*, v. 7, n. 2, p. 160–174, 2011.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005. ISSN 1517-9702.

WEST, J.; GALLAGHER, S. *Patterns of Open Innovation in Open Source Software*. [S.l.: s.n.], 2006. pp. 1–46 p. ISBN 1408924706.

WIERZBICKI, A. P. A mathematical basis for satisficing decision making. *Mathematical Modelling*, v. 3, n. 5, p. 391–405, 1982. ISSN 02700255.

YBANEZ, M. T. T.; TERUEL, J. D. Á.; BUADES, N. P. *IX Jornades de Xarxes d'Investigació en Docència Universitària: disseny de bones pràctiques docents en el context actual*. Universidad de Alicante, 2011. ISBN <http://hdl.handle.net/10045/19885>. Disponível em: <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/19885>>.

ZIONTS, S.; WALLENIOUS, J. An Interactive Programming Method for Solving the Multiple Criteria Problem. *Journal of Management Science*, v. 22, n. 6, p. 652–663, 1976. ISSN 0025-1909.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO WEB

Q1. Você teve dificuldades para entender a finalidade do DNStorm?

a) Sim

b) Não

Caso tenha tido dificuldades, quais foram?

Q2.1 Você teve dificuldades para apresentar ideias para o problema para o qual foi convidado?

a) Sim

b) Não

Q2.2. Caso tenha tido dificuldades, quais foram?

Q3.1 Antes de submeter uma ideia você chegou a verificar as ideias que já haviam sido postadas?

a) Sim

b) Não

Q3.2 Caso tenha verificado, a(s) ideia(s) apresentadas "inspiraram" a proposição de novas ideias?

a) Sim

b) Em parte

c) Não

Q4. Quais foram os principais pontos positivos da experiência de uso do DNStorm?

Q5. Quais foram os principais pontos negativos da experiência de uso do DNStorm e quais recomendações faria a partir desses pontos negativos?

Q6. Quais seriam as situações em que você recomendaria o uso do DNStorm?

Q7. Você já fez de uso antes alguma ferramenta web para geração de ideias?

a) Sim

b) Não

Q8. Qual o seu nível de escolaridade?

- a) segundo grau
- b) graduação
- c) mestre
- d) doutorado

Q9. Qual a sua faixa etária?

- a) abaixo de 40 anos
- b) entre 40 e 49 anos
- c) entre 50 e 59 anos
- d) mais do que 60 anos

APÊNDICE B – RESPOSTAS DO FORMULÁRIO WEB

Usuário 1:

Q1.1: Sim

Q1.2: (Vazio)

Q2.1: Sim

Q2.2: apresentação sem problema mas como o seguimento vai ser feito, e/ou executado difícil entender

Q3.1: Sim

Q3.2: Não

Q4: ver como outras pessoas da casa pensam

Q5: seguimento, clareza quanto a execução, orçamento etc

Q6: creio que seja uma ferramenta muito útil mas se realmente puder ser usada para informar a direção e se houver alguém que dê seguimento e acompanhe a implementação das ideias que forem julgadas importantes para serem seguidas. Um mecanismo de resposta automática instruindo quem postou, e com informação sobre o seguimento a ser dado seria importante(feedback).

Q7: Não

Q8: doutorado

Q9: mais do que 60 anos

Usuário 2:

Q1.1: Não

Q1.2: (Vazio)

Q2.1: Não

Q2.2: (Vazio)

Q3.1: Sim

Q3.2: Sim

Q4: - Discutir problemas utilizando a tecnologia, onde de qualquer lugar as pessoas podem colaborar com ideias. - Fácil utilização da ferramenta; - Ajuda a solução de problemas de forma colaborativa.

Q5: - Lentidão no sistema.

Q6: Em qualquer problema que a pessoa queira encontrar solução de problemas de forma colaborativa.

Q7: Não

Q8: mestre

Q9: entre 40 e 49 anos

Usuário 3:

Q1.1: Sim

Q1.2: acesso, organização do sistema, etc

Q2.1: Sim

Q2.2: pelo formato do sistema, necessita um tutorial

Q3.1: Sim

Q3.2: Em parte

Q4: expressar ideias

Q5: o uso do sistema em si, necessita uma introdução a falta de feedback após o preenchimento

Q6: não poderia avaliar, pois a experiência foi limitada apenas a parte do processo, ou seja, a entrada das ideias.

Q7: Não

Q8: doutorado