

# Aplicação de ferramenta de auxílio multi-critério à decisão na escolha de alternativas para movimentação e armazenagem de material siderúrgico

Ilton Curty Leal Junior  
Universidade Federal Fluminense  
[iltoncurty@vm.uff.br](mailto:iltoncurty@vm.uff.br)

Gustavo Pannaim Fernandes  
Universidade Federal Fluminense  
[gustavopannain@hotmail.com](mailto:gustavopannain@hotmail.com)

Pauli Adriano de Almada Garcia  
Universidade Federal Fluminense  
[pauliadriano@gmail.com](mailto:pauliadriano@gmail.com)

## RESUMO

*O presente trabalho explora os elementos da logística, em particular, os conceitos de armazenagem e movimentação de materiais siderúrgicos, como fonte potencial de vantagem competitiva. Em relação ao enfoque prático, o trabalho expõe, especificamente, a escolha de uma alternativa de estrutura e operação, dentre três opções possíveis. A atual e mais duas propostas, que foram projetadas a partir de estudos realizados nas instalações da siderúrgica. Para a escolha da melhor alternativa, o trabalho conta com a aplicação de uma ferramenta de Auxílio Multi-critério à Decisão, o método AHP clássico.*

Palavras-Chaves: Armazenagem, Movimentação Interna, AHP clássico.

## 1. INTRODUÇÃO

A organização e especialização das atividades produtivas resultam em produção excedente que necessita de armazenagem para garantir a integridade dos produtos. Além disto, as reservas de produtos nos vários estágios da cadeia produtiva são necessárias para garantir abastecimentos e reduzir incertezas. Para que os produtos armazenados sejam disponibilizados e utilizados se faz necessária a movimentação eficiente ao destino onde será consumido (FLEURY, 2007).

Nas empresas, a logística tem uma importância econômica significativa. Qualquer redução nos custos logísticos pode ter um forte impacto nas margens e nos lucros de uma companhia. (FLEURY 2007). Segundo BALLOU (2006), o custo de armazenagem e movimentação pode representar de 20 a 40% do seu valor por ano.

No setor siderúrgico, a armazenagem e movimentação de materiais são atividades que impactam fortemente em custos e nível de serviço devido aos volumes, dimensões e pesos dos produtos. O presente trabalho apresenta um estudo de caso da movimentação e armazenagem de tarugos, principal matéria-prima para os laminadores, em uma siderúrgica localizada no município de Barra Mansa, Rio de Janeiro. Para esta empresa, é imprescindível um bom gerenciamento das atividades de logística interna para atingir um nível de disponibilidade de materiais, que garanta a agilidade necessária no atendimento das demandas por produtos destinados a abastecimento dos laminadores da siderúrgica e no envio ao cliente.

O problema deste trabalho consiste na forma em que o tarugo é movimentado e armazenado. A empresa estudada possui três alternativas das quais, uma precisa ser escolhida: a situação atual e outros dois projetos desenvolvidos. Os projetos influenciam em custos e nível de serviço expressos por vários critérios abordados por este artigo.

A tomada de decisão pelos projetos deve levar em consideração a melhor utilização de recursos para movimentação, otimização das áreas de armazenagem e maior velocidade do processo.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é apresentar uma ferramenta para a tomada de decisão quanto à melhor alternativa de movimentação e armazenagem dos tarugos da siderúrgica. Com isso, espera-se alcançar uma oportunidade de melhoria na utilização dos recursos disponíveis.

O presente trabalho se justifica pela importância do tarugo nos processos de laminação, e pelo fato de seu desabastecimento ocasionar custos decorrentes da ociosidade de um laminador ou na provável perda de um cliente, se os atrasos nas entregas da produção se tornarem freqüentes. Outra justificativa é a apresentação de uma ferramenta para auxílio à tomada de decisão em um cenário onde as alternativas possuem muitas variáveis de difícil comparação e apresentam resultados muito diferentes.

## 2. REVISÃO TEÓRICA

Prestar um serviço logístico de excelência tem sido o objetivo de inúmeras empresas que perceberam no atendimento, uma forma de garantir a lealdade e conquistar novos clientes. É por meios do serviço que as empresas procuram diferenciar seus produtos, fazendo com que os clientes observem mais valor naquilo que estão comprando (FIGUEIREDO, 2006)

O aumento da concorrência obriga as empresas a dispor de mais pessoal de apoio, manter mais estoques, gastar mais com a distribuição, enfim, a aumentar seus custos logísticos. Por outro lado, a adoção de novas tecnologias e de modernas práticas de gestão tornou a fabricação mais eficiente, reduzindo os seus custos. Desse modo, o aumento dos custos logísticos e a redução dos custos de fabricação fizeram com que, em termos percentuais, os primeiros passassem a ter uma participação muito maior nos custos totais. (figueiredo, 2000).

Moura (2005) cita que o homem vem tentando resolver o problema de movimentar materiais para tornar seu trabalho de levantar, movimentar de um lugar para outro e carregar mais fácil, rápido e seguro.

A movimentação é uma atividade que tem forte relação com a armazenagem que é a denominação genérica e ampla que inclui todas as atividades de um local destinado à guarda temporária e à distribuição de materiais por depósitos, almoxarifados, centros de distribuição etc. e está intimamente relacionada com a movimentação de materiais (MOURA, 2005).

Muitos são os projetos de melhoria que são projetados nas empresas considerando custo e nível de serviço na armazenagem e movimentação. Na maioria dos casos as empresas se deparam com diversas alternativas que podem ser escolhidas para implementação, o que acabam dificultando a decisão por um deles, devido à quantidade de variáveis envolvidas. Neste caso, apresentam-se várias ferramentas de auxílio multi-critério que apóiam a tomada de decisão.

O Processo de Análise Hierárquica, mais conhecido como AHP (abreviação do inglês Analytic Hierarchy Process), criado SAATY (1980) é um dos métodos de Auxílio Multi-critério à Decisão mais utilizado no mundo, onde o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, facilitando, assim, sua compreensão e avaliação. (GOMES, 2004.)

Na organização da hierarquia, inicialmente deve ser exposto o objetivo global, enquanto nos níveis seguintes são alocados os critérios que representam impactos nos critérios do nível sucessivamente superior. E no final da hierarquia são alocadas as alternativas de cenários considerados.

Segundo GOMES (2004), o método AHP clássico determina, de forma clara e por meio de síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método.

Após a construção e definição da hierarquia, um grupo de decisores formados por especialistas devem fazer uma comparação, par a par, de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada. Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior. Essas comparações par a par são realizadas em todos os níveis hierárquicos.

A comparação das alternativas é realizada com o auxílio de uma escala criada por Saaty, em 1980, que varia de 1 até 9, conforme tabela 1.

Tabela 1. Escala Fundamental de Saaty.

Nível de preferência	Valor numérico
Igualmente preferível	1
Moderadamente preferível	3
Fortemente preferível	5
Muito fortemente preferível	7
Extremamente preferível	9
Valores importantes intermediários	2, 4, 6, 8

Fonte: GOMES, 2004.

Para a aplicação dessa metodologia devem ser considerados os seguintes elementos fundamentais: (1) Atributos e Propriedades – A comparação deve ser feita entre um conjunto finito de elementos e um conjunto finito de propriedades; (2) Correlação Binária – Durante a comparação de determinados elementos, realiza-se uma comparação binária, que demonstre a preferência ou indiferença de um elemento em relação a outro; (3) Escala Fundamental – A cada elemento é estipulado um valor de prioridade sobre os demais, que devem ser expressos em uma escala com números positivos e reais; (4) Hierarquia – Um conjunto de elementos ordenados por ordem de preferência e homogêneos em seus respectivos níveis hierárquicos.

O decisor deverá efetuar a estruturação do problema em estudo, determinando as alternativas pertinentes, pois os critérios aplicados em cada nível devem ser homogêneos e não-redundantes, ou seja, devem apresentar o mesmo grau de importância relativa dentro de um nível e assume-se a independência de um determinado nível em relação aos níveis inferiores.

Em relação à medida da inconsistência, determinam-se os pesos dos elementos em relação a um elemento do nível imediatamente superior da matriz de comparação par a par, por meio do cálculo do auto-vetor. Dessa forma, sendo  $a_{ij}$  o valor obtido da comparação par a par do elemento  $i$  com o elemento  $j$ , a matriz formada por esses valores é a matriz  $A$ , onde  $A = (a_{ij})$ . A matriz  $A$  é recíproca tal que  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ , na qual, se os juízos fossem perfeitos, em todas as comparações seria possível verificar que  $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$  para qualquer  $i, j, k$ . Portanto, segundo esse procedimento, a matriz  $A$  seria consistente.

Se, caso os juízos emitidos pelos decisores forem perfeitamente consistentes, têm-se  $\lambda_{\max}$  (auto-vetor) =  $n$  e  $a_{ij} = w_i/w_j$ . Contudo, pode-se verificar uma inconsistência nos juízos, que pode ser medida através da proximidade de  $\lambda_{\max}$  com  $n$  (quanto mais próximo, maior a

consistência). Portanto,  $\lambda_{\max} - n$  é um indicador da consistência (GOMES, 2004), Sendo A a matriz de valores e w o vetor de prioridades, encontra-se o vetor que satisfaça a equação 1.

$$Aw = \lambda_{\max} \times w \quad (1)$$

Para obter o auto-vetor a partir da equação 1, tem-se a equação 2:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \frac{Aw_i}{w_i} \quad (2)$$

Onde n corresponde ao número de alternativas ou elementos comparados.

Nas observações de Saaty, descritas por GOMES (2004), há pequenas variações em aij que implicam pequenas variações em  $\lambda_{\max}$ , em que o desvio do auto-vetor em relação a n é considerado uma consistência. Por isso, é possível afirmar, por meio do Índice de Consistência – IC (equação 3),  $\lambda_{\max}$  permite avaliar a proximidade da escala desenvolvida por Saaty com a escala de razões ou quocientes que seria usada se a matriz A fosse totalmente consistente.

$$IC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (3)$$

Todavia, o estudo de Saaty admite que a consistência é inerente ao comportamento humano. Por isso, propõe-se o cálculo da Razão de Consistência - RC, obtida pela equação 4:

$$RC = IC / IR \quad (4)$$

Onde IR é um índice aleatório, calculado para matrizes quadradas de ordem n. Alguns valores são demonstrados na tabela 2.

TABELA 2 – Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n

n	2	3	4	5	6	7
IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32

Fonte: Tomada de Decisões em Gomes, 2004.

Definida a estrutura hierárquica, cada critério é relacionado às alternativas e aplica-se a escala verbal apresentada na Tabela 1. Assim, o juízo verbal transforma-se em uma escala de valores numéricos.

Utilizando a matriz de decisão A, o Método AHP calcula resultados parciais do conjunto A, dentro de cada critério  $v_i(A_j)$ , denominado valor de impacto da alternativa j em relação à alternativa i, em que esses resultados representam valores numéricos das atribuições verbais dadas pelo decisor a cada comparação de alternativas. Tais resultados são normalizados pela equação 5.

$$\sum_{i=1}^n v_i(A_j) = 1 \quad j=1, \dots, n \quad (5)$$

Onde n corresponde ao número de alternativas ou elementos comparados. Cada parte desse somatório consiste em:

$$v_i(A_j) = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad j=1, \dots, n \quad (6)$$

Isso faz com que o vetor de prioridades da alternativa  $i$  em relação ao critério  $C_k$  seja calculado pela equação 7.

$$v_i(A_j) = \sum_{j=1}^n v_i(A_j) / n \quad i=1, \dots, n \quad (7)$$

Na seqüência da explicação do autor, depois de obter o vetor de prioridades ou de impacto das alternativas sob cada critério  $C_k$ , continua-se com o nível de critérios. Nesse caso, adota-se novamente a escala verbal para a classificação par a par dos critérios, que são normalizados a partir da equação 8.

$$w_i(C_j) = \frac{c_{ij}}{\sum_{i=1}^m c_{ij}} \quad j=1, \dots, m \quad (8)$$

Onde  $m$  corresponde ao número de critérios de um mesmo nível, sendo o vetor prioridade calculado pela equação 9.

$$w(C_i) = \sum_{j=1}^m w_i \frac{c_j}{m} \quad i=1, \dots, m \quad (9)$$

Para obter uma ordenação global, o autor finaliza com a equação 10, para gerar os valores finais das alternativas, sendo que  $n$  corresponde ao número de alternativas.

$$f(A_i) = \sum_{j=1}^m w_i(C_j) \times v_i(A_j) \quad j=1, \dots, n \quad (10)$$

### 3. METODOLOGIA

Para a base teórica deste artigo foi utilizada a pesquisa bibliográfica. Para a criação dos parâmetros das três alternativas a serem avaliadas e posteriormente realizar a escolha de uma, foram utilizadas pesquisas documental em registros históricos da empresa e pesquisa de campo, com entrevistas aos funcionários especialistas da siderúrgica (Gil, 2002).

Dos levantamentos dos dados históricos da empresa foram extraídos os volumes produzidos, além do consumo de tarugos pelos laminadores e demandas externas e seu estoque no final de cada mês, considerando um intervalo de doze meses. Também foram levantados todos os recursos necessários para a movimentação e armazenagem de tarugos.

Com a realização de entrevistas com os funcionários das áreas produtivas e os responsáveis pela movimentação interna dentro das instalações da siderúrgica, foi possível a definição das variáveis que foram utilizadas para caracterizar as alternativas e principalmente a abordagem das restrições presentes na movimentação dos tarugos, que apresentam diversidade de comprimentos e composição química. As variáveis foram divididas em dois grupos: operação e estrutura.

Também foram levantadas quais as etapas que ocorrem durante a movimentação no cenário atual para sua compreensão e estudo visando sua redução.

Com a consolidação desses dados, foram selecionadas informações julgadas relevantes para a descrição das alternativas segundo o ponto de vista dos especialistas da empresa. O presente estudo expõe a situação atual na siderúrgica e permite a simulação de outras duas alternativas contendo seus recursos e áreas de armazenagem realocados visando a busca pelo melhor atendimento das diversas demandas interna e externa.

#### 4. DESENVOLVIMENTO

Com a seleção das principais variáveis e suas mensurações, foi possível a consolidação da tabela 3, que serviu de base para os cálculos que auxiliaram a tomada de decisão.

Tabela 3. Variáveis para a tomada de decisão

Cenário	Variáveis						
	Número de Atividades	Número de equipamentos	Tempo de carregamento (segundos)	Tempo de descarga (segundos)	Número de colaboradores por turno	Capacidade (toneladas)	Custo Operacional (R\$/mês)
Atual	9	5	41,87	111,87	7	10000	117.000
Proposto 1	11	7	603,16	491,54	6	19000	106.000
Proposto 2	11	6	633,16	521,54	6	17000	56.000

A hierarquia da Figura 1 representa uma situação na qual se deseja escolher o melhor cenário (alternativa) para ser adotado para o armazenamento de materiais siderúrgicos.

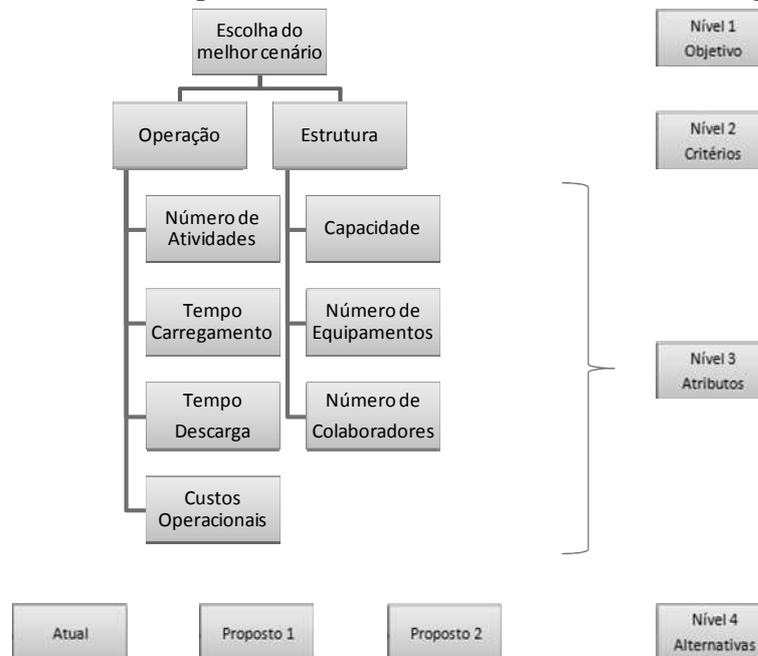


Figura 1. Hierarquia da escolha do cenário. Fonte: Elaboração própria (2009)

Após a construção da hierarquia, foi realizado o preenchimento das matrizes dominantes, comparando par a par os critérios de um determinado nível em relação ao critério do nível imediatamente superior. Para o preenchimento dos critérios (segundo nível), foi definido que a operação é moderadamente mais preferível a estrutura.

Tabela 4. Matriz de comparação entre os critérios do segundo nível

Critérios de Segundo Nível		
	Operação	Estrutura
Operação	1,00	3,00
Estrutura	0,33	1,00

A partir da matriz de comparação entre os critérios do segundo nível foi obtido o vetor de preferência segundo as equações 8 e 9.

Tabela 5. Matriz de comparação entre os critérios do segundo nível, normalizada e contendo o vetor

Critérios de Segundo Nível			
	Operação	Estrutura	Vetor
Operação	0,75	0,75	0,75
Estrutura	0,25	0,25	0,25

Após essa etapa, segue-se para os sub-critérios, iniciando com o referente à operação, conforme tabela 6.

Tabela 6. Matriz comparação entre os critérios do terceiro nível referentes à operação

Sub-critérios do Critério Operação				
	Número de Atividades	Tempo de carga	Tempo de descarga	Custos operacionais
Número de Atividades	1,00	0,33	0,33	0,50
Tempo de carga	3,00	1,00	2,00	0,50
Tempo de descarga	3,00	0,50	1,00	0,50
Custos operacionais	2,00	2,00	2,00	1,00

Podem-se extrair dessa matriz as seguintes considerações:

- O tempo de carregamento é considerado moderadamente mais importante que o número de atividades e entre igual e mais importante que o tempo de descarga.
- O tempo de descarregamento é considerado pelos decisores moderadamente mais importante do que o número de atividades.
- Os custos operacionais são considerados entre igual e mais importante do que o número de atividades, tempo de carregamento e tempo de descarregamento.

Na tabela 7 encontra-se a relação das ponderações obtidas a partir da matriz anterior.

Tabela 7. Matriz comparação entre os critérios do terceiro nível referentes à operação, normalizada e contendo o vetor preferência.

Sub-critérios do Critério Operação					
	Número de Atividades	Tempo de carga	Tempo de descarga	Custos operacionais	Vetor
Número de Atividades	0,11	0,09	0,06	0,20	0,12
Tempo de carga	0,33	0,26	0,38	0,20	0,29
Tempo de descarga	0,33	0,13	0,19	0,20	0,21
Custos operacionais	0,22	0,52	0,38	0,40	0,38

Após a análise dos cenários segundo os sub-critérios de operação, foram analisados os sub-critérios referentes à estrutura conforme tabela 8.

Tabela 8. Matriz comparação entre os critérios do terceiro nível referentes à estrutura.

Sub-critérios do Critério Estrutura			
	Capacidade	Número de equipamentos	Número de colaboradores
Capacidade	1,00	2,00	3,00
Número de equipamentos	0,50	1,00	3,00
Número de colaboradores	0,33	0,33	1,00

Podem-se extrair dessa matriz as seguintes considerações:

- A capacidade é mais importante que o número de equipamentos e moderadamente preferível que o número de colaboradores.
- O número de equipamentos é moderadamente mais importante que o número de colaboradores.

Na tabela 9 encontra-se a relação das ponderações obtidas a partir da matriz anterior (tabela 8).

Tabela 9. Matriz comparação entre os critérios do terceiro nível referentes à estrutura normalizada e contendo o vetor preferência.

Sub-critérios do Critério Estrutura				
	Capacidade	Número de equipamentos	Número de colaboradores	Vetor
Capacidade	0,55	0,60	0,43	0,52
Número de equipamentos	0,27	0,30	0,43	0,33
Número de colaboradores	0,18	0,10	0,14	0,14

Para demonstrar se é aceitável a inconsistência, foi necessária a obtenção do  $A_w$  com a utilização da equação 1. Em seguida calculou-se a Razão de Consistência das matrizes com a utilização das equações 2, 3 e 4. Os resultados para os sub-critérios operação e estrutura foram respectivamente  $RC = 0,080$  e  $0,046$ , classificando-se como inconsistências aceitáveis.

Os vetores de prioridade das alternativas, segundo cada critério, foram calculados aplicando as equações 6 e 7. Após a análise dos sub-critérios referentes à operação e estrutura, os cenários foram comparados sob à luz de cada um desses sub-critérios e feitas as suas normalizações (tabelas 10 e 11). Todas as  $RC$ s foram calculadas e consideradas aceitáveis.

Tabela 10. Matriz comparação das alternativas sob a luz dos sub-critérios do quarto nível

Número de Atividades		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	3,00	3,00
	Proposto 1	0,33	1,00	1,00
	Proposto 2	0,33	1,00	1,00
Tempo de carregamento		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	4,00	5,00
	Proposto 1	0,25	1,00	1,00
	Proposto 2	0,20	1,00	1,00
Tempo de descarregamento		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	4,00	5,00
	Proposto 1	0,25	1,00	1,00
	Proposto 2	0,20	1,00	1,00
Custos Operacionais		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	0,25	0,14
	Proposto 1	4,00	1,00	0,33
	Proposto 2	7,00	3,00	1,00
Capacidade		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	0,17	0,25
	Proposto 1	6,00	1,00	3,00
	Proposto 2	4,00	0,33	1,00
Número de equipamentos		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	3,00	2,00
	Proposto 1	0,33	1,00	0,50
	Proposto 2	0,50	2,00	1,00
Número de colaboradores por turno		Atual	Proposto 1	Proposto 2
	Atual	1,00	0,50	0,50
	Proposto 1	2,00	1,00	1,00
	Proposto 2	2,00	1,00	1,00

Tabela 11. Matriz de comparação das alternativas sob a luz dos sub-critérios do quarto nível normalizada e contendo o vetor preferência.

Número de atividades		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,60	0,60	0,60	0,60
	Proposto 1	0,20	0,20	0,20	0,20
	Proposto 2	0,20	0,20	0,20	0,20
Tempo de carregamento		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,69	0,67	0,71	0,69
	Proposto 1	0,17	0,17	0,14	0,16
	Proposto 2	0,14	0,17	0,14	0,15
Tempo de descarregamento		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,69	0,67	0,71	0,69
	Proposto 1	0,17	0,17	0,14	0,16
	Proposto 2	0,14	0,17	0,14	0,15
Custo operacionais		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,08	0,06	0,10	0,08
	Proposto 1	0,33	0,24	0,23	0,26
	Proposto 2	0,58	0,71	0,68	0,66
Capacidade		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,09	0,11	0,06	0,09
	Proposto 1	0,55	0,67	0,71	0,64
	Proposto 2	0,36	0,22	0,24	0,27
Número de equipamentos		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,55	0,50	0,57	0,54
	Proposto 1	0,18	0,17	0,14	0,16
	Proposto 2	0,27	0,33	0,29	0,30
Número de colaboradores por turno		Atual	Proposto 1	Proposto 2	Vetor
	Atual	0,20	0,20	0,20	0,20
	Proposto 1	0,40	0,40	0,40	0,40
	Proposto 2	0,40	0,40	0,40	0,40

Após o encerramento dessa etapa, os pesos foram distribuídos na hierarquia conforme figura 2.

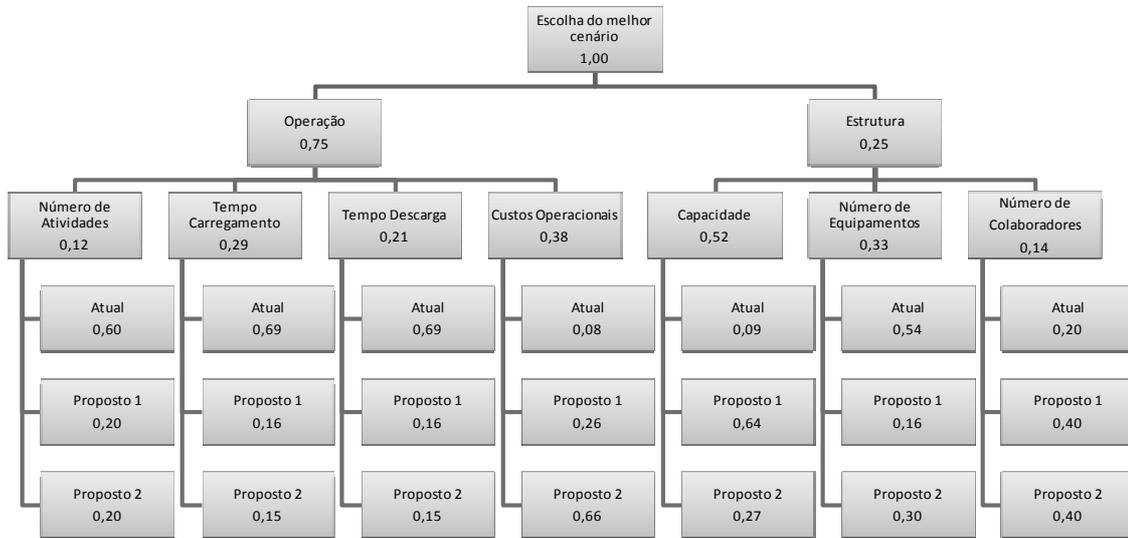


Figura 2. Pesos obtidos para o problema de escolha de cenário. Fonte: Dados da pesquisa (2009)

Para se obter os valores finais de cada cenário foram considerados todos os pesos obtidos pelas análises das matrizes de comparação, multiplicando os pesos obtidos em cada passo e os resultados dos diferentes passos foram somados, conforme a equação 10. Assim, pôde-se alcançar a matriz de resultado (tabela 12), que aponta a alternativa atual como sendo o melhor cenário, com 39,9% do total da pontuação.

Tabela 12. Matriz resultado do método AHP clássico

Alternativa	Pontuação
Atual	0,399
Proposto 1	0,265
Proposto 2	0,335

Após obter a solução inicial com os pesos dos critérios de decisão, pode-se conduzir uma análise de sensibilidade para explorar a resposta da prioridade geral das alternativas para mudanças na importância relativa (pesos) da comparação entre os cenários segundo os tempos de carregamento e descarregamento.

A ordenação da escolha a partir dos dados apresentados apresenta o cenário atual sendo a melhor alternativa com 0,399, seguido do cenário proposto 2 com 0,335 e por último o cenário proposto 1 com 0,265. Após a análise das variáveis, pode-se concluir a possibilidade de melhoria nos tempos de carregamento e descarregamento, o que implicaria na alteração dos pesos referentes à comparação entre os cenários conforme descrito acima.

Com programas de treinamento focados nessa operação, além da adoção de ferramentas mais apropriadas em todas as movimentações, espera-se uma diminuição considerável nos referidos tempos. Através de uma simulação com o auxílio da planilha Excel, pode-se obter uma nova ordenação com essas alterações. O cenário proposto 2 passaria a liderar a preferência com 0,359, seguido do cenário atual com 0,346 e por fim, o cenário proposto 1 com 0,296.

## 5. CONCLUSÃO

O estudo revelou que o cenário atual continua sendo a melhor alternativa a ser adotada na movimentação e armazenagem de tarugos nas instalações da siderúrgica. O método AHP clássico se mostrou uma metodologia interessante no processo de decisão na escolha do melhor cenário.

O AHP é capaz de mensurar objetivos múltiplos conflitantes inerentes à escolha de uma das alternativas apresentadas. Por meio da análise de sensibilidade, foi possível avaliar cenários associados com mudanças em rotinas da empresa, no caso o processo de carga e descarga dos materiais. Além de permitir que todos os envolvidos no processo decisório entendam o problema na mesma forma.

Essa ferramenta se mostrou altamente adaptável para ser utilizada nos demais processos nas diversas áreas da siderúrgica o que proporciona uma contínua busca por melhorias em seus processos.

Todavia, é muito importante que haja consenso na priorização dos níveis mais altos da hierarquia. Em qualquer processo de interação em grupo, não deve haver idealismo demais nem forte predisposição para liderança entre os envolvidos. Outro ponto negativo é relacionado aos critérios que forem representados, devem ser independentes ou, pelo menos, suficientemente diferentes, em cada nível.

Importante frisar que tal ferramenta não aponta a opção que os participantes do estudo deverão adotar. Ela auxilia na tomada de decisão e cabe ao grupo de decisores avaliar o cenário, que ela aponta como sendo o melhor, e identificar quais seus pontos mais fortes, que levaram a tal escolha.

Uma vez confirmada sua superioridade operacional, deverão ser realizados estudos que abordem viabilidades financeiras. O retorno que a adoção dessa opção estaria trazendo para a siderúrgica.

## REFERÊNCIAS

MOURA, R. A. Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais – 5.ed.rev. – São Paulo: IMAM, 2005.

BALLOU, R.H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ logística empresarial; tradução Raul Rubenich. - 5.ed. – Porto Alegre : Bookman, 2006.

FLEURY, P.F. Logística empresarial: a perspectiva brasileira / (organização) Peter Wanke, Kleber Fossati Figueiredo. – 1. ed. – 9. reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007.

SAATY, T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, ISBN 0-07-054371-2, McGraw-Hill, 1980.

SLACK, NIGEL. Administração da Produção. Stuart Chambers, Robert Johnston; Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; Revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2.ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A.C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, L.F.A.M. Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multi-critério à decisão. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.