

Sistemas de Apoio À Decisão para a Adoção de Tecnologia de Informação – a Construção de um Protótipo

Pablo Ribeiro Suárez
prsuarez@gmail.com
UEPB

Yallamy dos Santos Silva
yallamy@gmail.com
FIP

Sandra Maria Araújo de Souza
sandra.adm@hotmail.com
UEPB

Resumo:No mundo globalizado, o papel da Tecnologia da Informação (TI) vem sofrendo mudanças, passando de ferramentas de automação de tarefas para dispositivos estratégicos e competitivos de transformação de estruturas, de processos e de estratégias organizacionais. O processo de adoção de Tecnologias de Informação é algo complexo, o que faz necessária a adoção de ferramentas para auxiliar os gestores na avaliação dos investimentos em TI, fornecendo aumento de transparência sobre a tomada de decisão em relação à sua adoção, e meios para justificar tal investimento. Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo a construção de um protótipo de SAD para adoção de TI, baseado no modelo de Medeiros e Sauvé (2003), em virtude da abrangência de fatores considerados pelo mesmo. Para a constru o do protótipo foram delineados os seguintes passos: I – a modelagem do conhecimento; II – a engenharia do protótipo; e, III a valida o e avalia o do protótipo. A aplica o mostrou-se está realmente sendo eficaz em seu propósito. Verificou-se como resultado da avalia o que o SAD está realizando corretamente as suas tarefas, no entanto, verificou-se também que ele não consegue acertar as decisões quando as mesmas são influenciadas por aspectos intangíveis, como a intui o ou a experiência das pessoas.

Palavras Chave: TECNOLOGIA DE INFORM - MODELOS - DECISÃO - -

1. INTRODUÇÃO

No mundo globalizado, o papel da Tecnologia da Informação (TI) vem sofrendo grandes mudanças, passando de ferramentas de automação de tarefas para dispositivos estratégicos e competitivos de transformação de estruturas, de processos e de estratégias organizacionais. Nesse contexto, ocorrem não apenas transformações, mas surgem também novos desafios às organizações, onde suas decisões devem ser tomadas cada vez mais em um curto espaço de tempo e de maneira eficiente. Decisões estas que muitas vezes são complexas, de difícil manipulação e que afetam diretamente a sobrevivência da organização e das pessoas que giram em torno dela, sejam elas empregados, acionistas, fornecedores ou clientes.

Um dos aspectos que circunda tais decisões é a questão da adoção de Tecnologia da Informação, pois a constante evolução tecnológica faz com que as TIs surjam em uma velocidade cada vez maior, aumentando assim a diversidade de opções tecnológicas. Isso faz com que os gestores tenham que continuamente monitorar o ambiente e verificar novas opções, e assim, descobrirem TIs que possam ser incorporadas ou que possam substituir as atualmente utilizadas na organização. Além disso, devem avaliar a TI e decidir qual a melhor opção que se adapta a necessidade da organização.

O processo de adoção (avaliação e escolha) de Tecnologias de Informação não é algo tão trivial, pois envolve decisões complexas, arriscadas e incertas, sem qualquer garantia de sucesso. O que faz necessária a adoção de ferramentas para auxiliar os gestores na avaliação dos investimentos em TI, fornecendo aumento de transparência sobre a tomada de decisão em relação à sua adoção, bem como meios de justificar tal investimento.

Nesse sentido, surgem os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD) cujo objetivo não se limita em apenas fornecer informações de apoio às decisões, mas, também, analisar alternativas, propor soluções, pesquisar o histórico das decisões tomadas e simular situações (FALSARELLA e CHAVES, 2004). No entanto, os gestores devem estar conscientes de que a adoção dessas tecnologias causa impactos e apresenta vantagens e problemas. O impacto da TI na organização pode ser avaliado através da análise da necessidade da tecnologia para o negócio, das áreas da empresa que serão afetadas pela adoção da TI e da verificação dos benefícios/custos/riscos que esta adoção pode trazer para a empresa.

Para auxiliar a escolha da melhor Tecnologia de Informação é preciso considerar fatores tanto internos quanto externos. Para isso, a literatura especializada apresenta alguns modelos, técnicas e processos que podem ajudar nessa escolha.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo a construção de um protótipo de SAD para adoção de TI, baseado no modelo de Medeiros e Sauv e (2003), em virtude da abrangência de fatores considerados pelo mesmo. Para o alcance do objetivo proposto o artigo está estruturado da seguinte forma: Primeiro são apresentados conceitos relacionados aos Sistemas de Apoio   Decisão. Em seguida são apresentados os passos delineados para a constru o do protótipo de SAD; e, por fim, são apresentadas as considera es finais seguidas das referências utilizadas no presente estudo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Existem vários tipos de Sistemas de Informa o (SI) citados na literatura, onde nota-se que os tipos de SI são extremamente diversificados, sendo às vezes difícil de definir as fronteiras de um tipo de sistema para outro (FALSARELLA e CHAVES, 2004). Muito dos

quais possuem muitas características em comum, sendo o que diferencia um SI de outros apenas pequenos detalhes.

Um desses tipos de SI são os Sistemas de Apoio à Decisão (SAD), os quais podem ser encontrados na literatura como Sistemas de Suporte a Decisão (SSD). Sendo que esse tipo de Sistema de Informação é frequentemente confundido com outros SIs, dentre os quais estão: Sistemas de Informação Gerencial (SIG), Sistema de Informação Executivos (SIE) e Sistemas de *Business Intelligence* (BI). Isso acontece devido ao fato que todos esses SIs possuem como característica em comum o fato de propiciar ao tomador de decisão informações que o ajudem na condução do seu negócio, ou seja, todos eles possuem capacidade de apoio à decisão (FORTULAN, 2006).

Segundo o mesmo autor, a diferença entre SAD e outros SIs está no foco. Os SADs são focados em gerar informações sobre uma situação não predefinida, tendo como objetivo principal a tomada de decisão. Feliciano (2009), comenta que os SIG, SIE, SAD e BI são parecidos devido a sua escala evolutiva: o SIG surgiu na década de 1970, evoluindo na década de 1980 para SIE, e em seguida para SAD. Por sua vez, na década de 1990 os SAD deram origem aos BI. Já para Fortulan (2006) BI não é propriamente uma evolução de SAD, e sim uma forma de reunir em um só contexto, para facilitar o tratamento, nomes e siglas de tecnologias que possuem capacidade de apoio à decisão. Assim BI possuiria um forte apelo comercial em relação aos outros SIs anteriormente citados.

Na literatura encontram-se diferentes definições para Sistemas de Apoio à Decisão. Onde nota-se que o conceito é extremamente variado e depende do ponto de vista do autor. Neste trabalho o conceito de SAD será definido como um Sistema de Informação que utiliza dados e modelos para ajudar os tomadores de decisões a resolver problemas semiestruturados e não estruturados, auxiliando-os na tomada de decisão.

Quando se fala em auxiliar o processo de tomada de decisão, isso não significa somente fornecer informações para apoio à decisão, mas, analisar alternativas, propor soluções, pesquisar o histórico das decisões tomadas e simular situações (FALSARELLA e CHAVES, 2004). Assim o SAD proporciona ao gerente informações mais dirigidas ao problema, de forma que este dependa menos de sua intuição. Com isso, tem-se em conjunto a capacidade de articular julgamento humano e informações computacionais no momento da tomada de decisão (FORTULAN, 2006).

Para Turban e Aronson (2001) um SAD pertence a um ambiente com fundamentos multidisciplinares, no qual se busca primeiro a eficácia nas tomadas de decisão (acurácia, agilidade e qualidade), colocando-se em segundo plano a eficiência (custo). Desse modo, para se construir um efetivo SAD é necessário entender três coisas: os processos que são seguidos para realizar a tomada de decisão; os tomadores de decisão do negócio; e o específico contexto onde está sendo empregada essa decisão (POWER, 2002; VERCELLIS, 2009). Assim, um SAD pode conceder suporte a uma grande variedade de processos além de apoio para todas as fases do processo de tomada de decisão. Com isso os usuários têm controle completo sobre todos os passos do processo na resolução de problemas. O SAD, portanto, não substitui os tomadores de decisão. Estes podem inclusive desconsiderar as decisões do sistema (TURBAN e ARONSON, 2001; FORTULAN, 2006).

Apesar dos benefícios conseguidos com a adoção dessas tecnologias, conforme foram aumentando os valores monetários dos investimentos em TI, as organizações começaram a se preocupar em medir o retorno destes investimentos (MEDEIROS e SAUVÉ, 2003). Isso fez com que aumentasse a pressão sobre os gestores para tornar evidente o valor para o negócio oferecido por um investimento em TI antes do investimento ser feito (ALBERTIN, 2005).

Além do valor para o negócio, segundo Medeiros e Sauvé (2003) outras preocupações são passíveis de demonstrabilidade, dentre algumas estão: *Qual o retorno a TI vai dá? Em quanto tempo este retorno se fará? Diante de tecnologias similares, qual a que pode dar melhor retorno e em menos tempo? Como mostrar aos diretores da empresa qual o retorno (financeiro ou não) do investimento em TI? Qual o custo da TI? Quais são os riscos associados a TI?*

Desse modo, os gestores passaram a utilizar vários modelos (teorias, métodos/técnicas e processos) para avaliar o investimento em TI e assim ter como dimensionar o resultado bem como justificar tal investimento (MAÇADA, 2007). Os modelos no processo de adoção de TI são mecanismos facilitadores para a avaliação dessas tecnologias no complexo ambiente organizacional. Dentre esses modelos pode-se destacar: **IDT** (*Innovation Diffusion Theory*) – Teoria da Difusão da Inovação; **TRA** (*Theory of Reasoned Action*) – Teoria da Ação Argumentada; **TPB** (*Theory of Planed Behavior*) – Teoria do Comportamento Planejado; **CBA** (*Cost-Benefit Analysis*) – Análise de Custo-Benefício; **IE** (*Information Economics*) – Economia da Informação; **MOMC** (*Multi-Objective, Multi-Criteria*) – Multi-Objetivo, Multi-critério; **ROI** (*Retun On Investment*) – Retorno Sobre o Investimento; **Payback Time** – Tempo de Retorno; **NPL** (*Net Present Value*) – Valor Presente Líquido (VPL); **Scenario Planning** – Análise de Cenário; **Balanced Scorecard**; e **Modelo Medeiros/Sauvé** (ALBERTIN, 2005; COSTA, 2007; MAÇADA, 2007; MEDEIROS e SAUVÉ, 2003):

Apesar da grande quantidade de modelos, eles podem ser diferenciados quanto ao seu foco de análise. Assim, como Albertin (2005) comenta, a avaliação de investimentos em TI tem utilizado vários modelos, mas nenhum pode ser considerado completo isoladamente, isso faz com que os gestores utilizem paralelamente vários modelos para analisar diferentes aspectos/faces da TI.



Figura 01: Os diferentes aspectos/faces da análise da TI para uma organização
Adaptado de Albertin (2005)

Dentre os modelos apresentados, alguns podem ser encontrados na forma de aplicações simples, mas essas aplicações são muito limitadas e só atendem basicamente ao aspecto financeiro tangível. Assim, como critério para a escolha de um modelo é necessário considerar a sua abrangência e a sua completude. Os modelos do nível de processo, além de possuírem uma sequência de passos delimitados podem abordar mais de um aspecto, o que seria uma vantagem frente à simplicidade dos modelos que consideram apenas o aspecto financeiro. Um fato observado e também comentado por Medeiros e Sauvé (2003) sobre os modelos do nível de processo é que muitos deles são montados a partir dos resultados de experiências das próprias empresas de prospecção de tecnologia ou empresas de consultoria de tecnologia. Sendo assim, as empresas não divulgam em detalhes como a análise é feita, pois esse “segredo” é o que faz a diferença e garante o faturamento destas empresas. Isso faz

com que diversos processos não sejam formalizados, não se encontrando a especificação do processo em livros, artigos ou afins.

Dada a necessidade de se considerar na análise da adoção de TI aspectos não só financeiros, e, tendo em vista o objetivo do presente trabalho que consiste na construção de um protótipo de SAD para adoção de TI, é que o modelo de Medeiros e Sauvé (2003) se mostra ser completo e com passos bem definidos e encadeados. Para a escolha desse modelo, além da abrangência e da completude foram utilizados os seguintes critérios: O quão abertos e definidos são os passos do processo; A quantidade de aspectos abordados; A qualidade da avaliação dos aspectos; e A facilidade de execução do processo. Esse modelo usa questionários para obter informações, além de outros modelos para a realização de certas tarefas. Cada etapa é executada de forma que só se passa para a etapa seguinte quando a análise daquela etapa for finalizada e o seu resultado averiguado. No final do processo é feita a decisão a respeito da adoção ou não da TI/TIE. Uma vez iniciado o processo, ele torna-se iterativo, ou seja, ele deve ser feito e repetido quantas vezes for necessário (MEDEIROS e SAUVÉ, 2003).

Os autores supracitados definem o termo Tecnologia da Informação Emergentes (TIEs) como as novas TIs que envolvem conhecimentos muito recentes, ainda não sedimentados, sem padronização imposta pelo mercado ou entidades normalizadoras, e que possuem a capacidade de transformar ou criar um novo segmento de mercado ou um novo mercado. Para eles existe uma pequena diferença entre novas TIs e TIEs. As novas TIs são Tecnologias da Informação que já estão sendo usadas por empresas, e que possuem resultados claros e conhecidos além de suporte de hardware, software e pessoal bem definido. Mas que apesar disso podem ser novas para uma determinada empresa que a adotou recentemente. Por outro lado, uma TIE é nova para todo mundo. Dessa forma apesar de diferentes, TIE e novas TIs possuem muitas características em comum, mesmo porque uma TIE não deixa de ser uma nova TI.

O modelo de Medeiros e Sauvé (2003) é uma metodologia criada para avaliar TIEs, mas que pode também ser usada para avaliar TIs com algumas pequenas adaptações no processo. O modelo é composto por cinco etapas: **1 – Percepção de oportunidades; 2 – Levantamento de riscos; 3 – Impacto da TIE na empresa; 4 – Análise de ROI; e 5 – Decisão.** Estas etapas abordam os seguintes aspectos: Análise da empresa que deseja adotar a TI; Análise da própria TI no presente e futuro; Análise dos riscos associados com a TI (risco organizacional, risco do mercado e risco tecnológico); Análise do impacto da TI na organização (a necessidade da TI, os benefícios advindos da adoção da TI); Análise financeira (ROI); e Avaliação tanto de valores tangíveis como intangíveis.

Diante do exposto, a próxima seção apresentará o desenvolvimento do protótipo de SAD quanto à adoção de TI, tomando por base o modelo apresentado.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE SAD

Para o desenvolvimento do protótipo de SAD foram realizadas as seguintes atividades: Modelagem do conhecimento, Engenharia do protótipo de SAD e Validação experimental do protótipo. Essas atividades serão explanadas a seguir:

3.1 MODELAGEM DO CONHECIMENTO

Existem processos e decisões que não são fáceis de representar usando linguagens de programação tradicionais como *Java*, *C#*, *C++*. Isso porque a implementação por meio de linguagens de programação para esses casos gera menos clareza na implementação, gera

dificuldades no desenvolvimento e na manutenção de código. Uma alternativa a essa situação é usar sistemas especialistas que provêm meios de implementar processos e decisões de uma forma mais clara, com um menor esforço no desenvolvimento e na manutenção. Para isso foi utilizado o *Drools* nesse desenvolvimento para implementar em forma de regras a estrutura de decisões presente no modelo adotado. Com o intuito de avaliar as etapas e, ao final, sugerir uma decisão em relação à adoção da TI para o usuário.

A estrutura de decisões é composta por cinco níveis de parecer conforme mostrado no Quadro 01. Cada nível de parecer corresponde a uma parecer possível de ser dado para cada uma das etapas do modelo adotado a partir das regras especificadas no *Drools*.

Quadro 01: Níveis de parecer para o SAD

Melhores casos		Médio	Piores casos	
Ótimo	Bom	Aceitável	Alerta	Perigo

3.1.1 ETAPA 1 – PERCEPÇÃO DE OPORTUNIDADES

Nessa etapa do modelo o parecer é dado de acordo com a resposta para a pergunta: “A TI gera oportunidades?”. Caso a resposta seja “Sim” o parecer da etapa é considerado “Ótimo” e o processo continua. Caso a resposta seja “Não” a etapa recebe o parecer “Perigo”. Sendo assim, como pode ser visto no Quadro 02, só existem dois tipos de parecer possíveis para a Etapa 1.

Quadro 02: Estrutura de decisão da Etapa 1 – Percepção de oportunidades

A TI gera oportunidades?	Parecer
Sim	Ótimo
Não	Perigo

Para processar as regras, o *Drools* verifica o casamento entre os padrões. Regras podem conter muitas condições o que leva a uma ou mais ações ou consequências. A Figura 03 mostra um exemplo de uma regra da aplicação desenvolvida no *Drools*.

```

17 # Regras para avaliação da Etapa 1 do processo de Avaliação de TI.
18 rule "Etapa_1_TI_gera_oportunidade"
19
20     when
21         #conditions
22         Etapa1(geraOportunidades == true )
23     then
24         #actions
25         Etapa1.setParecer(Parecer.ÓTIMO);
26         Etapa1.setJustificativa("A TI gera oportunidades para o negócio");
27     end
28 end
29
30 rule "Etapa_1_TI_nao_gera_oportunidade"
31
32     when
33         #conditions
34         Etapa1(geraOportunidades == false)
35     then
36         #actions
37         Etapa1.setParecer(Parecer.PERIGO);
38         Etapa1.setJustificativa("A TI não gera oportunidades para o negócio");
39     end
40 end
41

```

Figura 03: Exemplo de uma regra de aplicação desenvolvida no *Drools*

As regras são avaliadas e depois as que se casarem são ativadas/disparadas. A ativação de mais de uma regra é resolvida com o solucionador de conflitos de estratégia, o qual fica responsável por escolher qual das regras será disparada. Depois da ativação de uma regra, todas as outras são reavaliadas, pois o disparo de uma regra pode, inclusive, ativar ou desativar cada uma das outras. O solucionador de conflitos é um atributo da regra chamado *salience*, o qual indica o nível de prioridade de uma regra, sendo zero o valor padrão. Apesar de todas as vantagens mencionadas quanto ao uso dessas regras, ainda persistem algumas desvantagens, dentre as quais esta à dificuldade de depurá-las.

3.1.2 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DE RISCOS

No Quadro 03 pode ser visualizada parte da estrutura de decisões utilizada para avaliar os questionamentos dessa etapa. Essa etapa possui três fases: Risco Organizacional; Risco Mercadológico; e Risco Tecnológico. Cada fase é avaliada individualmente, para, em seguida, ser avaliada através da combinação do conjunto de pareceres dado em cada uma das fases.

Quadro 03: Estrutura de decisão da Etapa 2 – Levantamento de riscos

Parecer da Fase 1 Risco Organizacional	Parecer da Fase 2 Risco Mercadológico	Parecer da Fase 3 Risco Tecnológico	Parecer da etapa Levantamento de riscos
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>
...			
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Aceitável</i>	<i>Bom</i>
...			
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Alerta</i>	<i>Aceitável</i>
...			
<i>Bom</i>	<i>Aceitável</i>	<i>Perigo</i>	<i>Alerta</i>
...			
<i>Ótimo</i>	<i>Perigo</i>	<i>Perigo</i>	<i>Perigo</i>
...			

O parecer dessa etapa é dado pelo tipo de parecer dado a cada fase, mas não importa em que fase foi dada o parecer. O Quadro 04 deixará mais claro o que foi dito considerando o seguinte cenário:

Quadro 04: Parecer da Etapa 2 – Levantamento dos riscos, como uma combinação dos pareceres de cada uma das fases (Risco Organizacional; Risco Mercadológico; e Risco Tecnológico)

Risco Organizacional	Risco Mercadológico	Risco Tecnológico	Parecer da etapa
<i>Parecer: Aceitável</i>	<i>Parecer: Bom</i>	<i>Parecer: Ótimo</i>	<i>Parecer: Bom</i>
<i>Parecer: Aceitável</i>	<i>Parecer: Ótimo</i>	<i>Parecer: Bom</i>	<i>Parecer: Bom</i>
<i>Parecer: Bom</i>	<i>Parecer: Aceitável</i>	<i>Parecer: Ótimo</i>	<i>Parecer: Bom</i>
<i>Parecer: Bom</i>	<i>Parecer: Ótimo</i>	<i>Parecer: Aceitável</i>	<i>Parecer: Bom</i>
<i>Parecer: Ótimo</i>	<i>Parecer: Aceitável</i>	<i>Parecer: Bom</i>	<i>Parecer: Bom</i>
<i>Parecer: Ótimo</i>	<i>Parecer: Bom</i>	<i>Parecer: Aceitável</i>	<i>Parecer: Bom</i>

Como pode ser observado, não importa em qual fase o parecer (Ótimo; Bom; ou Aceitável) tenha sido dado, pois todos os cenários levarão para o mesmo resultado. Isso porque todas as fases possuem o mesmo peso quando da combinação para a emissão do parecer da etapa como um todo.

3.1.3 ETAPA 3 – IMPACTO DA TIE NA EMPRESA

Essa etapa é formada por questionamentos de forma similar a etapa anterior, mas sem a necessidade de fases. A avaliação dessa etapa é feita somente por meio de porcentagem. É avaliada a porcentagem de cada nível de parecer das alternativas escolhidas para cada pergunta. Onde, em função da faixa selecionada, de acordo com o Quadro 05, o *Drools* emitirá o seu parecer. As faixas são analisadas do nível “Perigo” para o nível “Ótimo”.

Quadro 05: Estrutura de decisão da etapa 3 – Impacto da TIE na empresa

Nível de parecer considerado	Total em % de alternativas escolhidas que se enquadram nesse tipo de parecer
<i>Ótimo</i>	<i>Maior ou igual a 90% do total de perguntas</i>
<i>Bom</i>	<i>Maior ou igual a 70% do total de perguntas</i>
<i>Aceitável</i>	<i>Maior ou igual a 50% do total de perguntas</i>
<i>Alerta</i>	<i>Maior ou igual a 40% do total de perguntas</i>
<i>Perigo</i>	<i>Maior ou igual a 20% do total de perguntas</i>

3.1.4 ETAPA 4 – ANÁLISE DE ROI

Já a estrutura de decisão dessa etapa é composta por três valores TCO, *PaybackTime* e VAL. A sua combinação indicará ao parecer a ser dado nessa etapa. O Quadro 06 apresenta algumas dessas combinações, uma vez que a exibição de todas as possibilidades é inviável, tendo em vista a sua vastidão.

Quadro 06: Estrutura de decisão da Etapa 4 – Análise de ROI

TCO	<i>PaybackTime</i>	VAL	Parecer
$TCO < Valor\ investimento$	$PaybackTime < Tempo\ investimento$	$VAL > 0$	Ótimo
$TCO = Valor\ investimento$	$PaybackTime < Tempo\ investimento$	$VAL > 0$	Bom
...			
$TCO < Valor\ investimento$	$PaybackTime < Tempo\ investimento$	$VAL = 0$	Bom
$TCO = Valor\ investimento$	$PaybackTime = Tempo\ investimento$	$VAL > 0$	Aceitável
...			
$TCO < Valor\ investimento$	$PaybackTime = Tempo\ investimento$	$VAL = 0$	Aceitável
$TCO = Valor\ investimento$	$PaybackTime = Tempo\ investimento$	$VAL = 0$	Alerta
$TCO > Valor\ investimento$	$PaybackTime < Tempo\ investimento$	$VAL > 0$	Alerta
...			
$TCO < Valor\ investimento$	$PaybackTime = Tempo\ investimento$	$VAL < 0$	Alerta
$TCO < Valor\ investimento$	$PaybackTime > Tempo\ investimento$	$VAL < 0$	Perigo
...			
$TCO > Valor\ investimento$	$PaybackTime > Tempo\ investimento$	$VAL > 0$	Perigo

3.1.5 ETAPA 5 – DECISÃO

A estrutura de decisão da última etapa corresponde a avaliação do modelo como um todo. Para que se possa chegar a uma decisão é avaliado o parecer dado ao arranjo de todas as etapas anteriores conforme demonstra o Quadro 07. Nessa etapa, o que é realmente significativo é o valor do parecer dado em cada uma das etapas 2, 3 e 4, e não em que etapa foi dado determinado parecer, já que todas as etapas possuem o mesmo peso. O único detalhe a ser observado corresponde à dependência das etapas 2, 3 e 4, que só são avaliadas caso o parecer da Etapa 1 seja considerado “Ótimo”, ou seja, a TI gera oportunidades. De modo similar ao ocorrido quando da exibição do Quadro 06, o Quadro 07 apresenta algumas dessas combinações, uma vez que a exibição de todas as possibilidades é inviável, tendo em vista a sua vastidão.

Quadro 07: Estrutura de decisão da Etapa 5 – Decisão

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Percepção de oportunidades	Levantamento de riscos	Impacto da TIE na empresa	Análise de ROI	Decisão
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	ADOTAR SEM MEDO
...				
<i>Ótimo</i>	<i>Bom</i>	<i>Bom</i>	<i>Aceitável</i>	ADOTAR SEM MEDO
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Alerta</i>	ADOTAR COM PREOCUPAÇÃO
...				
<i>Ótimo</i>	<i>Aceitável</i>	<i>Aceitável</i>	<i>Aceitável</i>	ADOTAR COM PREOCUPAÇÃO
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Perigo</i>	NÃO ADOTAR DE IMEDIATO
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Alerta</i>	<i>Alerta</i>	NÃO ADOTAR DE IMEDIATO
<i>Ótimo</i>	<i>Ótimo</i>	<i>Alerta</i>	<i>Perigo</i>	NÃO ADOTAR
...				
<i>Ótimo</i>	<i>Perigo</i>	<i>Perigo</i>	<i>Perigo</i>	NÃO ADOTAR
<i>Perigo</i>	<i>Desnecessário</i>	<i>Desnecessário</i>	<i>Desnecessário</i>	NÃO ADOTAR

Uma vez apresentados os resultados da atividade de Modelagem do Conhecimento, o próximo tópico apresentará a atividade de Engenharia do Protótipo de SAD.

3.2 ENGENHARIA DO PROTÓTIPO DE SAD

A atividade de Engenharia do Protótipo do SAD foi concretizada mediante a utilização de uma metodologia de desenvolvimento de software que providencia uma estrutura conceitual para reger especificamente projetos de desenvolvimento de software. Dentre as metodologias disponíveis foi escolhida a metodologia YP (*easYProcess*) em virtude da mesma apresentar um processo de desenvolvimento mais simplificado. Essa metodologia é um processo de desenvolvimento ágil, simplificado, iterativo e incremental, apoiado em práticas de outras metodologias já validadas na literatura, a exemplo do *eXtremeProgramming*, do *Rational Unified Process* e do *Agile Modeling* (YP, 2007).

3.2.1 ARQUITETURA DO SAD

A arquitetura da aplicação desenvolvida é *web-based*. Ela possui dois componentes: O componente interativo que é composto pelo usuário e pela forma na qual ele acessa a aplicação (através de um *browser*) e o componente lógico, que corresponde à aplicação em si, sendo composto por 5 camadas.

Essas camadas podem ser vistas *top-down* da seguinte forma:

Camada de Apresentação: Camada de *view* para o usuário da aplicação. Onde através deste o usuário terá acesso as funcionalidades/serviços providas pela aplicação. Essa camada é responsável por lidar com interesses de UI (*User Interface*), como exibir mensagens visuais para o usuário, habilitar ou desativar campos-texto, lidar com botões, etc.

Camada de Ligação: Camada de ligação entre a *view* e a camada de lógica/serviços.

Camada de Lógica/Serviços: Camada onde estará à lógica e o fornecimento dos serviços da aplicação. Ela é responsável por concentrar as regras de negócio implementadas pela aplicação.

Camada de Persistência: Camada onde será feita a ligação da lógica com a base de dados. Ela é uma abstração orientada a objetos sobre a camada de dados.

Camada de Dados: Camada onde ficarão armazenados os dados.

O grande benefício da separação da aplicação em camadas é que cada uma cuida apenas de um aspecto específico, promovendo reuso, flexibilidade e facilidade de manutenção.

3.2.2 TECNOLOGIAS EMPREGADAS NO DESENVOLVIMENTO DO SAD

A seguir estão descritas as tecnologias que foram empregadas para o desenvolvimento da aplicação:

- **JBoss AS:** É um servidor de aplicação *JEE web*, *Open Source*, implementado em *Java* e desenvolvido pelo *JBoss Group* (pertence atualmente a *Red Hat*). O motivo da escolha desse servidor em detrimento aos outros servidores existentes no mercado está no fato do *JBoss* implementar toda a especificação *JEE*, ser robusto e seguro. Além do fato de ser o único dos servidores de aplicação/*Web containers* que dão suporte ao *Drools*.
- **Flex:** *Adobe Flex* é uma plataforma de desenvolvimento de RIA's (*Rich Internet Applications* - uma Aplicação *Web* que contém características e funcionalidades de uma aplicação *desktop* tradicional) desenvolvida pela *Adobe Systems*, tendo como principal base de distribuição das suas aplicações o *Adobe Flash Player*. A escolha dessa tecnologia está no fato de a aplicação que está sendo desenvolvida ser um SAD, e como um dos princípios para o desenvolvimento desse tipo de SI está na interface com o usuário, onde a mesma deve ser a mais amigável possível. E assim sendo, o *Flex* oferece uma gama de características que podem proporcionar

essa amigabilidade da interface, na qual outros *frameworks* com o mesmo propósito muitas vezes não possuem essas características ou possuem, mas são limitadas e/ou de difícil implementação para chegar a um resultado satisfatório.

- **BlazeDS:** É um *framework* desenvolvido pela *Adobe Systems* que tem como propósito a comunicação entre a *view* feita em *Flex* e o *back-end* feito em *Java*. Assim o uso dessa tecnologia é essencial para o “entendimento” entre as duas linguagens e o pleno funcionamento da aplicação.
- **Java:** É uma linguagem de programação orientada a objetos desenvolvida e mantida pela *Sun* (atualmente controlada pela *Oracle*). E como uma linguagem poderosa e madura, ela oferece vários benefícios para o desenvolvimento, além de toda uma gama de *API's*, *frameworks*, etc, que dão suporte ao desenvolvimento de aplicações.
- **Drools:** É uma *engine* baseado no JSR94 e feito em *Java* que representa o conhecimento na forma de regras de produção para a plataforma *Java*.
- **IRreport:** É uma ferramenta *Open Source* e escrito em *Java*, mantida pela *JasperSoft* que auxilia na geração de relatórios para aplicações *Java* (tanto *web-based* ou *desktop-based*). O uso dessa tecnologia se dá pelo fato da necessidade de geração de relatórios tendo por base o processo executado, bem como o seu resultado.
- **JPA:** É um padrão desenvolvido pela *Sun Microsystems* para fazer facilmente a persistência de dados. Ele dá a liberdade aos desenvolvedores de escolher/mudar o *framework* que faz a implementação do *JPA* para a persistência sem ter que haver mudanças significativas no código ou no mapeamento dos objetos.
- **Hibernate:** É um *framework* simples e poderoso mantido pelo *JBoss Group* (pertence atualmente a *Red Hat*) que permite a persistência de objetos em banco de dados relacionais de maneira transparente e para qualquer tipo de aplicação *Java* (seja ela *web-based* ou *desktop-based*).
- **Derby:** É um sistema gerenciador de banco de dados relacional (SGBD) baseado em *Java* e *SQL*. Desenvolvido pela *Apache Software Foundation*. A escolha desse SGBD está no fato dele ser gratuito, leve e poderoso bastante para atender e satisfazer as necessidades desse projeto em relação à base de dados.

3.2.3 PROTÓTIPO DO SAD

Nessa seção, serão mostradas apenas as telas mais importantes do SAD, suficientes para ter uma visão geral da aplicação, bem como da realização do processo de avaliação de TI executado. A Figura 05 apresenta a tela inicial da aplicação contendo uma breve descrição da ferramenta e as opções “*Iniciar processo de avaliação de TI*”, a qual inicia a execução das cinco etapas do modelo Medeiros e Sauvé (2003) e a opção “*Informações*” que leva para uma página contendo os mais variados tipos de informações necessárias para entendimento do modelo de avaliação de TI, entendimento e utilização da ferramenta, etc.

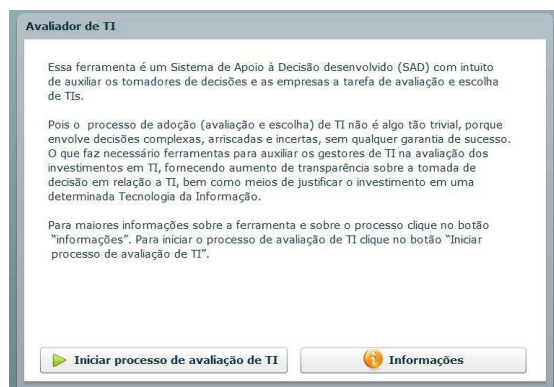


Figura 05: Tela inicial do SAD

Já a Figura 06 demonstra a tela correspondente a execução da etapa 1 do processo de avaliação de TI. Na Figura 07 pode ser visualizada a tela apresentando os resultados da etapa

1, bem como o indicador, a seta verde abaixo do nome da etapa, informando que a etapa foi realizada.

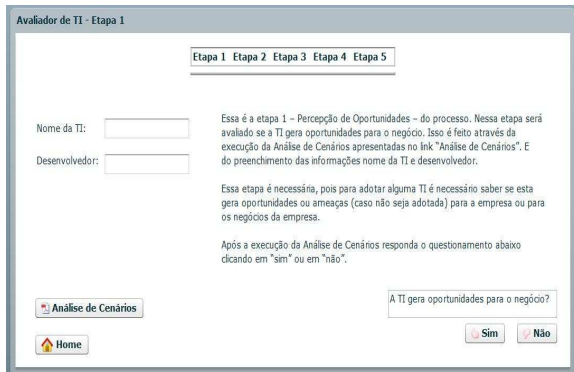


Figura 06: Tela da Etapa 1

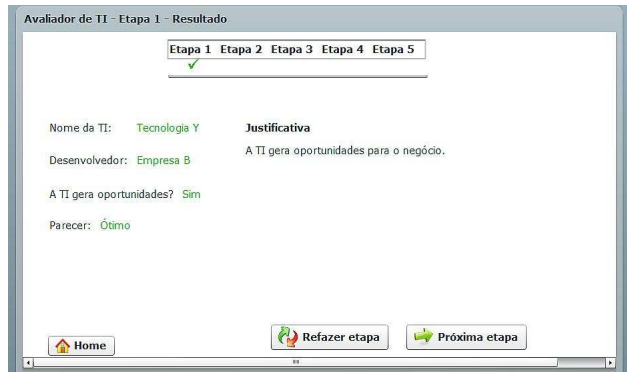


Figura 07: Tela com o resultado da Etapa 1

As Figuras 08 e 09 apresentam as informações visualizadas quando está sendo executada a Etapa 2 – Levantamento de Riscos – do processo.

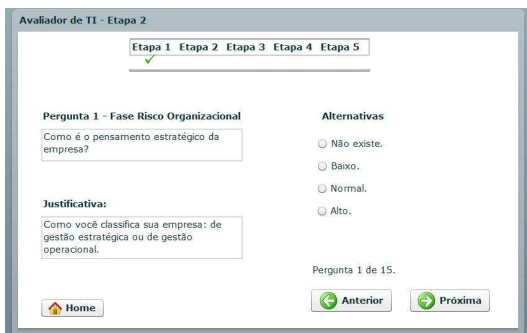


Figura 08: Tela da Etapa 2

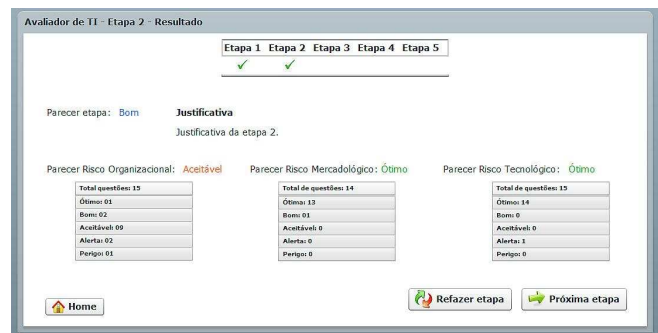


Figura 09: Tela com o resultado da Etapa 2

Como pode ser notada, a comunicação com o usuário é feita por uma interface simples e os resultados da execução de cada etapa podem ser visualizados logo após a finalização da etapa, onde é dado ao usuário a opção de realizar novamente a etapa ou de seguir o processo até a etapa 5. A Figura 10 apresenta o resultado da etapa 4. Já a Figura 11 apresenta o resultado da etapa 5.



Figura 10: Tela com o resultado da Etapa 4



Figura 11: Tela com o resultado da etapa 5

É importante observar que o usuário possui espaço para discordar do parecer fornecido para a etapa e da decisão sugerida para a adoção da TI. Isso além de fazer que o

processo de decisão se torne mais transparente também permite que sejam formuladas simulações de cenários de acordo com as preferências e anseios estabelecidos.

Algumas figuras tiveram que ser editadas para evitar que informações mais sigilosas sobre o processo fossem visualizadas. Isso foi previsto no acordo estabelecido com a empresa que cedeu os estudos de caso para o processo de validação.

3.3 VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DO PROTÓTIPO

Com o intuito de testar e validar o funcionamento da implementação do modelo Medeiros/Sauvé, o protótipo foi submetido a testes com três *Estudos de Casos* provenientes de uma empresa real. Esses estudos de casos foram os mesmos utilizados pelos autores do modelo quando de sua validação, em termos conceituais, sendo, agora submetidos ao SAD e após isso foram coletados os resultados para execução da fase de avaliação.

Após os procedimentos de validação iniciou-se a parte de avaliação da aplicação. Para qualquer tipo de avaliação é necessário definir critérios. Sendo assim, o critério utilizado para essa avaliação foi a corretude, isso por que é necessário saber não só se a aplicação está funcionando da maneira como deveria, mas aferir o quanto o SAD está realizando corretamente essas tarefas. Para medir esse valor foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{SOMATÓRIO} = \text{Fe1}(\text{Re1}, \text{Pe1}) + \text{Fe2}(\text{Re2}, \text{Pe2}) + \text{Fe3}(\text{Re3}, \text{Pe3}) + \text{Fe4}(\text{Re4}, \text{Pe4}) + \text{Fe5}(\text{Re5}, \text{De5})$$

Onde:

Somatório: Valor que corresponde a soma dos resultados das funções (Fe(Re, Pe));

Fe1(Re1, Pe1), Fe2(Re2, Pe2), Fe3(Re3, Pe3), Fe4(Re4, Pe4) e Fe5(Re5, De5): Funções que recebem como entrada o resultado esperado para a etapa e o parecer/decisão dada para a etapa;

Re1, Re2, Re3, Re4 e Re5: Resultados esperados para as etapas;

Pe1, Pe2, Pe3, Pe4 e De5: Resultados obtidos com a execução das etapas;

Pesos etapas: Etapa 1 = 10%; Etapa 2 = 20%; Etapa 3 = 20%, Etapa 4 = 20% e Etapa 5 = 30%.

Assim, para cada etapa, o resultado esperado e o resultado obtido pelo SAD são aplicados a respectiva função. Caso esses parâmetros de entrada sejam iguais é retornado o respectivo peso da etapa, caso contrário será retornado o valor zero. Ao término, é realizado um somatório de cada um dos valores obtidos. O valor do somatório pode então ser verificado para se ter uma visão sobre a real corretude dos resultados, de acordo com o Quadro 08:

Quadro 08: Corretude dos resultados da avaliação

Valor do somatório	Resultado da avaliação
SOMATÓRIO = 100%	Acertou
SOMATÓRIO > 70% e SOMATÓRIO < 100%	Acertou parcialmente
SOMATÓRIO < 70%	Errou

Essa forma de avaliação se faz necessária para verificar individualmente se cada etapa foi executada e teve como resultado a saída esperada. Pois poderia o SAD está acertando a decisão sugerida, mas errando o parecer dado para as etapas, ocasionando assim uma anomalia na aplicação.

Aplicada essa fórmula aos resultados dos três estudos de casos verificou-se que para dois casos o valor do somatório foi 100%, ou seja, realizou corretamente a avaliação de cada etapa do modelo. Para um caso verificou-se que apesar do SAD ter acertado o parecer das etapas 1, 2, 3 e 4, a aplicação errou na decisão sugerida, pois o SAD sugeriu “*Adotar com preocupação*”, mas a escolha da empresa nesse caso foi “*Não adotar de imediato*”. Ocasionalmente assim o valor do somatório de 70%.

Esse “*Acerto parcial*” da aplicação ocorreu devido a aspectos intangíveis, pois a escolha da decisão por parte do SAD foi baseada na sua estrutura de decisão, mas para o tomador de decisão do caso em questão, a indicação do parecer “*Alerta*” na etapa 4, em virtude do $TCO > \text{valor investimento}$, foi suficiente para tomar a decisão de “*Não adotar de imediato*”. Para esse tipo de decisão são utilizados aspectos não tangíveis, como por exemplo, a intuição e a experiência, as quais não são mensuradas na aplicação, mas já previsto que aconteça.

Porém, as justificativas dadas pelo SAD para as etapas, principalmente em relação às etapas 2 e 3, precisavam de melhoria. Pois as justificativas não davam total ideia do motivo da aplicação ter dado o parecer/decisão para a etapa. Diante desse cenário foi realizada uma melhoria na aplicação a qual corrigiu o problema da clareza das justificativas para a avaliação das etapas. Como se trata de um Sistema de Apoio a Decisão e não de um tomador de decisão, cabe ao responsável escolher para cada situação, qual ação tomar. Porém, agora com base em informações seguras e, portanto, com maiores chances de sucesso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo a construção de um protótipo de SAD para adoção de TI, baseado no modelo de Medeiros e Sauv e (2003), tendo em vista que, conforme foi exposto à escolha de uma Tecnologia de Informação não consiste em uma tarefa simples, no sentido em que envolve fatores tanto internos quanto externos as organizações.

A primeira etapa para a construção do protótipo do SAD apresentou a modelagem do conhecimento. Nessa etapa, foi utilizado o *Drools* para o desenvolvimento e para implementação em forma de regras da estrutura de decisões. Já na etapa de Engenharia do Protótipo, foi utilizada a metodologia YP (*easYProcess*) em virtude da simplificação do seu processo de desenvolvimento. Na última etapa, foi apresentado o processo de validação do protótipo, tendo sido o mesmo submetido a três testes com empresa real. A aplicação mostrou-se está realmente sendo eficaz em seu propósito. Verificou-se como resultado da avaliação que o SAD está realizando corretamente as suas tarefas, no entanto, verificou-se também que ele não consegue acertar as decisões quando as mesmas são influenciadas por aspectos intangíveis, como a intuição ou a experiência de uma pessoa.

Nesse sentido, o presente trabalho fornece uma importante contribuição relacionada à decisão da escolha de uma TI, em virtude de que, a adoção e a implementação dessas tecnologias, muitas vezes, têm levado ao desperdício de recursos e à frustração pela inobservância de determinados empecilhos.

Dentre os problemas encontrados ao longo desse trabalho pode-se citar a dificuldade de se conseguir dados e informações nas empresas/instituições para uso no SAD como Estudos de Casos, visto que, na grande maioria das vezes, essas informações são sigilosas, seja por causa da utilização da TI nas estratégias do negócio ou por causa de ter receio de expor informações que podem ser utilizadas pelos concorrentes.

Tomando-se como base o estudo e a pesquisa realizada as seguintes lacunas de conhecimento foram evidenciadas e ficam como sugestão para trabalhos futuros: o

desenvolvimento de um modelo de avaliação de TI na qual seja mais abrangente e completo; a necessidade da avaliação dos fatores relacionados ao impacto de TI (benefícios, custos e riscos) não de maneira isolada, mas de forma sistêmica observando a correlação entre eles; e, a importância da ampliação da amostra utilizada para validação e avaliação do protótipo de SAD apresentado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTIN, Alberto Luís. Benefícios do uso de Tecnologia da Informação no desempenho empresarial. **GVPesquisa**, São Paulo, Relatório de pesquisa nº 7/2005, 2005.

COSTA, Ricardo Simm. **Processo de compra corporativa de software**: um estudo exploratório dos atributos que influenciam na decisão. 2007. 163f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração/Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

FALSARELLA, Orandi Mina; CHAVES, Eduardo O. C. **Sistemas de informação e sistemas de apoio à decisão**. Maio de 2004. Disponível em: <<http://www.chaves.com.br/TEXTSELF/COMPUT/sad.htm>>. Acesso em: 06 de Jul. de 2010.

FELICIANO, Ricardo Alexandre. **Uma proposta integrada da demanda e distribuição, utilizando Sistema de Apoio à Decisão (SAD) com Business Intelligence (BI)**. 2009. 179f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FORTULAN, Marcos Roberto. **O uso de Business Intelligence para gerar indicadores de desempenho no chão de fábrica**: uma proposta de aplicação em uma empresa de manufatura. 2006. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

HAETTENSCHWILER, P. **Neues anwenderfreundliches Konzept der Entscheidungsunterstützung**. Gutes Entscheiden in Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Zurik, vdf Hochschulverlag. p.189-208, 1999.

LIMA, Guilherme de. **Riverhelp! sistema de suporte a decisões para planejamento e gerenciamento integrado de recursos hídricos**. 2007. 265f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

MAÇADA, Antonio C. G.; DOLCI, Pietro C.; BELTRAME, Mateus M. Gestão do Portfólio de Investimentos em TI: Estudo de Casos Múltiplos em Empresas de Manufatura. **Encontro de Administração da Informação**, 1., 2007, Florianópolis. 2007.

MEDEIROS, Elizabet Sphor de; SAUVÉ, Jacques Philippe. **Avaliação do impacto de tecnologias da informação emergentes nas empresas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2003.

POWER, D. J. **Decision support systems: concepts and resources for managers**. Westport, Conn: Quorum books, 2002.

POWER, D. J. **A brief history of decision support systems**. Versão 2.8. DSSResources.com, World Wide Web, 2003. Disponível em: <<http://DSSResources.com/dsshistory.html>>. Acesso em: 12 de Fev de 2011.

TURBAN, Efraim; ARONSON, Jay E. **Decision support systems and intelligent systems**. 6. ed. NJ: Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.

VERCELLIS, Carlo. **Business intelligence: data mining and optimization for decision making**. 1.ed. Itália: John Wiley & Sons, Ltd, 2009.

YP. **EasyProcess**: um processo de desenvolvimento de software. 2007. 86f. Departamento de Sistemas e Computação, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.