

ABORDAGEM MULTICRITÉRIO PARA APOIO À DECISÃO DE INVESTIMENTOS EM ÁREAS DE ATUAÇÃO DO INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA DO ESPIRITO SANTO- BRASIL

Alexandre Secolo Morgan

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50. Vila das Acácias, 12228-900. São J. Campos/SP
alesecolomorgan@gmail.com

Mischel Carmen Neyra Belderrain

Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Bolsista do CNPq, Brasil
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50. Vila das Acácias, 12228-900. São J. Campos/SP
carmen@ita.br

Juliana Gavini Uliana

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50. Vila das Acácias, 12228-900. São J. Campos/SP
juliana.gavini@gmail.com

Rafael Chaves de Sousa Ichihara

Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50. Vila das Acácias, 12228-900. São J. Campos/SP
rafael_ichihara@hotmail.com

RESUMO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) é uma instituição que atua em esfera nacional e regional e tem compromisso de contribuir a competitividade da indústria brasileira. O SENAI regional do Espírito Santo (SENAI-ES), foco deste artigo, está implementado um Instituto SENAI de Tecnologia (IST) de Metalmeccânica. Esta implementação aportará recursos em quatro áreas de atuação: Consultoria, Metrologia, Inovação e Serviço Técnico Especializado. O objetivo deste artigo é definir o rateio dos investimentos nas quatro áreas temáticas. A estruturação do problema apoiou-se no conceito de *Value Focused Brainstorming* (VFB) e *Value-Focused Thinking* (VFT) para construir a árvore de valor, e o método *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) foi utilizado para análise das alternativas. O método SMART auxilia a tomada de decisão quando existem múltiplos objetivos, focando também nos aspectos de subjetividade, sem perder a simplicidade.

PALAVRAS-CHAVE: Métodos de Apoio Multicritério à Decisão, SMART, VFT, VFB

ABSTRATC

The Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) is an institution that operates on a national and regional level and is committed to contribute to the competitiveness of Brazilian industry. The regional SENAI of the Espírito Santo state (SENAI-ES), focus of this article is implemented an Institute SENAI of Technology (IST) of metalworking. This implementation will distribute resources in four areas: Consulting, Metrology, Technical Innovation and Service Specialist. The purpose of this article is to define the division of investment in the four thematic areas. The structuring of the problem was based on the concept of Value Focused Brainstorming (VFB) and Value-Focused Thinking (VFT) to build the value tree, and the method Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) was used to analyze the alternatives. The SMART method helps decision making when there are multiple objectives, also focusing on the aspects of subjectivity without losing the simplicity.

KEYWORDS: Multicriteria decision analysis, SMART, VFT, VFB

1. INTRODUÇÃO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) no âmbito Nacional (SENAI-DN) é composto de 817 escolas fixas e móveis em todo o Brasil (SENAI NACIONAL, 2015) e acompanhando o avanço tecnológico industrial o SENAI-DN está estimulando a implementação de aproximadamente 61 Institutos SENAI de Tecnologia (IST) e 26 Institutos SENAI de Inovação (ISI) até 2017 nas unidades regionais do SENAI (IST, 2014; ISI, 2014). Os regionais podem receber um ou mais institutos.

O SENAI regional do Espírito Santo (SENAI-ES) faz parte de um sistema, denominado Sistema FINDES. Este sistema é formado pela Federação das Indústrias do Estado do Espírito Santo (FINDES), pelo Centro da Indústria do Espírito Santo (CINDES), pelo Serviço Social da Indústria (SESI), pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL-ES), pelo Santo (Ideies) e pelo Instituto Rota Imperial (IRI). Cada uma destas entidades possui sua missão, visão e valores bem definidos e estão relacionadas a um setor de interesse estratégico do industrial local (dentro do próprio estado). Estas entidades buscam trabalhar de forma integrada para o desenvolvimento da indústria capixaba. O SENAI-ES tem como missão “promover a educação profissional e tecnológica, a inovação e a transferência de tecnologias industriais, contribuindo para elevar a competitividade da indústria capixaba” e visão “consolidar-se como líder em educação profissional, reconhecido em educação tecnológica e indutor da inovação e de transferência de tecnologias para a indústria capixaba, atuando com padrão internacional de excelência” (SENAI REGIONAL, 2015).

Ampliando a dimensão da visão: “... de transferência de tecnologias para a indústria capixaba, atuando com padrão internacional de excelência”, o SENAI-ES na unidade CETEC-AF implementará o IST na área de metalmecânica (IST-ES, 2013) e as macro áreas de serviços deste IST serão: Consultoria, Metrologia, Inovação e Serviços Técnicos Especializados. Cada um destes serviços tem produtos específicos e possuem maior demanda por um ou outro tipo de acordo com as características das indústrias locais.

A implementação deste IST no CETEC-AF envolverá dispêndio financeiro da instituição. Devido o SENAI-ES ser uma instituição de ensino que opera com recursos públicos (compulsório), como em qualquer SENAI, proveniente da folha de pagamento das indústrias capixabas estes recursos não poderão ser utilizados para manter outras ações a não ser as de formação de mão de obra qualificada para a indústria. Desta forma, é imprescindível que toda a estrutura do IST seja sustentável do ponto de vista financeiro, dado que funcionará como uma empresa privada de prestação de serviços.

Dadas às limitações de recurso e a necessidade latente de geração de resultados é preciso priorizar e definir as melhores estratégias de investimentos para atuação, escolhendo dentre os tipos de serviços, aqueles que têm maior potencial de retorno e maior probabilidade de fomentar novos negócios.

Analisar e propor uma forma de distribuição de investimentos nas macro áreas de serviço do IST do SENAI-ES foi o objetivo do estudo apresentado neste artigo.

Este trabalho segue a seguinte estrutura: a seção 2 apresenta alguns fundamentos teóricos gerais para a análise multicritério de decisão e descrição do SMART; a seção 3 desenvolve a aplicação do método SMART, usando em conjunto a ferramenta de *Value-Focused Thinking* (VFT); por fim, resumem-se as conclusões na seção 4.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Processo de apoio multicritério à decisão

Na análise de Franco e Montibeller (2010) o processo de apoio multicritério à decisão considera três fases: Estruturação da situação problemática, Estruturação do modelo multicritério e Avaliação de Alternativas como mostrado na Figura 1.

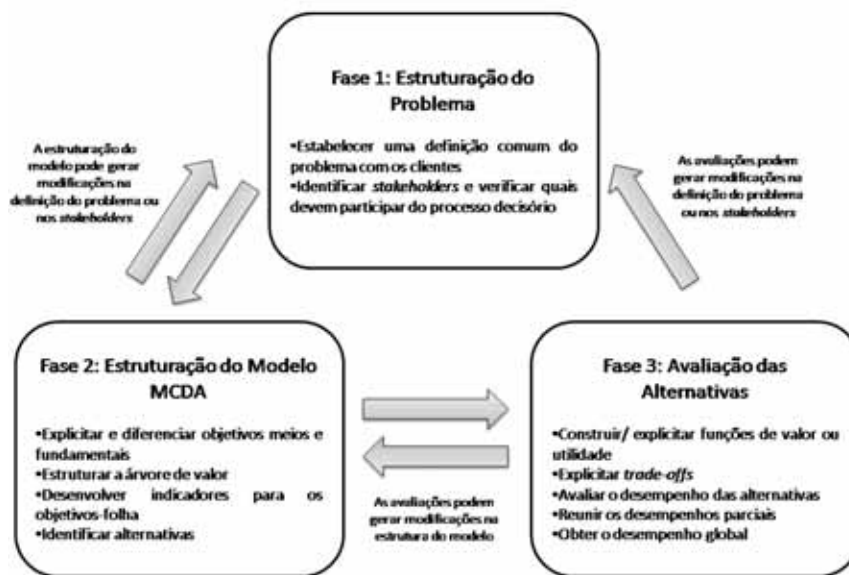


Figura 1: Processo de análise de decisão de multicritério
Fonte: Carvalho (2013)

Na proposta deste trabalho, a Estruturação do problema será realizado utilizando a abordagem *Value Focused Brainstorming* (VFB) e *Value-Focused Thinking* (VFT). A estruturação do modelo multicritério e avaliação de alternativas será realizado pelo método SMART (*Simple Multi-Attribute Rating Technique*) apresentado na Figura 2.

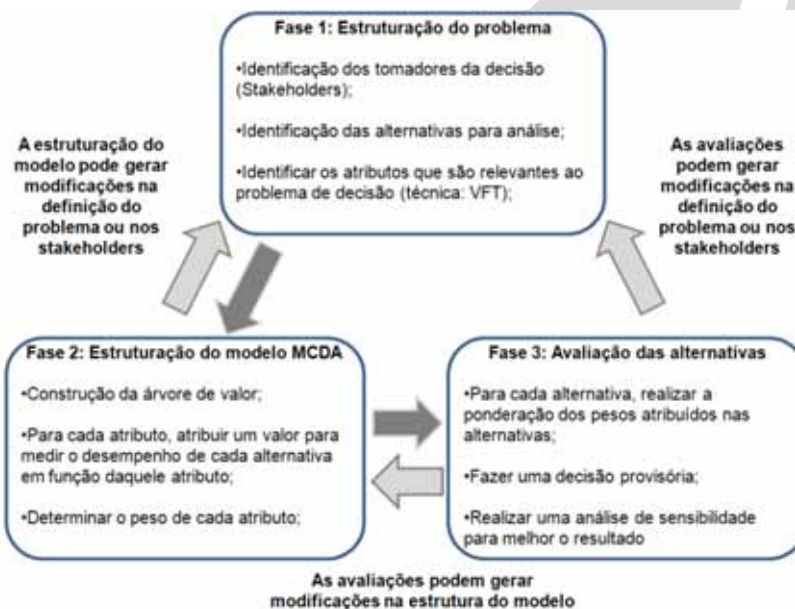


Figura 2: Processo de análise de decisão de multicritério para este artigo
Fonte: Adaptado de Franco e Montibeller (2010)

2.2. SIMPLE MULTI-ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE (SMART)

O *Simple Multi-Attribute Rating Technique* (SMART) é um método transparente para apoiar os tomadores de decisão diante de problemas envolvendo múltiplos objetivos (GOODWIN; WRIGHT, 2014).

Para Goodwin e Wright (2014) os principais estágios para aplicação do SMART são:

1. Identificação dos tomadores da decisão (*Stakeholders*);
2. Identificação das alternativas para análise;
3. Identificar os atributos que são relevantes ao problema de decisão (árvore de valor);
4. Para cada atributo, atribuir um valor para medir o desempenho de cada alternativa em função daquele atributo;
5. Determinar o peso de cada atributo;
6. Para cada alternativa, realizar a ponderação dos pesos atribuídos nas alternativas;
7. Fazer uma decisão provisória;
8. Realizar uma análise de sensibilidade.

3. APLICAÇÃO

Os três primeiros estágios do método SMART estão relacionados com a estruturação do problema (Fase 1 da Figura 2) que guiam o processo de análise. O terceiro estágio junto ao quarto e quinto estágios estão relacionados com a estruturação do modelo MCDA (Fase 2 da Figura 2). O sexto, sétimo e oitavo estágios estão relacionados à avaliação das alternativas (Fase 3 da Figura 2).

3.1. Identificação dos tomadores da decisão (*Stakeholders*)

Através da estrutura organizacional do SENAI-ES verificou-se os decisores em três instâncias: 1) Representação regional; 2) Representação da unidade; 3) Representação dos serviços do IST.

3.2. Identificação das alternativas para análise

As alternativas identificadas referem-se as quatro áreas do IST do SENAI-ES. Cada uma das alternativas tem peculiaridades quanto à necessidade de investimentos, por isso, cabe a decisão dos diretores de que forma fazer o rateio dos investimentos.

- A1: Consultoria
- A2: Metrologia
- A3: Inovação
- A4: Serviços Técnico Especializados (STE)

3.3. Identificar os atributos que são relevantes ao problema de decisão (árvore de valor)

No contexto do problema a ser estruturado, optou-se pela abordagem *Value Focused Brainstorming* (VFB). O método VFB possibilita aumentar a qualidade e a capacidade de geração de objetivos e alternativas, incorporando dois recursos de outro método, o *Value-Focused Thinking* (VFT) no tradicional processo de Brainstorming (KEENEY, 2012). Primeiramente, identifica-se explicitamente os aspectos de valor das potenciais alternativas, e segundo, todos os participantes em um *brainstorming* individual desenvolvem antes de qualquer ancoragem em discussões em grupo, aumentando assim, a articulação no processo por meio das contribuições individuais. De acordo com Keeney (2012), os quatro passos da aplicação da abordagem VFB são:

1. Identificação do problema a ser resolvido;
2. Identificação dos objetivos da solução do problema;
3. Geração de alternativas de solução individualmente;
4. Geração de alternativas de solução coletivamente.

Para esta aplicação, a identificação de valores com a geração de objetivos foi o principal aspecto e facilitou a definição dos atributos e a construção da Arvore de Valor apresentada na Figura 3.

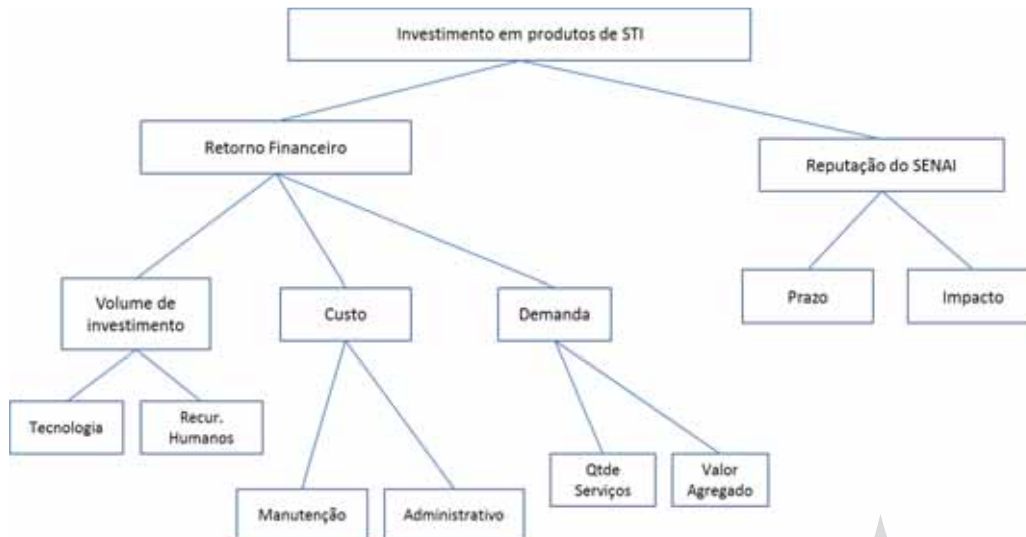


Figura 3: Árvore de valor

É possível identificar que, os principais objetivos envolvem retorno financeiro e reputação, considerando que os serviços precisam promover retorno e valorizar a reputação do SENAI para este estabelecer-se diante das indústrias como o principal provedor de soluções em tecnologia e inovação no Brasil.

3.4. Para cada atributo, atribuir um valor para medir o desempenho de cada alternativa em função daquele atributo:

A escala de 0 a 100, representada na Figura 4, indica nota máxima 100 quando o esforço é baixo para alcançar os objetivos do critério analisado. Por exemplo, considerando os investimentos em tecnologia (equipamentos, laboratórios, instrumentos, normas, bibliografia, etc.) o esforço será alto (nota 0) para os casos onde os equipamentos são importados, materiais mais caros e difíceis de serem adquiridos. Para investimentos em recursos humanos (contratações, grau de formação, capacitações, frequência, etc.) considera-se esforço alto (nota 0) quando há uma necessidade de constantes capacitações/atualizações no âmbito internacional, por exemplo.

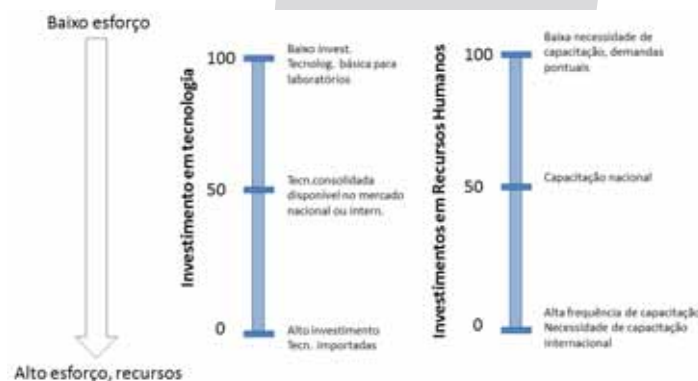
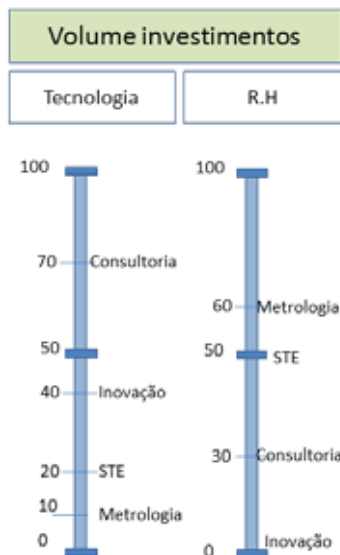


Figura 4: Funções de valor e escala de medição.

Todas alternativas foram analisadas diante da escala proposta (Figura 4), onde os atributos foram os estabelecidos na árvore de valor (Figura 3). Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Avaliação das alternativas sob o aspecto de cada um dos atributos apontados pelos decisores

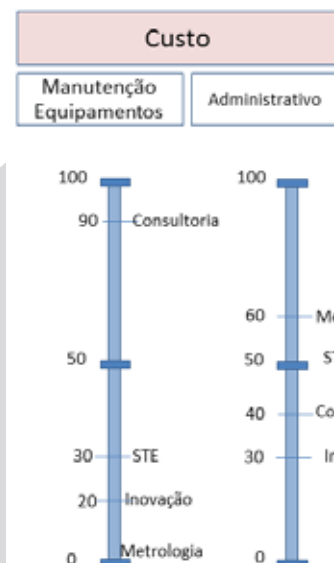


Para as ações de consultoria, os investimentos em equipamentos e instrumentos é, geralmente, baixo. No entanto, demandam uma alta capacitação dos profissionais, dado que os profissionais são o centro da ação.

Metrologia é o inverso, pois o investimento em equipamentos aferidos é bastante alto, enquanto os profissionais de operação não necessariamente demandam de alta formação. Inovação é a linha de serviços que requer o maior nível de investimento para recursos humanos.

Os custos de manutenção dos equipamentos para serviços metrológicos, Inovação e STE são altos, sendo que para consultoria são quase que inexistentes.

Já os custos administrativos são intermediários para todas as linhas de serviços.



Considerando a quantidade de serviços pode-se afirmar que serviços metrológicos tem uma alta demanda, visto que são testes e ensaios para os produtos ou processos industriais, muitas vezes obrigatórios, mas estes, no geral, não possuem alto valor agregado.

Inovação possui o mais alto valor agregado, mas o volume de serviços é bem menor, dado que projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento não são compulsórios e geralmente dependem de alto investimento por parte da indústria.

Construir uma reputação no meio industrial não é uma tarefa fácil. E para isso, é preciso ponderar o quanto tempo demora para alcançá-la e quão intenso é o impacto que promove. Os serviços metrológicos possuem resultado rápido e, portanto podem gerar reputação em curto espaço de tempo, com impactos positivos, mas intermediários.

As ações de inovação, apesar de serem aquelas de resultado mais a longo prazo, possuem um alto impacto, promovendo uma reputação consistente da atuação do SENAI.



A Figura 5 mostra uma saída do *software* VISA – versão educacional - para o desempenho de cada alternativa em função dos atributos.

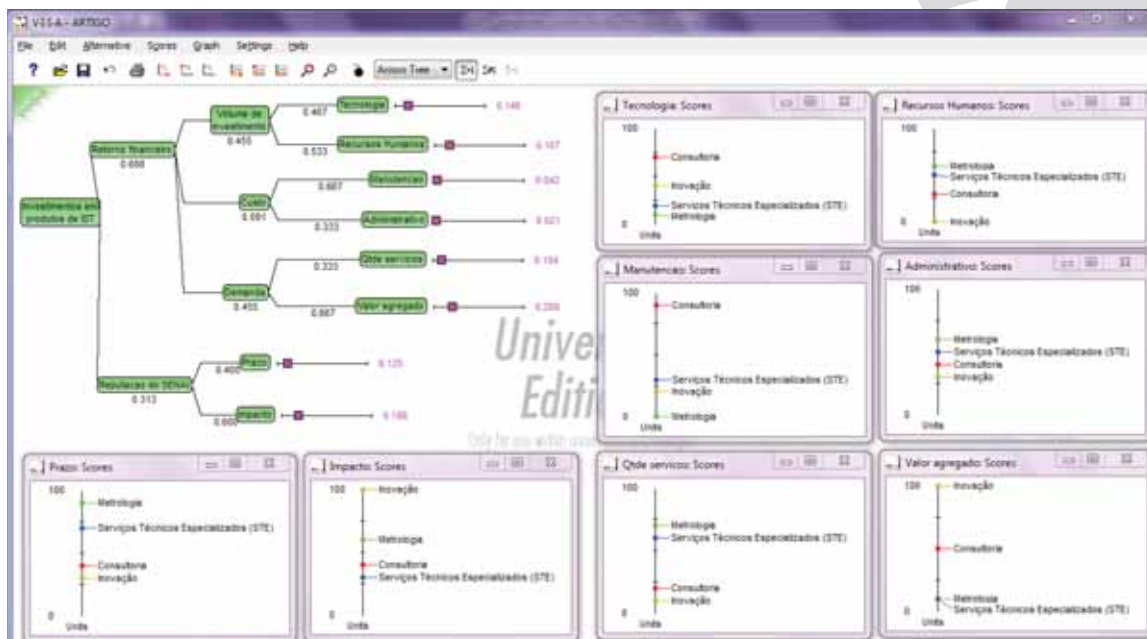


Figura 5: Avaliação das alternativas sob o aspecto de cada um dos critérios apontados pelos decisores

3.5. Determinar o peso de cada atributo

De acordo com a opinião dos decisores, os pesos de cada um dos atributos foram determinados e balanceados conforme a Figura 6. A Tabela 2 apresenta os pesos dos atributos normalizados.

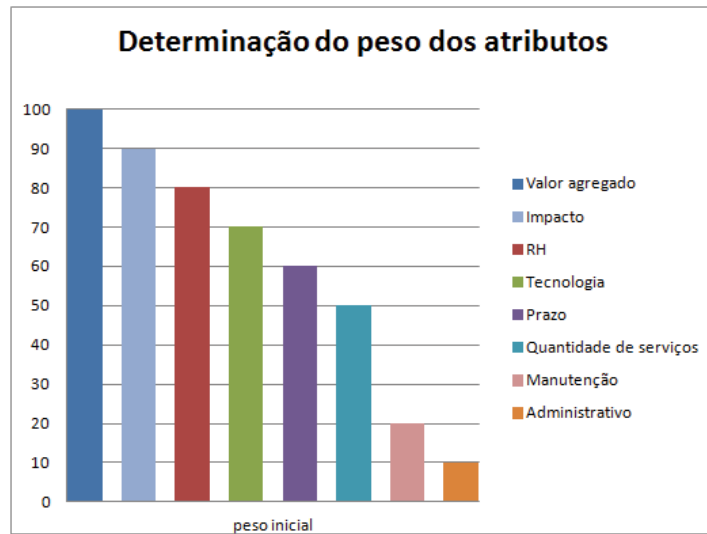


Figura 6: Balanceamento dos pesos dos atributos

Tabela 2: Pesos dos atributos normalizados.

Atributos		PESO	Peso normalizado real	Peso normalizado
Retorno	Investimento	Tecnologia	70	14,58
		RH	80	16,67
	Custo	Manutenção	20	4,17
		Administrativo	10	2,08
	Demanda	Quantidade de serviços	50	10,42
Valor agregado		100	20,83	
Reputação	Prazo	60	12,50	
	Impacto	90	18,75	
TOTAL		480	100,00	100

3.6. Para cada alternativa, realizar a ponderação dos pesos atribuídos nas alternativas

A Figura 7 mostra a saída do *software* VISA com a avaliação ou pontuação global das alternativas.

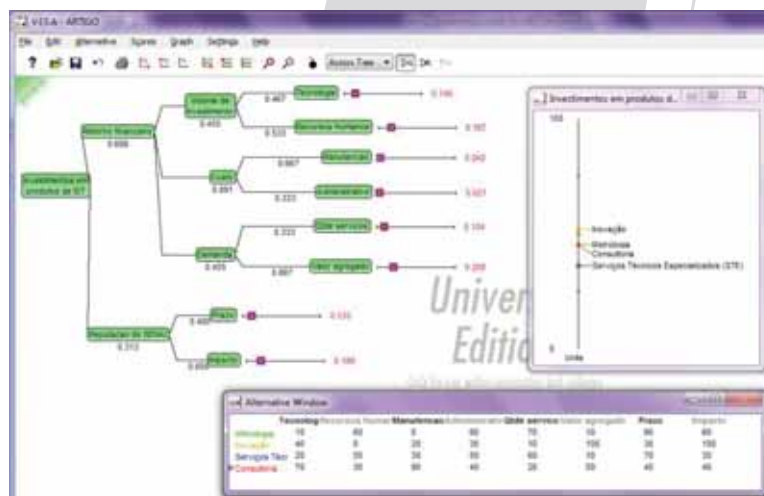


Figura 7: Ponderação dos pesos atribuídos nas alternativas

3.7. Fazer uma decisão provisória

A Figura 8 mostra o detalhamento do resultado apresentando na Figura 7.

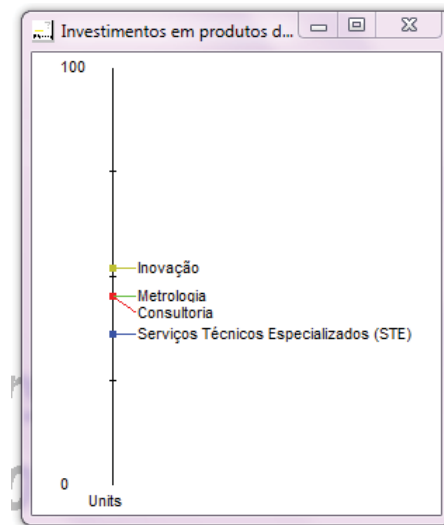


Figura 8: Ranking das alternativas

O gráfico “Retorno *versus* Reputação” foi plotado e mostrado na Figura 9. São os dois ramos principais da árvore de valor e a análise do gráfico é importante para avaliar se o resultado é válido.

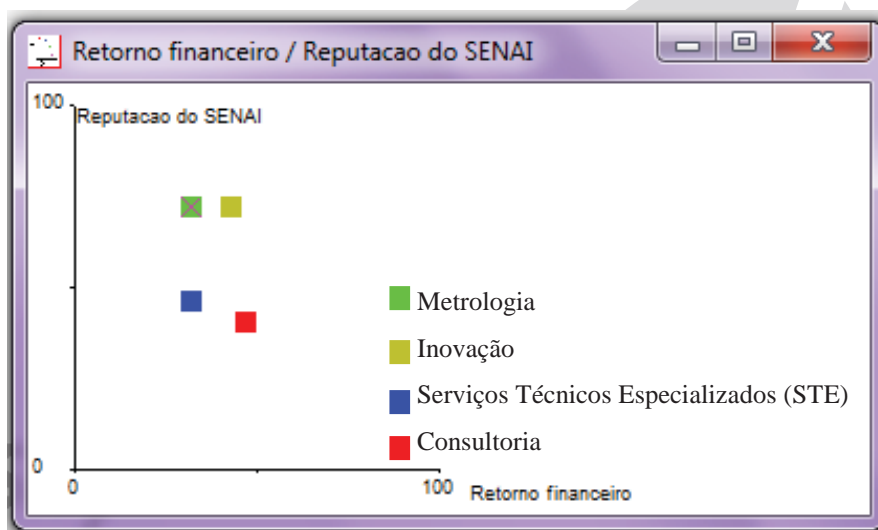


Figura 9: Gráfico de Retorno *versus* Reputação para as alternativas de tipos de serviços

Analisando as Figura 8 e Figura 9 notamos que as áreas temáticas se ordenariam em:

- Primeiro lugar: Inovação;
- Segundo lugar: Consultoria;
- Terceiro lugar: Metrologia;
- Quarto lugar: Serviço Técnicos especializado (STE)

Na Figura 8 os serviços de Consultoria e Metrologia estão com mesma pontuação global (45), no entanto, o peso do ramo “Retorno financeiro” é 0,688 e o peso do ramo

“Reputação do SENAI” é 0,313. Isso significa que a Consultoria terá maior retorno financeiro do que Metrologia, ficando a Consultoria em segundo lugar e a Metrologia em terceiro.

Normalizando os valores encontrados na Figura 8 com o objetivo de ratear o investimento entre essas áreas, teríamos conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Valores normalizados do ranking das alternativas

	Ranking das alternativas	Normalizado
Consultoria	45	25%
Metrologia	45	25%
Inovação	52	29%
Serviços Técnicos Especializados (STE)	36	20%
Total	177	100%

Deste modo, o rateio do investimento entre as áreas temáticas do IST do SENAI-ES seriam:

- 29% em Inovação;
- 25% em Consultoria;
- 25% em Metrologia e
- 20% em STE.

3.8. Realizar uma análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é realizada para verificar como a pontuação global das alternativas se comporta com a alteração dos valores. A análise foi realizada para variação dos dados de Retorno financeiro (Figura 10) e Reputação (Figura 11).

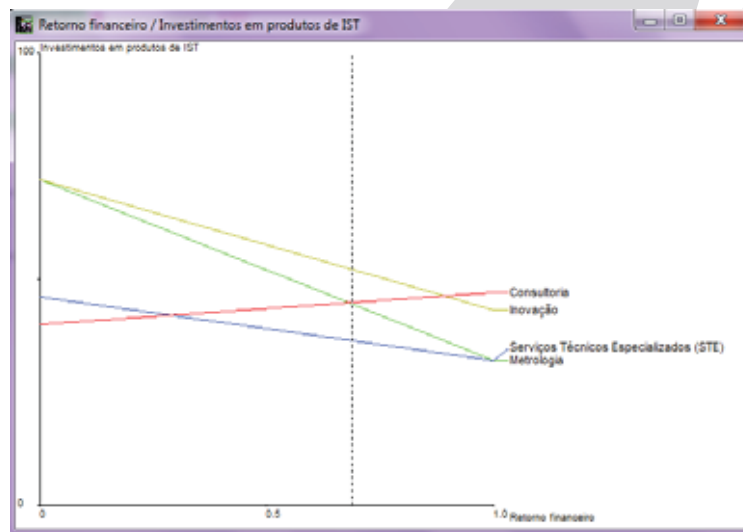


Figura 10: Análise de sensibilidade das alternativas quanto ao Retorno Financeiro

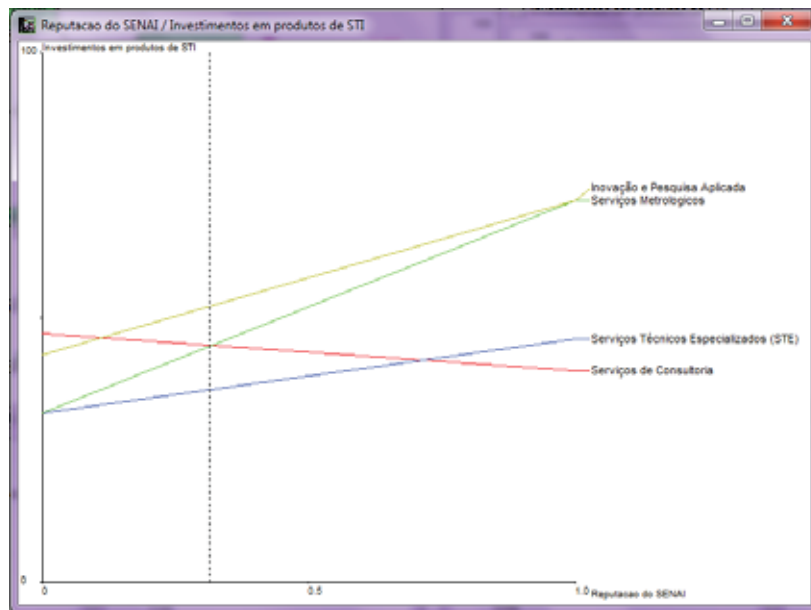


Figura 11: Análise de sensibilidade das alternativas quanto a Reputação

4. CONCLUSÕES

Apesar do método ser subjetivo, para a avaliação parcial das alternativas, foi considerado como base para a ponderação, dados reais (valor financeiro do serviço prestado, tempo médio de execução, etc.) de forma a aproximar ao máximo da realidade operacional de um instituto e/ou unidade do SENAI;

Com o trabalho foi possível propor um rateamento dos investimentos entre as diversas áreas IST de forma estruturada sob diferentes dimensões, que não somente o retorno financeiro como é comumente abordado o assunto;

É importante salientar que os quatro tipos de serviços são fundamentais para a operação do SENAI-ES e que o direcionamento de investimentos é importante sob o ponto de vista estratégico para a indústria brasileira.

REFERÊNCIAS

Carvalho, H. P. Seleção do sistema propulsivo do último estágio do VLM-1 utilizando apoio multicritério à decisão. Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia Mecânica. São José dos Campos, 2013.

FINDES. O Sistema Findes. Disponível em: <<http://www.sistemafindes.org.br/index.php/o-sistema-findes/o-sistema>>. Acesso em 19 abril. 2015.

Franco, L. A.; Montibeller, G. (2010) Problem structuring for multicriteria decision analysis interventions, Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science.

Goodwin, P.; Wright, G. (2001) Decision Analysis for Management Judgement, 5a. Edição, Ed. Wiley, 2014.

Goodwin, P.; Wright, G. Enhancing Strategy evaluation in scenario planning: a role for decision analysis. Journal of Management Studies, 38(1), 1-16.

ISI. Instituto Senai de Inovação. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/iniciativas/programas/inovacao-e-tecnologia/institutos-deinovacao/2014/09/1,46743/institutos-senai-de-inovacao.html>>. Acesso em 18 Jun 2015.

IST. Instituto Senai de Tecnologia. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/iniciativas/programas/inovacao-e-tecnologia/institutos-detecnologia/2014/09/1,46742/institutos-senai-de-tecnologia.html>>. Acesso em 18 Jun 2015.

IST-ES. **Instituto Senai de Tecnologia do Espírito Santo.** Disponível em: <<http://www.sistemafindes.org.br/index.php/imprensa/noticias/84-presidente-da-findes-quer-importar-tecnologia-industrial-alema>>. Acesso em 18 Jun 2015.

Keeney, R. L. (1996) Value-Focused Thinking: Identifying decision opportunities and creating alternatives, *European Journal of Operational Research* 92, 537-549

Keeney, R. L. (2012) Value-Focused Brainstorming. *Decision Analysis*. 9. No. 4, 303-313.

Montibeller, G.; Gummer, H.; Tumidei, D. (2006) Combining scenario planning and multi-criteria decision analysis in practice. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 14, 5-20.

SENAI NACIONAL. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/senai/>>. Acesso em 18 Jun 2015.

SENAI REGIONAL. Disponível em: <http://www.sistemafindes.org.br/senai/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=18>. Acesso em 18 Jun 2015.