

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de
Materiais – PPGE3M

PROPOSTA DE MÉTODO ÁGIL DE ANÁLISE
MULTICRITERIAL APLICADO EM PROCESSOS
OPERACIONAIS DINÂMICOS

LUCAS CORREIA GONÇALVES PAES

Dissertação para obtenção de título de
Mestre em Engenharia, Modalidade Profissional, Especialidade Produção
Mineral

PORTO ALEGRE

2013

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Escola de Engenharia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de
Materiais – PPGE3M

PROPOSTA DE MÉTODO ÁGIL DE ANÁLISE
MULTICRITERIAL APLICADO EM PROCESSOS
OPERACIONAIS DINÂMICOS

LUCAS CORREIA GONÇALVES PAES

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais – PPGE3M, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia, Modalidade Profissional, Especialidade Produção Mineral.

PORTO ALEGRE

2013

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção de título de Mestre em Engenharia, Modalidade Profissionalizante, Especialidade Produção Mineral e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora do Curso de Pós-Graduação.

Profa. Carla S. ten Caten, Dra (PPGEM/UFRGS)
Orientadora PPGEM / UFRGS

Banca Examinadora:

Prof. Michel José Anzanello, PhD (PPGEP/UFRGS)
Prof. Ricardo Augusto Cassel, PhD (PPGEP/UFRGS)
Eng. Márcio de Alcântara Costa, Dr (FEQ/UNICAMP)

Prof. Telmo Roberto Strohaecker, Dr
Coordenador do PPGE3M / UFRGS

Porto Alegre, Novembro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa, Luana Lima Paes, pelo amor, companheirismo e incentivo durante a todo esse tempo juntos, e compreensão durante os momentos de ausência para dedicação às tarefas acadêmicas.

A minha orientadora, Profa. Carla ten Caten, por seus conselhos, conhecimentos e sugestões, e dedicação de tempo que contribuíram para que os resultados deste trabalho fossem alcançados com sucesso.

A empresa VALE, por proporcionar essa oportunidade de aperfeiçoar os meus conhecimentos, por investir na minha capacitação e no meu desenvolvimento profissional.

Aos meus colegas de trabalhos que dedicaram tempo na sua rotina e forneceram as informações e conhecimentos importantes para elaboração deste trabalho.

PAES, Lucas C. G. *Proposta de Método Ágil de Análise Multicriterial Aplicados em Processos Operacionais Dinâmicos* 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia, Modalidade Profissional, Especialidade Produção Mineral) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

RESUMO

A aplicação de metodologias de análise multicriterial já é utilizada há décadas para análise de investimentos de alto capital, e continuam sendo ferramentas de referência para tomadas de decisão nas organizações em todo mundo. Contudo, não só grandes investimentos são influenciados por variáveis que interagem entre si e precisam ser levadas em consideração numa tomada de decisão acertada. No dia-a-dia de uma empresa, em diversos setores, decisões de menores impactos são tomadas sem que um método de análise multicriterial seja adotado para tal escolha. No entanto, quando somadas, essas decisões de menores impactos acabam por influenciar no resultado geral da empresa. O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver um método ágil de análise multicriterial que possa ser facilmente adaptado e aplicado em processos operacionais dinâmicos, comuns na rotina de grandes empresas, auxiliando nas tomadas de decisões em níveis mais baixos da organização. O método proposto foi aplicado em dois diferentes processos de uma empresa multinacional do setor de mineração. No primeiro processo foi avaliada a priorização da implantação de projetos de melhoria, onde ideias de empregados são transformadas em projetos que geram ganhos para a empresa. No segundo processo de programação da manutenção, o método auxiliou na priorização da execução de serviços de manutenção quando existem limitações de recursos. O método proposto combina a utilização de ferramentas de diversos métodos já consagrados com a adoção de soluções criativas para atender a dinamicidade dos processos avaliados.

Palavras-chave: Análise multicriterial, priorização, tomada de decisão.

PAES, Lucas C. G. *Proposal for Agile Multicriteria Analyses Method Applied in Dynamic Operational Processes* 2013. Master Thesis (Master of Engineering, Professional Mode, Mineral Production Major) - Federal University of Rio Grande do Sul, Brazil.

ABSTRACT

Multicriteria analysis methodologies have been used for decades to analyze substantial capital investment alternatives, and continue to be a reference tool for capital budgeting decision making in organizations. Small investments are also influenced by several variables that need to be taken into account in assertive decision making. Minor impacts decisions are taken without using a method of multicriteria analysis and when all this decisions are combined, they influence the overall result of the company. The objective of this research is to develop a multi-criteria analysis method agile that can be easily adapted and applied to different operation dynamic process, usual in large businesses routine, helping decision making at lower levels of the organization. The proposed method was applied in two different processes of a multinational company in the mining sector. In the first case the process of prioritization projects method was studied, where ideas of employees were transformed into smaller projects that generate profit for the company. In the second case, maintenance scheduling, the method helped to prioritize the execution of maintenance services when there are resource limitation. The proposed method combines tools of renowned methods with creative solutions to help a decision making in dynamics processes.

Keywords: Multicriteria analysis, prioritization, decision making.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Exemplo da pontuação calculada pela inversão da ordenação do resultado do questionário	24
Tabela 2.2 - Escala de intensidades de Saaty	25
Tabela 2.3 - Exemplo de matriz de comparação preenchida	25
Tabela 2.4 - Matriz comparação entre critérios	26
Tabela 2.5 - Matriz vetor peso	26
Tabela 2.6 – Índice randômico para matrizes	27
Tabela 2.7 - Exemplo de cálculo do teste de consistência do entrevistado	27
Tabela 2.8 - Exemplo de escala de graduação do critério ‘Produtividade’	28
Tabela 2.9 - Pesos atribuídos conforme consistência do entrevistado	32
Tabela 2.10 - Resultado da consistência dos entrevistados	33
Tabela 2.11 - Resultado peso final dos critérios	34
Tabela 2.12 - Escala de graduação do critério ‘Saúde e Segurança’	34
Tabela 2.13 - Escala de graduação do critério ‘Ganho Produtivo’	34
Tabela 2.14 - Escala de graduação do critério ‘Sustentabilidade’	35
Tabela 2.15 - Escala de graduação do critério ‘Redução de Custos’	35
Tabela 3.1 - Exemplo da pontuação calculada pela inversão da ordenação do resultado do questionário	50
Tabela 3.2 - Escala de intensidades de Saaty	50
Tabela 3.3 - Exemplo de matriz de comparação preenchida	51
Tabela 3.4 – Matriz comparação entre critérios	51
Tabela 3.5 - Matriz vetor peso	52
Tabela 3.6 - Índice randômico para matrizes	53
Tabela 3.7 - Exemplo de cálculo do teste de consistência do entrevistado	53
Tabela 3.8 - Exemplo de escala de graduação do critério ‘Laudo Preditivo’	54
Tabela 3.9 - Pesos atribuídos conforme consistência do entrevistado	58
Tabela 3.10 - Resultado da consistência dos entrevistados	58
Tabela 3.11 - Resultado peso final dos critérios	59
Tabela 3.12 - Escala de graduação do critério ‘Saúde e Segurança’	60
Tabela 3.13 - Escala de graduação do critério ‘Laudo Preditivo’	60

Tabela 3.14 - Escala de graduação do critério 'Prioridade Zero'	60
Tabela 3.15 - Escala de graduação do critério 'Meio Ambiente'	60
Tabela 3.16 - Escala de graduação do critério 'Manutenção Preventiva'	61
Tabela 3.17 - Escala de graduação do critério 'Manutenção Condicional'	61
Tabela 3.18 - Escala de graduação do critério 'Manutenção de Melhoria'	61
Tabela 3.19 – Resultado da priorização das ordens de serviços da equipe de manutenção preventiva elétrica	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Resultado da pontuação dos critérios de priorização de projetos	31
Figura 2.2 - Exemplos dos resultados das entrevistas	32
Figura 2.3 – Formulário preenchido (SM 696 Confecção de plataforma fixa articulável)	37
Figura 2.4 – Lista de priorização de projeto de melhoria	39
Figura 3.1 – Exemplos dos resultados das entrevistas	57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	13
1.5 DELIMITAÇÕES DO MÉTODO	15
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	16
REFERÊNCIAS.....	17
2 ARTIGO 1: PROPOSTA DE MÉTODO ÁGIL DE ANÁLISE MULTICRITERIAL NA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA	18
2.1 INTRODUÇÃO.....	19
2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.3 MÉTODO PROPOSTO.....	22
2.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO	29
2.5 CONCLUSÃO.....	40
REFERENCIAS.....	41
3 ARTIGO 2: PROPOSTA DE MÉTODO ÁGIL DE ANÁLISE MULTICRITERIAL NA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO	43
3.1 INDROTUÇÃO.....	45
3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	46
3.3 MÉTODO PROPOSTO.....	48
3.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO	55
3.5 CONCLUSÃO.....	64
REFERENCIAS.....	65
4 CONSIDERAÇÕES.....	67
APÊNDICES	68

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

Na gestão de uma organização, decisões são tomadas a todo o momento por gestores em diversos níveis hierárquicos, e são de fundamental importância para o alcance de metas. As consequências dessas tomadas de decisão impactarão positivamente ou negativamente os resultados da empresa. O alinhamento com as diretrizes corporativas é a maneira de se estabelecer um caminho que oriente os gestores nos momentos de decisão, mas sem uma ferramenta adequada essas decisões dependem muito da intuição dos gestores. Segundo Kimura e Suen (2003), é necessária a elaboração de ferramentas gerenciais que viabilizem o processo de tomada de decisão devido à complexidade de interações entre as variáveis que influenciam o desempenho de uma organização. Análises metódicas e automatizadas podem evitar atitudes precipitadas e estratégias contraditórias que geram perda de valor ao acionista.

A sobrevivência de uma empresa é determinada por sua capacidade de se regenerar através da alocação de capital para uso produtivo. A seleção e contratação de processos e técnicas para decidir grandes compromissos financeiros são cruciais (ARNOLD & HATZOPOULOS, 2000). Neste contexto de aplicação de técnicas de decisões, os métodos de análise multicriterial têm sido utilizados com êxito por executivos em empresas de diversos setores, dentre estes, o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

O AHP é amplamente utilizado para tomada de decisão de várias situações na gestão como gerenciamento de projetos, seleção de contratante, determinação da localização, gestão da segurança, entre outras (LIN *et al*, 2008).

1.2 Justificativas

São diversos os artigos que abordam a aplicação de métodos de análise multicriterial em projetos de grande relevância nas organizações. Esses métodos são adotados com mais frequência em análise de investimentos.

Os métodos citados na literatura, como por exemplo o AHP, têm a característica de iniciar uma análise comparativa de alternativas numa carteira fixa, ou seja, depois de definido

os critérios a serem analisados, é definida uma lista fixa de alternativas a serem analisadas e então é iniciada a comparação entre elas, critério a critério.

Em processos operacionais de rotina, como seleção de projetos de melhoria de pequeno porte e de projetos de manutenção, diariamente são incorporadas novas alternativas para serem analisadas. Essa dinamicidade dificulta a aplicação do método AHP, pois quando uma nova alternativa é incorporada, é necessária a realização da comparação de todas as alternativas novamente, gerando um desperdício de tempo e eventualmente uma inversão na priorização das alternativas.

O método AHP tem sido criticado pelo fenômeno de inversão *rank*, causada por mudança de prioridades antes e depois que é adicionada ou excluída uma alternativa. Diversos autores já debateram sobre o assunto, sugerindo medidas para controlar tal fenômeno. Wang e Elhag (2005) mostram que o fenômeno de reversão da classificação não foi perfeitamente resolvido, ainda existem discussões que oferecem uma abordagem alternativa para evitar a inversão de posição na classificação.

A aplicação dos métodos tradicionais em processos de menor relevância, da rotina operacional de uma organização, não é muito comum pela necessidade de investir muito tempo na elaboração das árvores hierárquicas e na realização das comparações pareadas.

A complexidade de interações de variáveis, citada por Kimura e Suen (2003), também é uma realidade em processos rotineiros e, conseqüentemente, nas tomadas de decisão no “chão de fábrica” de uma empresa. Não só a complexidade de variáveis mas orçamentos elevados também são uma realidade em processos como o da manutenção de grandes indústrias, que podem atingir valores de milhões de dólares, justificando aplicações de métodos para auxiliar decisões de gestores destes processos.

Utilizar métodos de análise multicriterial, adaptados para realidade de processos mais dinâmicos, onde novas alternativas surgem frequentemente, justificam por ampliar o campo de aplicação desses métodos já consagrados, aumentando a abrangência do apoio aos tomadores de decisão em uma organização. Decisões operacionais, que atualmente variam conforme características intuitivas de cada gestor, afetam diretamente os custos produtivos, a qualidade do produto, a produtividade de equipamentos, entre outras variáveis de extrema importância para competitividade de uma empresa perante a concorrência. Possuir ferramentas que priorizem alternativas e orientem as tomadas de decisões no nível operacional pode ser um diferencial de uma organização.

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um método ágil de análise multicriterial que possa ser aplicado em processos operacionais dinâmicos. Os objetivos específicos são:

(i) Adaptar o método AHP para utilização no processo de priorização de projetos num processo de implantação de melhorias que possui uma carteira dinâmica, isto é, onde novos projetos são inseridos com frequência.

(ii) Adaptar métodos de análise multicriterial para aplicação no processo de execução de manutenção preventiva, durante a etapa de programação da manutenção, priorizando os serviços relevantes para organização.

1.4 Procedimentos Metodológicos

Para implantação de um novo processo em uma área e, principalmente, para a melhoria de um processo existente, é fundamental conhecer o setor em questão. Este é o primeiro passo para o desenvolvimento do trabalho. Pesquisar documentos, procedimentos e fluxos, e realizar reuniões com as pessoas responsáveis são maneiras de aprofundar e entender o funcionamento atual do processo. Assim é possível identificar os pontos fracos e fortes e desenvolver uma proposta eficaz de melhoria do processo avaliado.

A fundamentação teórica do tema abordado foi adquirida através da pesquisa bibliográfica. Artigos publicados com temas de mesmo interesse foram consultados, para identificação dos métodos utilizados em análise multicriterial. Foi verificado que os métodos AHP (*Analytical Hierarchy Process*) e NCIC (*Non-Traditional Capital Investment Criteria*) são os mais aplicados, contudo estes métodos não poderiam ser aplicados na sua íntegra nos processos operacionais da empresa analisada, pois apesar de serem consagrados e apresentarem resultados excelentes, sua aplicação completa é dificultada pela dinamicidade desses processos operacionais.

Diante da necessidade de encontrar uma solução para este problema, consultas a referências bibliográficas relativas ao assunto auxiliaram no encontro das ferramentas que pudessem ser incorporadas para este fim. A identificação dessas ferramentas, somadas aos já

tradicionais métodos, tornou possível o desenvolvimento de um novo método adequado à realidade dos processos em análise.

O desafio foi tornar possível a união de algumas etapas de diferentes métodos para a construção de um método mais ágil e dinâmico, tornando possível realizar comparações entre alternativas, priorizando-as de maneira justa e imparcial. A atribuição de uma pontuação geral baseada nos critérios pré-definidos foi a maneira identificada para comparação de alternativas sem a necessidade de reavaliação a cada incorporação de nova alternativa.

O desenvolvimento do método proposto começou com a utilização de ferramentas já aplicadas nos tradicionais métodos citados anteriormente, para definição dos critérios a serem avaliados. Estes critérios podem variar conforme a organização, o setor, as metas, o tempo, entre outros.

Definidos os critérios e ainda utilizando ferramentas de métodos consolidados, é necessário definir os pesos de cada critério. O objetivo é distinguir os critérios mais relevantes, dentre os escolhidos, e assim destacar as alternativas com este foco. O envolvimento de especialistas da organização, através de questionários, valida os pesos de forma imparcial.

A aplicação de uma ferramenta que avalie a consistência dos dados obtidos nos questionários aplicados garante que informações imprecisas não interfiram no resultado final da priorização. Utilizou-se o teste de consistência para avaliar a coerência das informações de cada especialista entrevistado. O teste deve ser utilizado para eliminar aqueles entrevistados incoerentes ou realizar uma média do resultados das entrevistas atribuindo pesos conforme a coerência do entrevistado.

Definidos os pesos de cada critério é importante definir as escalas de graduação da avaliação das alternativas, também conhecida como *ratings*, que irão estabelecer o quanto cada alternativa está atendendo cada critério. Ao se definir uma escala de *ratings*, deve-se optar pela simplicidade e terminologia habitual, tornando-a mais confortável e compreensível para o avaliador. O objetivo da escala é pontuar ou penalizar alternativas que tenham mais ou menos importância dentro de um mesmo critério.

A pontuação final do critério na alternativa em avaliação será o valor de peso definido para este critério, multiplicado pelo *rating* do critério avaliado. Ao final, para pontuação geral da alternativa, soma-se a pontuação final de cada critério e priorizam-se as alternativas de maior pontuação.

O produto final do trabalho é o desenvolvimento de um arquivo em planilha eletrônica que facilite o processo de priorização de alternativas de um determinado processo. Esse

arquivo deve contemplar a consolidação de todas as etapas do trabalho desenvolvido, garantindo que a priorização das alternativas ocorra de forma justa e garanta a competitividade da organização no mercado.

Como forma de validação parcial, o método proposto será aplicado em dois processos, sendo o primeiro para a priorização de projetos de melhorias, atividade que está sob responsabilidade da engenharia de manutenção, e tem por objetivo avaliar e implantar melhorias provenientes da análise de falhas, perfil de perdas ou ideias de empregados. O segundo processo tem como objetivo a priorização de serviços de manutenção provenientes de uma carteira (backlog) conforme critérios definidos e limitações de recursos existentes como, por exemplo, mão-de-obra e equipamentos auxiliares.

1.5 Delimitações do Método

Este trabalho tem com objetivo a construção de um método de análise, comparação e priorização, fazendo uso de técnicas multicriteriais, para definir critérios de decisão na escolha de alternativas. Sendo assim, as seguintes delimitações são impostas ao trabalho:

Foi utilizada como técnica multicriterial de referencia a Analytic Hierarchy Process (AHP), realizando algumas modificações necessárias conforme dinamicidade dos processos avaliados. Contudo, não é foco do estudo a comparação de resultados entre o método proposto com o AHP ou qualquer outra técnica multicriterial existente.

O método proposto foi aplicado em dois processos distintos: na implantação de projetos de melhoria de baixo capital e, na programação de manutenção.

A estratégia da empresa não é o foco do presente estudo, portanto, não será alvo de discussão e avaliação. Servirá somente como ponto norteador da sistemática.

A etapa final da sistemática, de acompanhamento dos resultados dos processos avaliados, será realizada de maneira simulatória, uma vez que até o final do presente trabalho não houve validação gerencial das modificações propostas no método.

Por fim, o estudo em questão não objetiva a discussão sobre análise multicriterial aplicada a investimentos de capital. Este trabalho busca incorporar técnicas multicriteriais ao ambiente de tomada de decisão em processos dinâmicos comuns na rotina das indústrias, e que afetam seus resultados e competitividade.

1.6 Estrutura da Dissertação

O trabalho proposto está estruturado em quatro capítulos. O primeiro capítulo traz uma abordagem inicial do tema, seus objetivos e justificativas, os procedimentos metodológicos e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é apresentado o primeiro artigo da dissertação, no qual é proposto um método de análise multicriterial adaptado do método de Análise Hierárquica de Processo (AHP) para adequação a características particulares de dinamicidade do processo avaliado. Neste capítulo o método proposto é aplicado para a priorização de projetos de melhoria. O terceiro capítulo contempla o segundo artigo da dissertação que apresenta a aplicação do método de análise multicriterial para priorização dos serviços de manutenção. O quarto capítulo apresenta as considerações finais da dissertação e sugestões de trabalhos futuros e por fim os apêndices contemplam os resultados de entrevistas, as comparações pareadas, o cálculo de pesos e os testes de consistência, entre outros resultados dos dois artigos.

Referências

ARNOLD, G. C., HATZOPOULOS, P. D. The Theory-Practice Gap in Capital Budgeting: Evidence from the United Kingdom. **Journal of Business Finance & Accounting**, 27(5) & (6), 2000.

CHUN-CHANG LIN, WEI-CHIH WANG, WEN-DER YU. Improving AHP for construction with an adaptive AHP approach. **Automation in Construction** 17, p. 180–187, (2008).

KIMURA, H., SUEN A.S. **Ferramentas de Análise Gerencial baseadas em Modelos de Decisão Multicriterias**. RAE-eletrônica, Volume 2, Número 1, (2003).

YUSUFF R., POHYEE, K., HASHMI, M.S.J. A preliminary study on the potential use of the analytical hierarchical process (AHP) to predict advanced manufacturing technology (AMT) implementation. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing** 17, p. 421–427, (2001)

WANG, Y.-M., ELHAG., T.M.S. **An approach to avoiding rank reversal in AHP**. Decision Support Systems, 2005.

PROPOSTA DE MÉTODO ÁGIL DE ANÁLISE MULTICRITERIAL PARA PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS DE MELHORIA

RESUMO

Este artigo propõe o desenvolvimento de um método ágil de análise multicriterial baseado no método de Análise Hierárquica de Processo e adaptado para processos operacionais dinâmicos. O trabalho se justifica pela inexistência de métodos de qualifique a implantação de pequenos projetos que visam ganhos operacionais. O método foi aplicado no processo de implantação de projetos de pequeno porte com objetivo de priorizar projetos e beneficiar aqueles mais importantes conforme critérios definidos por especialistas da empresa. A implantação desses projetos é importante na operacionalização da planta de beneficiamento, pois é o principal vetor de melhoria contínua no processo de tratamento de minério da usina de Carajás.

Palavras chaves: Análise multicriterial, Processos operacionais, Priorização de projetos.

ABSTRACT

This article proposes the development of an agile method of multi-criteria analysis based on Analytic Hierarchy Process and adapted to dynamics operational processes. The paper is justified by the absence of methods to qualify the implementation of small projects to operating gain. The method was applied in the implementation of small projects process aiming to prioritize those most important projects as defined criteria by company experts. Those projects implementation is important in the operation of the processing plant because it is the main vector of continuous improvement in the ore plant from Carajás.

Keywords: Multi-criteria Analysis, Operational Processes, Projects Prioritization.

2.1 INTRODUÇÃO

Num mercado cada dia mais competitivo, a sobrevivência de uma empresa depende da eficácia dos seus processos. Diversas são as técnicas utilizadas com o objetivo de se tornar ou se manter competitiva no mercado. Estas variam conforme a área de atuação das empresas, mas sempre com objetivos comuns que visam à melhoria contínua, redução de custos, ganhos de produtividade, entre outros.

As organizações são compostas por diversos setores que, apesar de focarem em diferentes metas devem ser capazes de enxergar o “todo” e tomar decisões que irão beneficiar a sobrevivência organizacional.

Muitos sistemas produtivos industriais contemplam o setor de engenharia que suporta os processos de produção e manutenção realizando a implantação de projetos de melhoria para garantir a melhoria contínua dos processos. Estes projetos podem ser provenientes de análise de falhas, perfil de perdas, entre outras ferramentas de engenharia, ou de ideias dos próprios funcionários de diversas áreas de atuação, e têm como objetivo o ganho produtivo de um determinado equipamento, a melhoria na segurança do trabalhador, redução do tempo de execução de uma atividade, etc.

As ideias precisam ser discutidas entre especialistas multidisciplinares para avaliação e posterior tomada de decisão sobre a sua implantação. Como a capacidade de transformação dessas ideias em um projeto de melhoria que realmente traga resultado está limitada à disponibilidade de mão-de-obra dedicada a essa atividade, é fundamental o desenvolvimento de um método que avalie e priorize essas ideias de maneira ágil, transformando-as em projetos de melhoria.

Atualmente há uma carência de um método ágil para priorização das ideias que trarão o retorno mais esperado pela organização, definindo qual ideia deverá ser implantada em um primeiro momento.

Definir quais os critérios relevantes a se avaliar e estipular seus respectivos pesos conforme diretrizes da organização é um desafio. O desenvolvimento de um método que possa traçar um comparativo das diferentes sugestões de melhorias, priorizando a que trará o melhor retorno para o sistema avaliado, fará com que a organização atinja os seus objetivos com maior facilidade.

Métodos de análise multicriterial como *Analytical Hierarchy Process* (AHP) e *Non-Traditional Capital Investment Criteria* (NCIC) são constantemente utilizados em análises de projetos de investimento de grandes empresas que tem como características principais os altos valores de investimentos e longos prazos de execução.

Contudo, esses métodos tradicionais comparam os projetos entre si, critério por critério, sendo que a cada novo projeto incorporado na análise, é necessário refazer toda a comparação pareada entre os projetos. Esses métodos precisam ser adaptados para aplicação num sistema dinâmico onde novos projetos surgem a todo o momento, sendo que as principais características dos projetos são de baixo capital de investimento e curto prazo de execução. Nesse contexto, o processo de análise precisa ser ágil, alterando o modo de comparação entre projetos, tornando-o consistente e rápido.

O objetivo deste artigo é desenvolver um método ágil de análise multicriterial para priorização de projetos de melhoria de baixo custo e tempo de execução, tornando o processo produtivo mais eficiente e, conseqüentemente, aumentando a competitividade da empresa.

A revisão bibliográfica sobre o tema é apresentada na seção 2.2, enquanto os procedimentos para elaboração do método proposto estão dispostos na seção 2.3. A seção 2.4 apresenta o método proposto e sua aplicação para a priorização dos projetos de melhoria. Por último, na seção 2.5 apresenta-se a conclusão do artigo.

2.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Avaliação multicriterial proporciona à empresa visualizar projetos que têm impacto mais representativo considerando diferentes critérios, por exemplo, aumento da satisfação do colaborador, melhoria de condições ergonômicas, adequação de leis e normas, entre outros.

A introdução do método AHP, que é uma abordagem hierárquica aplicada em problemas de decisão, foi realizada por Saaty e posteriormente adaptada como abordagem padrão de avaliação de alternativas de investimento de capital auxiliando tomadas de decisão em organizações. Foi desenvolvida na década de 70 e continua sendo aplicada, com algumas adaptações, até os dias de hoje. Já o método NCIC, desenvolvido posteriormente por Boucher e MAcStravic, foi concebido como uma alternativa ao AHP, tirando vantagens de algumas dificuldades encontradas na aplicação do método AHP em análise de decisão financeira, pois incorpora análise de múltiplos critérios em termos de valores monetários.

Em ambos os métodos, os dados são obtidos através de comparações pareadas entre os elementos de um mesmo nível de hierarquia respeitando o elemento do nível hierarquicamente superior. A força de preferência é representada por valores entre um e nove, ou o seu recíproco. O objetivo é identificar a melhor alternativa global num processo de decisão.

O método hierárquico da AHP inicia separando hierarquias em custo e benefício, pois esse método manipula-os de forma diferente no processo de comparação pareada. Cada hierarquia é, então, dividida em categorias principais que definem o desempenho econômico do sistema. Dentro de cada hierarquia existem três tipos de comparações: primeiramente as principais categorias são comparadas umas com as outras; posteriormente os critérios dentro destas categorias são comparados entre si no que diz respeito às categorias; e por último, as alternativas são comparadas umas com as outras respeitando cada critério.

O método NCIC por outro lado, coloca as alternativas no segundo nível, logo abaixo do objetivo principal. Para cada uma das alternativas, a hierarquia é composta por categorias contendo os critérios que se encontram no nível final de hierarquia. O método faz comparações pareadas de uma maneira um pouco diferente, interpretando a importância relativa dos critérios. As comparações são feitas apenas entre os critérios dentro de cada categoria principal e incorporando em cada matriz de comparações pareadas. Portanto, os pesos no nível das alternativas são derivados dos pesos agregados no nível de critérios. Então, os níveis superiores da hierarquia são utilizados simplesmente para modelar o problema, não para executar o modelo.

As técnicas multicriteriais auxiliam na identificação da importância relativa de cada característica na decisão final, utilizando-se de procedimentos matemáticos, e extraindo informação dos atributos qualitativos numa estrutura quantitativa robusta. Quando houver diferentes alternativas para solução de um problema, onde muitas variáveis precisam ser avaliadas, a utilização de métodos multicriteriais indicará a melhor alternativa global.

Assim como qualquer método ou ferramenta desenvolvida, o AHP possui algumas limitações, entre elas o fato de trabalhar aspectos econômicos e qualitativos em diferentes matrizes e ainda ter que comparar todas as alternativas avaliadas frente aos mesmos critérios, mas nem todos os projetos de investimentos apresentam impactos nos mesmos critérios de análise (SOUZA *et al*). Outra crítica ao método AHP são as reversões causadas pela introdução de novas alternativas entre as alternativas existentes (MILLET e SAATY, 2000).

No âmbito das comparações pareadas, Karapetrovic e Rosenbloom (1999) comentam que a tentativa de revisão das comparações pareadas geralmente não é muito bem sucedida.

Uma série de exemplos de matrizes de comparação pareada tem falhado no teste de consistência.

Yurdakul (2004) utilizou o método AHP como ferramenta para seleção de máquinas numa indústria. Pode-se decidir por substituição ou manutenção de um equipamento, definir a tecnologia aplicada, optar pela automatização ou manter operadores, custos de operação, o tempo de entrega do equipamento, a prestação de serviços terceirizados, entre outras alternativas. Fica evidente a oportunidade de se utilizar análise multicriterial também no setor imobiliário quando Balarine (2004) usou análise de investimentos em incorporações imobiliárias na região de Porto Alegre.

Na construção civil, o método AHP foi selecionado em função de quatro pontos fortes: é bem conhecido e revisado na literatura, inclui um processo eficiente de comparações pareadas, incorpora descrições hierárquicas de atributos, mantém o número de comparações pareadas manejável (NORRIS e MARSHALL, 1995).

2.3 MÉTODO PROPOSTO

O método proposto visa a definição e ponderação de critérios de avaliação considerados relevantes pelos especialistas da empresa a serem analisados durante a priorização de projetos de melhoria que mais contribuem com as metas e objetivos de curto prazo da empresa.

2.3.1 Avaliação do atual processo

Nesta etapa é necessária a realização de reunião com os responsáveis pelo setor de avaliação de projetos, geralmente sob responsabilidade da engenharia de projetos ou engenharia de manutenção. Nesta etapa é importante o envolvimento de todos os cargos do setor (engenheiros, técnicos, projetistas, etc).

Todas as ferramentas e fluxos utilizados precisam ser avaliados para a identificação de pontos fortes e fracos no método atual. Aproveita-se a oportunidade para identificação dos potenciais critérios de priorização consultando a equipe responsável pelo atual processo. Esses potenciais critérios serão *input* para a próxima etapa.

2.3.2 Eleição dos potenciais critérios de avaliação

Aqui serão definidos os potenciais critérios de avaliação a serem analisados para a priorização de projeto de melhoria. Quais são os valores mais importantes para organização? Quais os seus objetivos e metas em curto prazo? Qual é a diretriz estratégica? Essas são as perguntas que nortearão a definição dos critérios.

A definição dos potenciais critérios de avaliação deverá ser realizada através de um grupo focado multidisciplinar. Este grupo deverá levantar todos os critérios relevantes que poderão ser importantes durante a análise de implantação de um projeto. Custo, prazo de implantação, ganho de produtividade e segurança são apenas exemplos de critérios que poderão ser definidos por esta equipe.

O resultado desta etapa será uma lista contendo alguns critérios, não há um limite estipulado, que na próxima etapa serão priorizados através de pesquisa.

2.3.3 Definição dos critérios

Utilizando a lista de critérios estabelecidos na etapa anterior, serão definidos aqueles a serem avaliados na priorização dos projetos de melhoria. Deverão ser escolhidos especialistas multidisciplinares (engenheiros, técnicos, gerentes e analistas) para numerar em ordem crescente do critério mais relevante ao menos relevante

De posse dos resultados de ordenação dos critérios deve-se calcular a pontuação pela inversão do valor da ordenação, ou seja, calcula-se o quociente entre o 1 dividido pelo resultado da ordenação atribuída ao critério. Assim o critério mais relevante ficará com a pontuação 1 (um), o segundo critério mais relevante ficará com nota 0,5 (meio) e assim por diante, conforme Tabela 2.1. Ao final deverão ser somadas as notas de cada critério para definição daqueles mais relevantes a serem analisados na implantação de um projeto de melhoria.

A elaboração de um gráfico de Pareto auxiliará na definição dos critérios relevantes através da comparação das diferenças entre as pontuações dos critérios. A quantidade de critérios relevantes a serem considerados na análise de priorização pode variar conforme

características do processo avaliado. Cabe ao analista avaliar quantos critérios será considerado na análise de priorização.

Quanto maior a quantidade de critérios definidos, mais justa será a decisão do projeto priorizado, mas, conseqüentemente, maior será o tempo de avaliação de cada opção. Encontrar essa relação de compromisso é o sucesso desta etapa.

Tabela 2.1: Exemplo da pontuação calculada pela inversão da ordenação do resultado do questionário

Ordem de Priorização Entrevistado 1	Crítérios	Pontuação Final
5	Custo de implantação	0,2
1	Ganho com segurança	1
2	Ganho Produtivo	0,5
4	Prazo de implantação	0,25
3	Ganho com meio-ambiente	0,33

2.3.4 Definição dos pesos

Nesta etapa serão definidos os pesos de cada critério selecionado na etapa anterior. Um questionário também deverá ser elaborado e aplicado em diversos especialistas da organização. É importante que esse questionário seja aplicado presencialmente para esclarecimentos de possíveis dúvidas. A aplicação do questionário deverá seguir a seguinte ordem:

Utilizar a escala de intensidades de *Saaty*, ver Tabela 2.2, como parâmetro para definição do grau de importância de cada critério em relação ao outro.

Tabela 2.2: Escala de intensidades de Saaty (Fonte: adaptado de Saaty 1980)

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	A análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo
9	Extremamente mais importante	Sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Também podem ser utilizados

Criar uma matriz de comparação entre os critérios e aplicá-la com os especialistas da organização, sendo necessária a aplicação de uma matriz para cada especialista conforme Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Exemplo de matriz de comparação pareada preenchida

CRITÉRIOS	PRODUTIVIDADE	SEGURANÇA	MEIO-AMBIENTE	CUSTO
PRODUTIVIDADE	1	1/5	1/3	3
SEGURANÇA	5	1	3	7
MEIO-AMBIENTE	3	1/3	1	5
CUSTO	1/3	1/7	1/5	1

Calcular o vetor de peso dos critérios a partir da matriz de comparações pareadas realizando a sua normalização e diagonalização e seu resultado será o vetor de pesos de cada critério. Essa matriz será obtida por entrevistado.

Tabela 2.4: Matriz de comparação pareada entre critérios

CRITÉRIOS	A	B	C	D
A	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄
B	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄
C	C ₃₁	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₄
D	C ₄₁	C ₄₂	C ₄₃	C ₄₄
Soma	C _{n1}	C _{n2}	C _{n3}	C _{n4}

Tabela 2.5: Matriz Vetor Pesos

CRITÉRIOS	A	B	C	D	Peso Final
A	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	W ₁
B	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	W ₂
C	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	a ₃₄	W ₃
D	a ₄₁	a ₄₂	a ₄₃	a ₄₄	W ₄

Equação de cálculo da matriz vetor pesos:

$$a_{ij} = c_{ij} / c_{nj} \quad (2.1)$$

Equação de cálculo peso final dos critérios:

$$w = \text{media}(in) \quad (2.2)$$

Os valores encontrados para os pesos finais (W₁, W₂, W₃ e W₄) são os pesos de cada critério conforme cada entrevistado. Para o cálculo do peso final a ser considerado durante a avaliação de priorização dos projetos vide seção 2.4.4.

O método AHP contempla uma verificação de consistência específica das comparações pareadas a fim de garantir que o tomador de decisão não esteja sendo nem inconsistente nem aleatório em suas comparações pareadas (KARAPETROVI e ROSENBLOOM, 1999).

Um ponto importante a ser observado neste método é a consistência existente entre as relações paritárias realizadas pelo entrevistado. Para determinar o valor desta razão de consistência (RC), faz-se necessário primeiro calcular o valor do autovalor máximo ou

principal, conhecido como λ_{\max} . Este autovalor é calculado através da diagonalização da matriz de comparação. Quanto mais próximo λ_{\max} for de n (número de critérios da matriz), mais consistente será o resultado.

A partir do resultado deste autovalor máximo, pode-se estimar o Índice de Consistência (IC) da matriz, conforme a Equação 2.3.

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2.3)$$

Onde:

IC = índice de consistência da matriz

λ_{\max} = Auto valor máximo

n = número de critérios definidos.

A consistência do entrevistado (RC) poderá ser encontrada dividindo-se o índice de consistência pelo índice randômico, conforme a Equação 2.4.

$$RC = \frac{IC}{n_{ir}} \quad (2.4)$$

n_{ir} = índice randômico

A Tabela 2.6 apresenta os índices randômicos conforme tamanho da matriz.

Tabela 2.6: Índice randômico para matrizes ($1 \leq n \leq 15$)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Valores de RC menores que 0,10 são considerados aceitáveis e conclui-se que o entrevistado foi consistente na comparação dos critérios. A Tabela 2.7 apresenta os passos do cálculo de consistência citado acima.

Tabela 2.7: Exemplo de cálculo de teste de consistência do entrevistado

Matriz Comparação					Vetor de Pesos					Mult. Matriz	Verif.	IC	RC
	S&S	Prod	Sust	R. Cust									
Saúde e Segurança	1,00	5,00	7,00	9,00	0,69	0,79	0,44	0,56	0,62	2,88	4,65	0,08	0,0939
Ganho Produtivo	0,20	1,00	7,00	5,00	0,14	0,16	0,44	0,31	0,26	1,11	4,23		
Sustentabilidade	0,14	0,14	1,00	1,00	0,10	0,02	0,06	0,06	0,06	0,25	3,99		
Redução de custos	0,11	0,20	1,00	1,00	0,08	0,03	0,06	0,06	0,06	0,24	4,13		
SOMA	1,45	6,34	16,00	16,00	1,00	1,00	1,00	1,00		Média	4,25		

De posse dos resultados de consistência dos entrevistados, pode-se eliminar aqueles que não foram consistentes ou atribuir pesos conforme o inverso da consistência do entrevistado. Uma simples média ponderada pode ser aplicada atribuindo maior peso aos entrevistados mais consistentes. Essa decisão poderá ser tomada conforme tamanho da amostra dos entrevistados.

2.3.5 Elaborar escala de graduação dos critérios

Nesta etapa será necessária a criação de uma escala de graduação tornando possível diferenciação de importâncias dentro de um mesmo critério, ver exemplo na Tabela 2.8. Uma vez criada esta escala será possível valorar cada critério, através da multiplicação entre números (escala de graduação x peso do critério), para posterior soma dos resultados de cada critério e, conseqüentemente, pontuação final do projeto de melhoria.

Tabela 2.8: Exemplo de escala de graduação do critério 'Produtividade'

CRITÉRIO: PRODUTIVIDADE	
1	Ativo possui capacidade nominal até 2.000 ton/h
3	Ativo possui capacidade nominal entre 2.000 e 8.000 ton/h
5	Ativo possui capacidade nominal superior a 8.000 ton/h

A área especialista deverá ser consultada conforme a natureza do critério e convidada a participar do processo de seleção das graduações, garantido consistência e aplicabilidade na escala definida. No exemplo apresentado a participação da equipe de produção garante a consistência dos dados.

2.3.6 Elaborar um formulário de avaliação de projetos de melhoria

Nesta etapa é necessário desenvolver uma planilha a ser preenchida pelo solicitante de um projeto de melhoria, isto é, o autor da ideia, e que conterà as informações necessárias para avaliação e priorização deste determinado projeto pela área afim.

A ferramenta precisa ter características como ser de fácil entendimento e preenchimento pelo solicitante, e conter todas as informações necessárias para análise e priorização do setor responsável.

2.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método proposto foi aplicado na empresa Vale S.A., uma multinacional brasileira que atua no ramo de mineração, mais especificamente na usina de beneficiamento de minério de ferro de Carajás localizada no estado do Pará. Trata-se de uma instalação industrial que processa todo o minério de ferro que é extraído da mina de minério de ferro de Carajás.

A usina subdivide-se em várias gerências de manutenção e operação, e outras que dão suporte a essas. Entre estas está a engenharia de manutenção, que tem como uma de suas atribuições a implantação de projetos de melhorias que visam gerar ganhos de diversas naturezas – produtivos, segurança, econômicos, etc – incentivando a melhoria contínua no processo produtivo da usina. Os projetos surgem das ideias dos funcionários, análise de falhas, perfil de perdas, entre outros, e são cadastrados em um banco de dados através de um formulário nomeado de ‘Solicitação de Melhoria’. Esses projetos se caracterizam pelo baixo custo e baixo tempo de implantação.

As próximas seções apresentam a aplicação do método proposto na priorização de projetos de melhoria, sob responsabilidade da engenharia de manutenção da usina de Carajás.

2.4.1 Avaliação do Atual Processo

Após contato com alguns membros da equipe responsável, foram levantados os principais pontos a serem melhorados no atual processo de priorização de projetos de melhoria, sendo estes:

- Falta de mensuração dos ganhos que cada projeto trará ao sistema produtivo: o solicitante do projeto apenas informa o fator gerador do projeto e descreve o problema e a solução proposta por ele;

- Análise de viabilidade de implantação do projeto baseada em informações superficiais: a engenharia faz uma análise de viabilidade de implantação do projeto respondendo perguntas subjetivas;
- Distribuição de pontuação das perguntas realizada sem metodologia: acaba beneficiando alguns fatores erroneamente;
- Existência de responsável por área para priorização dos projetos, comprometendo a execução dos projetos de melhor retorno para a organização em detrimento de interesses pessoais;
- Elevado tempo de projetos em carteira, isto é, projetos não iniciados ou não concluídos.

2.4.2 Eleição dos potenciais critérios

Foi realizada uma reunião com os especialistas da engenharia, quando foram definidos 7 critérios mais relevantes na priorização de projetos de melhoria na usina de beneficiamento mineral de Carajás, sendo eles: ganho produtivo (G Prod), redução de custos (Red Cust), tempo de implantação de projeto (temp Implan), saúde e segurança (S&S), sustentabilidade (Sustent), custos de implantação do projeto (Cust Implan) e inovação tecnológica (Inv Tec).

2.4.3 Definição dos Critérios

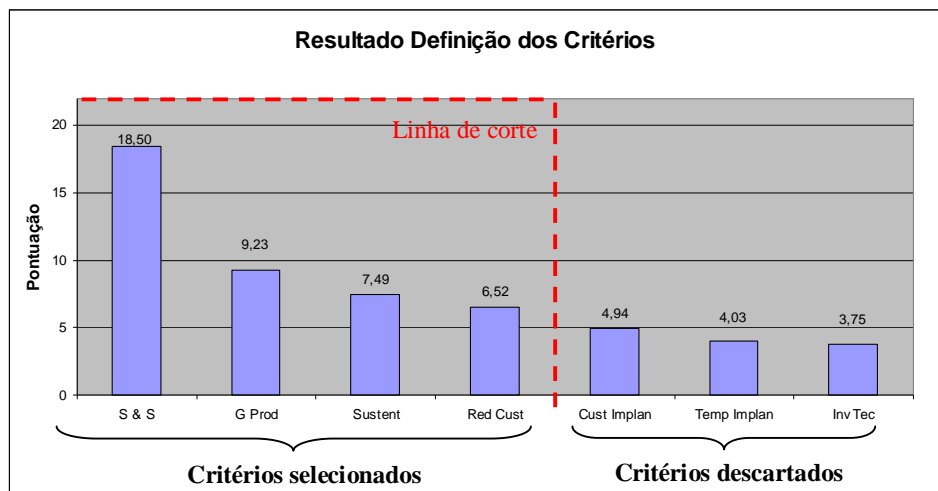
A lista com os 7 critérios foi enviada para diversos especialistas da usina – engenheiros, técnicos, gerentes de área, gerentes gerais e supervisores – que pontuaram, de forma crescente, os critérios mais relevantes (ver Apêndice, seção A.1).

Nesta etapa é necessário balancear a quantidade de critérios versus o tempo necessário para sua avaliação. Nesta aplicação, por se tratar de um processo muito dinâmico onde a capacidade de geração de ideias é muito superior à capacidade de análise das mesmas, optou-se por reduzir o número de critérios analisados com intuito de reduzir o tempo dedicado à avaliação.

Cabe ao avaliador a definição do número de critérios a ser considerado na análise do seu processo conforme mão-de-obra e tempo dedicado a essa atividade. A linha de corte pode ser determinada nos pontos de maior diferença de pontuação entre critérios.

Foi elaborado um gráfico de Pareto e definidos os critérios a serem adotados no processo de priorização de projetos da usina, conforme Figura 2.1. Lembrando que a pontuação dos critérios foi obtida através da divisão do número 1 (um) pelo resultado da pontuação definida por cada entrevistado.

Figura 2.1: Resultado da pontuação dos critérios de priorização de projetos



2.4.4 Definição dos pesos de cada critério de priorização

Definidos os critérios relevantes (saúde e segurança, ganho produtivo, sustentabilidade e redução de custos) foi realizada uma segunda entrevista com especialistas para definir os pesos de cada critério selecionado. O entrevistado pontuou a importância relativa de cada critério em relação a outro critério na 'matriz comparação' utilizando a Tabela de intensidades de Saaty. A Figura 2.2 apresenta um exemplo do resultado do peso de cada critério conforme entrevistado.

Figura 2.2: Exemplo do resultado da entrevista

ENTREVISTADO: Especialista 1				
Matriz Comparação				
	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	7,00	5,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	0,20	5,00
Sustentabilidade	0,14	5,00	1,00	5,00
Redução de custos	0,20	0,20	0,20	1,00
	1,45	15,20	8,40	16,00

Vetor de Pesos					
	0,69	0,59	0,83	0,31	0,61
	0,08	0,07	0,02	0,31	0,12
	0,10	0,33	0,12	0,31	0,21
	0,14	0,01	0,02	0,06	0,06
	1,00	1,00	1,00	1,00	

ENTREVISTADO: Especialista 2				
Matriz Comparação				
	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	7,00	5,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	0,14	3,00
Sustentabilidade	0,14	7,00	1,00	7,00
Redução de custos	0,20	0,33	0,14	1,00
	1,45	17,33	8,29	16,00

Vetor de Pesos					
	0,69	0,52	0,84	0,31	0,59
	0,08	0,06	0,02	0,19	0,08
	0,10	0,40	0,12	0,44	0,27
	0,14	0,02	0,02	0,06	0,06
	1,00	1,00	1,00	1,00	

Após apuração do peso de cada critério por entrevistado, foi realizado o teste de consistência do entrevistado. Dentre os 16 (dezesseis) entrevistados, os valores de consistência (RC) dos entrevistados variaram de 0,094 até 0,387. Foi decidido pela realização uma média ponderada aplicando pesos conforme consistência do entrevistado, uma vez que a amostra era pequena e que não haviam alterações significantes se desconsiderarmos os especialistas inconsistentes. Três pesos foram atribuídos conforme Tabela 2.9:

Tabela 2.9: Pesos atribuídos conforme consistência do entrevistado

Peso	Consistência
1	$RC > 0,2$
2	$0,1 < RC < 0,2$
3	$RC < 0,1$

Com o uso da média ponderada, os entrevistados mais consistentes tem maior influência na definição do peso final dos critérios de priorização de projetos de melhoria. A Tabela 2.10 apresenta os resultados de consistência de cada entrevistado. O cálculo completo do vetor pesos e teste de consistência pode ser consultado no Apêndice A, seção A.2 .

Tabela 2.10: Resultado da consistência dos entrevistados

Nome do entrevistado	Consistência (RC)	Peso atribuído
Especialista 1	0,3598	1
Especialista 2	0,3222	1
Especialista 3	0,1298	2
Especialista 4	0,2636	1
Especialista 5	0,2418	1
Especialista 6	0,0939	3
Especialista 7	0,1970	2
Especialista 8	0,3873	1
Especialista 9	0,0964	3
Especialista 10	0,1337	2
Especialista 11	0,1713	2
Especialista 12	0,2340	1
Especialista 13	0,1027	2
Especialista 14	0,1009	2
Especialista 15	0,1547	2
Especialista 16	0,2763	1

Utilizando os resultados de consistência de cada entrevistado e calculando a média ponderada conforme a Tabela 2.10, foram obtidos os valores finais dos pesos de cada critério definido na etapa anterior, apresentados na Tabela 2.11.

Tabela 2.11: Resultado do peso final dos critérios de avaliação

Critério	Peso
Saúde e Segurança	0,63
Ganho Produtivo	0,17
Sustentabilidade	0,13
Redução de Custos	0,07

O cálculo dos pesos finais dos critérios pode ser consultado no Apêndice A, seção A.3, deste documento.

2.4.5 Elaboração da escala de graduação dos critérios

Com objetivo de diferenciar os projetos dentro de um mesmo critério, foram criadas as escalas de graduação dos 4 critérios definidos. Conforme natureza dos critérios selecionados as áreas especialistas foram envolvidas para elaboração da escala de graduação. As Tabelas 2.12 a 2.15 apresentam as escalas de graduação dos critérios de Saúde e Segurança, Ganho Produtivo, Sustentabilidade e Redução de Custos respectivamente.

Tabela 2.12: Escala de graduação do critério ‘Saúde e Segurança’

	Graduação	Descrição
Saúde e Segurança	9	O projeto proveniente de uma ação de acidente
	7	O projeto proveniente de uma ação de Quase-acidente
	5	O projeto eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)
	3	O projeto eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente impessoal
	0	O projeto não prevê ganhos de segurança

Tabela 2.13: Escala de graduação do critério ‘Ganho Produtivo’

	Graduação	Descrição
Ganho Produtivo	9	Projeto aplicado no equipamento que possui capacidade nominal superior a 12.000 ton/h
	7	Projeto aplicado no equipamento que possui capacidade nominal superior a 8.000 ton/h e inferior a 12.000 ton/h
	5	Projeto aplicado no equipamento que possui capacidade nominal superior a 2.000 ton/h e inferior a 8.000 ton/h
	3	Projeto aplicado no equipamento que possui capacidade nominal inferior a 2.000 ton/h
	0	O projeto não prevê ganho produtivo

Tabela 2.14: Escala de graduação do critério ‘Sustentabilidade’

	Graduação	Descrição
Sustentabilidade	9	O projeto evitará um acidente ambiental de proporções graves
	7	O projeto atenderá um requisito legal da unidade operacional
	5	O projeto elimina ou minimiza a geração, a emissão e o lançamento de qualquer tipo de poluente ou rejeito no meio ambiente
	3	O projeto otimiza o uso de recursos naturais
	0	O projeto não prevê ganhos de sustentabilidade

Tabela 2.15: Escala de graduação do critério ‘Redução de Custos’ (valores em dólares)

	Graduação	Descrição
Redução de custos	9	O projeto tem uma redução de custo anual superior a 1 milhão
	7	O projeto tem uma redução de custo superior a 500 mil e inferior a 1 milhão
	5	O projeto tem uma redução de custo superior a 100 mil e inferior a 500 mil
	3	O projeto tem uma redução de custo superior a 30 mil e inferior a 100 mil
	1	O projeto tem uma redução de custo anual inferior a 30 mil
	0	O projeto não prevê redução de custos

2.4.6 Elaboração do formulário de priorização de projetos

Tomando com base o documento padrão de solicitação de melhorias existente, foi construído um novo formulário utilizando o método desenvolvimento neste trabalho.

O foco principal foi a elaboração de um formulário simples que beneficiasse o idealizador do projeto, mas que ao mesmo tempo eliminasse as fragilidades encontradas durante a avaliação do atual processo, tais como: falta de mensuração dos ganhos, teor superficial das informações, inexistência de método para pontuação dos critérios, entre outras.

O solicitante do projeto de melhoria primeiramente preenche o formulário com as informações básicas de sua identificação (nome, matrícula, e-mail, área de atuação, etc) e localização da oportunidade de melhoria (área, equipamento, etc). Depois descreve o problema ou fator gerador da solicitação e a sua proposta de solução. Por último, responderá um questionário identificando os ganhos do seu projeto conforme os critérios priorizados de saúde e segurança, ganhos produtivos, sustentabilidade e redução de custos. Quando o projeto prever ganho em algum destes critérios, o solicitante explicará de que forma o ganho será gerado. Essa informação é fundamental para a análise subsequente que será realizada pelo engenheiro/analista da engenharia. Por último, são solicitadas as informações dos recursos financeiros para implantação do projeto em caso de aprovação. Para facilitar o entendimento,

as células de preenchimento do solicitante foram identificadas com a cor amarela, além da inserção de comentários explicativos.

Todo formulário preenchido pelo solicitante entra numa fila de espera para ser analisado pela engenharia. O analista da engenharia irá realizar a análise dos critérios baseado nas informações preenchidas pelo solicitante no campo “Questionário – Ganhos com a Solicitação”. Desta forma será gerada automaticamente a pontuação final do projeto no campo “resultado” e, conseqüentemente, a sua classificação. Projetos com maiores pontuações finais deverão ser priorizados.

Também foi inserido, na análise da engenharia, um campo chamado “Outras Questões Relevantes” para que seja analisada não apenas a idéia do projeto mas também qual o impacto do mesmo no processo e possíveis efeitos colaterais. Questões estruturais, adequação de instalações elétricas, necessidade de alteração de planos de manutenção, entre outras, necessitam ser analisadas, pois podem inviabilizar a implantação do projeto idealizado.


Os campos de preenchimento da engenharia foram identificados com a cor azul claro para facilitar o preenchimento do formulário. Para consulta ao novo formulário desenvolvido ver Apêndice A, seção A.4.

2.4.7 Resultados da priorização das ordens de serviços

Nesta seção será apresentada a aplicação do método de priorização de projetos de melhoria. Foram definidos 15 projetos para análise com base na carteira de projetos do ano de 2012 da engenharia de manutenção.

Para projeto foi preenchido o formulário de priorização de projetos, analisando-os conforme critérios desenvolvido neste trabalho. Com o preenchimento do formulário obteve-se a pontuação de cada projeto, conforme a Figura 2.3 apresentada abaixo.

Figura 2.3: Formulário preenchido (SM696-Confeção de plataforma fixa articulável)

		DIFN – Departamento de Ferrosos Norte	
		Nº: RG-XXXXX	Pág.: 1 de 1
Formulário de Solicitação de Melhoria e Modificação		Classificação: USO INTERN	Rev.: 00-29/06/2012
Responsabilidade Técnica: Lucas Paes		Código de Treinamento: N/A	
Público-alvo: Gerentes, Supervisores, Engenheiros e Técnicos		Palavras-chave: Melhoria	
Obs: 1. O Solicitante deverá preencher somente as células em amarelo. 2. A engenharia deverá preencher os campos em azul.			
SOLICITANTE DA MELHORIA			
Nome: Flávio de Carvalho Araújo		Matrícula: 504112	
Email: flavio.carvalho@vale.com		Ramal: 2665	
Gerência Geral: GETAN		Gerência de Área: GASGN	
TÍTULO: Confeção de plataforma fixa e articulável			
LOCALIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE MELHORIA			
Local: Torre Velha		Data da solicitação:	
Equipamento: TR 151-41		18/07/2012	
FATOR GERADOR DA SOLICITAÇÃO			
DESCRIÇÃO DO PROBLEMA: Elavado tempo para montagem e desmontagem de andaimes nas manutenções			
DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA: Instalar uma plataforma móvel para realização das atividades de manutenção			
QUESTIONÁRIO - GANHOS COM A SOLICITAÇÃO			
1 A solicitação trará ganhos de saúde e/ou segurança?			SIM
Caso tenha selecionado "SIM", explique o porque: Reduz exposição de empregados durante a atividade de montagem e desmontagem de andaimes			
2 A solicitação trará ganhos produtivos (DF, UT, OEE, etc)?			SIM
Caso tenha selecionado "SIM", explique o porque: Reduz tempo de intervenções de manutenção			
3 A solicitação trará ganhos em sustentabilidade?			NÃO
Caso tenha selecionado "SIM", explique o porque:			
4 A solicitação trará redução de custos?			SIM
Caso tenha selecionado "SIM", explique o porque e quantifique: Reduz custos com montagem e desmontagem de andaimes			

RECURSOS FINANCEIROS PARA IMPLANTAÇÃO																		
<input checked="" type="checkbox"/> Custeio	<input type="checkbox"/> Investimento	Número do centro de custo:	Conta Contábil:															
Marque com x a opção escolhida		Número do PA	Tarefa:															
ANÁLISE DE CRITÉRIOS																		
1 Saúde e Segurança	→	Projeto eliminará uma condição de risco que pode ser um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)																
2 Ganho Produtivo	→	Projeto aplicado no equipamento que possui capacidade nominal superior a 8.000 ton/h e inferior a 12.000 ton/h																
3 Sustentabilidade	→	O projeto não prevê ganhos de sustentabilidade																
4 Redução de Custos	→	O projeto tem uma redução de custo anual inferior a 30 mil																
OUTRAS QUESTÕES RELEVANTES																		
1 - Todas as instalações elétricas comportam a melhoria / modificação?			SIM															
2 - Há outros processos impactados pela melhoria / modificação?			NÃO															
3 - O processo comporta estruturalmente a melhoria / modificação?			SIM															
4 - Há outras áreas da Vale em que se aplica a melhoria / modificação?			SIM															
5 - Há necessidade de elaborar ou modificar plano de manutenção para a melhoria?			NÃO															
Existe alguma iniciativa citada acima que inviabilize a implantação da melhoria?			NÃO															
Por que?																		
Responsável Técnico pela Análise:																		
Lucas Paes																		
Nº da solicitação:		Data limite da avaliação SM :																
682																		
CRITICIDADE DA SOLICITAÇÃO DE MELHORIA A SER EXECUTADA (Usina / Mina)																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ATRIBUTOS</th> <th>PESO</th> <th>PONTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Saúde & Segurança</td> <td>0,63</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2 Ganho de Produtividade</td> <td>0,17</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>3 Sustentabilidade</td> <td>0,12</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4 Redução de Custos</td> <td>0,08</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>				ATRIBUTOS	PESO	PONTOS	1 Saúde & Segurança	0,63	5	2 Ganho de Produtividade	0,17	7	3 Sustentabilidade	0,12	0	4 Redução de Custos	0,08	1
ATRIBUTOS	PESO	PONTOS																
1 Saúde & Segurança	0,63	5																
2 Ganho de Produtividade	0,17	7																
3 Sustentabilidade	0,12	0																
4 Redução de Custos	0,08	1																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RESULTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>442</td> </tr> </tbody> </table>				RESULTADO	442													
RESULTADO																		
442																		
PARECER FINAL DA ENGENHARIA / SUPERVISÃO																		
<p>Responsável pela avaliação: Matrícula: Data da Aprovação:</p>																		

Após o preenchimento do formulário dos projetos, as pontuações de cada um deles foram inseridas numa planilha para comparação e ordenação daqueles mais relevantes. A Figura 2.4 apresenta o *ranking* dos 15 projetos avaliados e suas respectivas posições de importância.

Figura 2.4: Lista de priorização de projetos de melhoria

Rank	Identificação do Projeto	Saúde e Segurança		Ganho Produtividade		Sustentabilidade		Redução de Custo		Pontuação Final
		Peso	Pontos	Peso	Pontos	Peso	Pontos	Peso	Pontos	
1	SM 696		5		7		0		1	442
2	SM 683		5		5		0		3	424
3	SM 685		5		5		0		1	408
4	SM 695		5		3		3		0	402
5	SM 682		5		5		0		0	400
6	SM 689		5		3		0		0	366
7	SM 669		5		0		0		0	315
8	SM 619	63%	5	17%	0	12%	0	8%	0	315
9	SM 670		3		3		0		0	240
10	SM 699		3		3		0		0	240
11	SM 701		3		0		0		0	189
12	SM 681		0		9		0		1	161
13	SM 707		0		9		0		0	153
14	SM 658		0		5		0		0	85
15	SM 655		0		3		0		1	59

Conforme o método desenvolvido, os projetos de maior pontuação deverão ter preferência de implantação. Eles apresentarão um melhor retorno a empresa pois estão pautados nos critérios de maior importância para atingimento das metas de curto prazo.

Pode-se perceber que alguns projetos obtiveram a mesma pontuação. Neste caso, a engenharia, área responsável pelo processo, poderá definir outro critério para priorizar um desses projetos. O tempo de projeto em carteira pode, por exemplo, ser um critério de desempate.

2.5 CONCLUSÃO

O trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um método multicriterial ágil de priorização de projetos de melhoria de baixo custo e tempo de execução baseado em critérios pré-definidos, alinhados com as diretrizes corporativas.

O método foi desenvolvido com a participação de uma equipe multidisciplinar, além do envolvimento da equipe que atualmente conduz o processo de avaliação, priorização e implantação de projetos de melhoria. Com essas contribuições, foi possível identificar as fraquezas do atual processo e propor as melhorias necessárias para tornar o processo mais eficaz.

Com as adaptações propostas no método foi possível aplicar ferramentas já consagradas de métodos de análise multicriterial num processo operacional dinâmico onde ideias aparecem a todo o tempo. Essas adaptações trouxeram dinamicidade ao processo de análise, reduzindo o tempo com comparações entre projetos sempre que um novo projeto entrasse na carteira.

O resultado final foi a elaboração de um formulário para a aplicação do método desenvolvido neste trabalho, para pontuar os potenciais projetos conforme o seu grau de importância, baseado nos critérios definidos como relevantes. A maior diferença é a comparação de projetos realizada através de pontuação geral do projeto, sem utilizar uma comparação de critério a critério entre projetos como nos métodos tradicionais.

O método foi aplicado para priorizar projetos de melhoria na usina de beneficiamento de minério de ferro de Carajás. Com a aplicação do formulário, foi possível identificar ganhos com a implementação deste método na rotina de avaliação dos projetos de melhoria como, por exemplo, a redução do tempo de projeto em carteira aguardando análise da engenharia.

Pode-se concluir que a empresa possui uma ferramenta de priorização de projetos de melhoria adequada às suas diretrizes e metas de curto prazo, antes inexistente. Contudo, a sua aplicação realizada ainda em caráter de teste precisa ser validada pelo corpo gerencial para que possa ser incorporada na rotina das equipes.

É importante ressaltar a necessidade de revisão dos critérios e seus respectivos pesos para que a priorização dos projetos esteja sempre alinhada com as diretrizes e metas de curto prazo. Sugere-se que a revisão seja realizada anualmente após a divulgação das metas estabelecidas para o período.

REFERÊNCIAS

- BALARINE, O. F. O. O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias. *Revista Produção*, (2004). P 48, v. 14, n. 2.
- BOUCHER, T. O., GOGUS, O., WICKS, E. M. A Comparison Between Two Multiattribute Decision Methodologies Used in Capital Investment Decision Analysis. *The Engineering Economist*, (1997). p.179-182, vol.42, n.3.
- CAMANHO, R., MORAES, E. A. *Qualidade e Competência nas Decisões*. Editora Blucher, 1ª. Edição. Capítulo 10 – Decisões Multicritério, (2007). p 163-182.
- ÇAKIR, O. On the order of the preference intensities in fuzzy AHP. *Computers & Industrial Engineering* 54 (2008). p 993–1005.
- CHUN-CHANG LIN, WEI-CHIH WANG, WEN-DER YU. Improving AHP for construction with an adaptive AHP approach. **Automation in Construction** 17 (2008). p 180–187.
- DIAS, L., COSTA, J. P., CLÍMACO, J. N. Hierarchy Process Decision Support Tool. *Computing, Systems in Engineering*, (1995). p 431-436, Vol. 6.
- DULTRA, C. C. *Uma Abordagem Alternativa ao Processo Analítico Hierárquico Utilizada como Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão de Investimentos*. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (2011).
- IEZZI, G., HAZZAN, S. *Fundamentos de Matemática Elementar*. Atual Editora, 2ª. Edição. Capítulo IV – Matrizes, (1997). p 35-58-D.
- ISHIZAKA, A., LUSTI, M. An Expert Module to Improve the Consistency of AHP Matrices. *Information Systems*, University of Basel, (2003).
- KARAPETROVIC, S., ROSENBLOOM, E. S. A quality control approach to consistency paradoxes in AHP. *European Journal of Operational Research* 119, (1999). p 704-718.
- KIMURA, H., SUEN A.S. *Ferramentas de Análise Gerencial baseadas em Modelos de Decisão Multicriterias*. RAE-eletrônica, Volume 2, Número 1, (2003).

MILLET I., SAATY, T. L. On the relativity of relative measures \pm accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP. *European Journal of Operational Research* 121, (2000). p 205-212.

MULEBEKE, J. A. W., ZHENG L. Analytical network process for software selection in product development: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management* 23, (2006). p 337–352

NORRIS, G. A., MARSHALL, H. E. Multiattribute Decision Analysis Method for Evaluating Buildings and Building Systems. National Institute of Standards and Technology (NIST). Building and Fire Research Laboratory, (1995).

NUNES, L. C., SERRASQUEIRO, Z. M. S. A Informação Contabilística nas Decisões Financeiras das Pequenas Empresas. *Revista Contabilidade & Finanças - USP*, São Paulo, (2004). p 87 – 96.

SOUZA, J. S. Proposta de uma Sistemática para Análise Multicriterial de Investimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

SOUZA, J. S., KLIEMANN, F. J., FILOMENA, T. P. Definição de Portfólio de Projetos de Investimentos em uma Empresa usando Análise Multicriterial – Non-Traditional Capital Investment Criteria – e Programação Linear. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PPGEP/UFRGS.

SRDJEVIC, B. Combining different prioritization methods in the analytic hierarchy process synthesis. *Computers & Operations Research* 32, (2005). p 1897–1919.

YURDAKUL, M. AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection. *Journal of Materials Processing Technology* 146, (2004). p 365–376.

PROPOSTA DE MÉTODO ÁGIL DE ANÁLISE MULTICRITERIAL NA PROGRAMAÇÃO DA MANUTENÇÃO

RESUMO

Este artigo propõe o desenvolvimento de um método ágil de análise multicriterial baseado no método de Análise Hierárquica de Processo e adaptado para processos operacionais dinâmicos. A aplicação adaptada desse método permite inserir na rotina de manutenção uma ferramenta de priorização de serviços baseada em critérios pré-definidos excluindo a subjetividade e intuição nas tomadas de decisão. O método foi aplicado no processo de programação da manutenção com objetivo de priorizar os serviços de manutenção mais importantes a serem realizados durante uma parada de manutenção. A execução de manutenções durante uma parada garante a confiabilidade dos equipamentos até a próxima parada de manutenção, evitando manutenções corretivas e, por isto, é de fundamental importância no processo de tratamento de minério da usina de Carajás.

Palavras chaves: Análise multicriterial, Programação da Manutenção, Serviços de Manutenção.

ABSTRACT

This paper proposes the development of an agile method of multi-criteria analysis based on Analytic Hierarchy Process and adapted to process dynamic operational. The application of this method allows to insert in the maintenance routine a tool for prioritizing services based on predefined criteria excluding subjectivity and intuition in decision making. The method was applied in the maintenance scheduling process in order to prioritize the most important maintenance services to be performed during a maintenance shutdown. Performing maintenance during a stop ensures the reliability of the equipment until the next maintenance stop, avoiding corrective maintenance and, therefore, is very important in the Carajás ore processing plant.

Keywords: Multi-criteria Analysis, Maintenance Scheduling, Maintenance Services.

3.1 INTRODUÇÃO

O crescimento acentuado de economias emergentes tem aumentado a demanda mundial por *commodities* que, por sua vez, tem levado as indústrias a ampliar sua capacidade de produção. Nesta ‘cascata’ de crescimento, a inserção de novas tecnologias e automatização dos processos produtivos vem destacando a atividade de manutenção não só como um requisito para preservar o patrimônio corporativo, mas como um pilar fundamental para alcance de metas operacionais.

Nos últimos 20 anos, a atividade de manutenção tem passado por muitas mudanças que exigiram novas atitudes e habilidades das pessoas deste setor, desde gerentes até os executantes. Seja em função da maior complexidade dos projetos, das novas técnicas de manutenção, ou dos novos enfoques de organização e responsabilidades, a manutenção se conscientizou do quanto a falha de um equipamento afeta a segurança, o meio ambiente, a qualidade do produto, a redução de custos, ou seja, a sobrevivência da empresa no mercado.

Kardec e Nascif (2006) comentam que a maior automação no setor industrial também significa falhas cada vez mais frequentes que afetam a capacidade de manutenção de um padrão de qualidade, provocando sérias consequências à segurança e ao meio ambiente em um momento em que estão aumentando as exigências nestas áreas.

Desta forma, a atividade de manutenção deve interagir de maneira eficaz contribuindo efetivamente para a excelência empresarial. Neste cenário de economia globalizada e altamente competitiva, a manutenção como atividade fundamental do processo produtivo precisa ser um agente proativo trabalhando para evitar falhas e não para corrigi-las.

A manutenção, para ser estratégica, precisa estar voltada para os resultados da organização, deixando de ser eficiente para se tornar eficaz. Isto é, não basta, apenas, reparar o equipamento com agilidade mas, principalmente, manter o equipamento disponível para operação evitando paradas não programadas (KARDEC e NASCIF, 2006).

É evidente que a manutenção tem hoje um papel fundamental para a sobrevivência de uma organização no mercado, seja pela sua influência nos custos do produto e na sua qualidade, ou no impacto de uma falha de manutenção, na saúde e segurança dos trabalhadores ou ainda no meio ambiente, gerando, assim, impacto negativo à imagem desta organização. Verificando o quanto as decisões das atividades de manutenção podem influenciar em outros setores, torna-se importante que todas essas variáveis sejam analisadas durante uma tomada de decisão.

Assim como em qualquer outro setor de uma organização, os recursos para execução da atividade de manutenção são limitados. Equipamentos auxiliares, ferramentas, mão-de-obra, entre outros, são exemplos dessas limitações. A busca pela otimização destes recursos, apropriando-os de maneira eficaz durante o processo de planejamento e programação da manutenção, é fundamental para atingir confiabilidade com custos competitivos.

A aplicação da análise multicriterial em tomadas de decisão já é utilizada em estudos de comparação entre projetos de capital auxiliando na escolha de implantação dos mesmos. Essas análises mensuram os ganhos desses projetos em diversos setores, comparando-os, e indicando qual trará o melhor retorno à organização.

Com a influência cada vez maior das atividades de manutenção em outros setores da organização, é fundamental que as decisões da programação da manutenção, ou seja, quais serviços de manutenção serão executados, levem em considerações não apenas as variáveis de manutenção. E é com este propósito, de desenvolver um método de análise multivariável que possa ser aplicado na programação da manutenção, que este trabalho foi idealizado.

O objetivo é criar um método de priorização que possa caracterizar a importância de cada serviço de manutenção a ser executado preventivamente, mensurando critérios considerados importantes para que a organização atinja suas metas. A idéia é focar os recursos de manutenção preventiva em serviços considerados prioritários.

A revisão bibliográfica é apresentada na seção 3.2, enquanto os procedimentos metodológicos para elaboração do método proposto estão dispostos na seção 3.3. A seção 3.4 apresenta o método proposto para priorização das ordens de manutenção. Por último, na seção 3.5 apresenta-se a conclusão do artigo.

3.2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Visando satisfazer os parâmetros clássicos empresariais como o retorno e o risco associado ao investimento, a tomada de decisão é função chave na atividade empreendedora.

Analytic Hierarchy Process (AHP) é um modelo de decisão sistematizado que oferece uma técnica popular para problemas de decisão. Esta ferramenta presta-se a modelar problemas de decisão envolvendo variáveis que são subjetivas e não quantificáveis, além de fornecer uma notável versatilidade e poder na estruturação e análise de problemas complexos de decisão multicriterial. A força do método reside na sua capacidade de estrutura complexa, e um problema hierárquico. Comparações aos pares do elemento podem ser estabelecidas

usando uma escala indicando a força com a qual um elemento domina outro em relação a um elemento de nível superior. Este processo de dimensionamento pode então ser traduzido em pesos prioritários para comparação de alternativas. AHP gera o peso de comparação para o tomador de decisão para prever o resultado da implementação.

Segundo Yurdakul (2004), a AHP tem a capacidade de combinar diferentes tipos de critérios em uma estrutura de decisão multi-nível para obter uma pontuação única para cada alternativa e classificá-las. Karapetrovic e Rosenbloom (1999) resumiram a implantação do AHP em cinco passos. Passo 1: Criar uma hierarquia de decisão (quebrar o problema em uma hierarquia de elementos de decisão); Passo 2: Coletar dados por uma comparação de pares de elementos de decisão; Passo 3: Determinar se os dados de entrada satisfazem um teste de consistência; Passo 4: Calcular os pesos relativos dos elementos de decisão; Passo 5: agregar os pesos relativos para obter pontuações e, portanto, as classificações para as alternativas de decisão.

Outros métodos de análise multicriterial também foram desenvolvidos posteriormente. O NCIC se adequa às necessidades impostas pelas decisões de base econômica, sendo uma ferramenta de grande potencial ainda pouco utilizada pelas empresas. Percebe-se que este método busca encontrar o valor agregado dos critérios qualitativos dentro de cada alternativa de investimento (SOUZA *et al*). Foi projetado para lidar com algumas das críticas da AHP citadas na literatura, que incluem comparações pareadas para eficiência, incorpora descrições hierárquicas de atributos para manter o número de comparações pareadas gerenciáveis, e acima de tudo, que desenvolve "*scores*" para as alternativas que são expressas em termos monetários, permitindo que os resultados sejam incorporados em análises econômicas tradicionais (Norris e Marshall, 1995). Quando um novo projeto é inserido no portfólio, não é necessário realizar novamente as comparações pareadas como no método AHP.

Como em todo o método desenvolvido, críticos comentam as limitações da aplicação do AHP evidenciando dificuldades com o uso da metodologia. O método exige um grande número de comparações para estabelecer as preferências dos decisores, requer muita habilidade do facilitador para estruturar o modelo e analisar os julgamentos dos decisores e, principalmente, é necessário que os decisores estejam dispostos e comprometidos a participar de todo o processo (BOAS, 2006).

O método original desenvolvido por Saaty permitiu mudança na ordem de classificação das alternativas quando estas são adicionadas ou excluídas. Uma vez que tais inversões de *rank* violam o princípio da invariância da teoria da utilidade, a validade da AHP tornou-se o tema de debate (Millet e Saaty, 2000)

O AHP tem recebido muitos debates críticos por não ter transitividade. Para prevenir a esta intransitividade, o AHP fornece um índice que testa a consistência comparação pareada. No entanto, o índice de consistência é apenas um indicador, e não é a solução para a transitividade (JI & JIANG, 2003). A verificação de consistência é realizada para garantir que as decisões não são nem aleatória e nem ilógico no processo de hierarquia analítica, mas mesmo se a matriz passar por um teste de consistência com sucesso, pode ser contraditória (KWIESIELEWICZ & UDEN, 2004).

Os métodos AHP e NCIC foram utilizados em avaliação econômica das decisões de construção civil por Norris e Marshall (1995) que justificaram sua aplicação por avaliar alternativas de projeto considerando atributos não-financeiros (qualitativa e quantitativa) na escolha entre prédios de escritórios, residências, construção de componentes e materiais de construção. Aplicações destas metodologias têm sido relatadas em vários outros campos, como Planejamento de Transportes, a seleção de portfólio, planejamento empresarial, marketing e outros.

Yussuff *et al* (2001) comentam que a utilização de tecnologias em processos de fabricação têm levado as empresas a reforçar suas posições competitivas no mercado. A escolha da tecnologia adequada que atinge ou combina com o objetivo organização deve ser feita utilizando um método de tomada de decisão. A tentativa de ultrapassar a concorrência através da tecnologia para criar uma vantagem competitiva de longo prazo não é susceptível de ter êxito sem uma infra-estrutura adequada.

3.3 MÉTODO PROPOSTO

O método proposto visa identificar os critérios considerados relevantes no processo de programação de serviços de manutenção, uma vez que os recursos para execução das atividades de manutenção são limitados, com o propósito de priorizar a execução daqueles que mais contribuirão com as metas e objetivos de curto prazo.

3.3.1 Avaliação do atual processo

Para desenvolver uma nova metodologia de trabalho visando a melhoria de um processo, é necessário primeiramente entender o funcionamento do mesmo. Interagir com os

responsáveis desta área para compreender a atual metodologia de trabalho e ler os procedimentos e fluxos existentes é o início do trabalho.

Normalmente, os setores de programação da manutenção já possuem diretrizes ou regras que orientam o processo, mas que nem sempre foi elaborada com base num método que garanta a objetividade na etapa de priorização de uma ‘ordem de serviço’¹, também conhecida por sua abreviação ‘OS’.

3.3.2 Eleições dos potenciais critérios

Nesta etapa deverá ser escolhida uma equipe multidisciplinar que irá definir os potenciais critérios de priorização dos serviços de manutenção. Conforme estudos realizados na etapa anterior, alguns desses critérios podem existir na atual metodologia e deverão fazer parte do *brainstorm* de definição dos critérios relevantes junto ao grupo focado.

Usualmente, a priorização dos serviços de manutenção é realizada com base no tempo de OS em carteira, na natureza da OS, dentre outros. Com uma equipe multidisciplinar, novas ideias poderão surgir. Os critérios definidos pelo grupo como relevantes para o processo de programação da manutenção serão listados para futura análise.

3.3.3 Definição dos critérios

Utilizando a lista de critérios estabelecidos na etapa anterior, serão definidos os critérios a serem avaliados na programação das ordens de serviços. Deverão ser escolhidos especialistas multidisciplinares (engenheiros, técnicos, gerentes e analistas) para numerar, em ordem crescente, o critério mais relevante ao menos relevante.

De posse dos resultados do questionário aplicado, deve ser realizada a conversão dos valores de relevância definido por cada entrevistado realizando a operação de divisão do número 1 (um) pelo resultado obtido de cada critério. Assim o critério mais relevante ficará com a pontuação 1 (um), o segundo critério mais relevante ficará com nota 0,5 (meio) e assim por diante. Ao final deverão ser somadas as notas de cada critério para definição dos critérios mais relevantes a serem analisados na programação de serviços de manutenção.

¹ Ordem de Serviço: Documento contendo as instruções necessárias para a execução de uma atividade de manutenção. Também chamado de OS, abreviatura do nome.

A Tabela 3.1 apresenta um exemplo da pontuação final dos critérios conforme ordenação realizada por um entrevistado.

Tabela 3.1: Exemplo da pontuação calculada pela inversão da ordenação do resultado do questionário

Ordem de Priorização Entrevistado 1	Crítérios	Pontuação Final
5	Manutenções de Melhoria	0,2
1	Inspeção de Laudo Preditivo	1
2	Inspeção Sensitiva de Prioridade Zero	0,5
4	Manutenção Condicional	0,25
3	Manutenção Preventiva	0,33

3.3.4 Definição dos pesos

Nesta etapa serão definidos os pesos de cada critério selecionado na etapa anterior. Um questionário também deverá ser elaborado e aplicado em diversos especialistas da organização. É importante que essa etapa seja aplicada em caráter presencial, para esclarecimentos de possíveis dúvidas. A aplicação do questionário deverá seguir a seguinte ordem:

Utilizar a escala de intensidades de *Saaty*, conforme Tabela 3.2, como parâmetro para definição do grau de importância de cada critério em relação ao outro.

Tabela 3.2: Escala de intensidades de Saaty (Fonte: adaptado de Saaty 1980)

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	A análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objetivo
9	Extremamente mais importante	Sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objetivo
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Também podem ser utilizados

Criar matriz de comparação entre os critérios e aplicá-las nos especialistas da organização. Para cada pessoa entrevistada deverá ser aplicada uma matriz.

Tabela 3.3: Exemplo de matriz de comparação preenchida

CRITÉRIOS	LAUDO PREDITIVO	MANUTENÇÃO PREVENTIVA	MANUTENÇÃO CONDICIONAL	MANUTENÇÃO DE MELHORIA
LAUDO PREDITIVO	1	3	5	5
MANUTENÇÃO PREVENTIVA	1/3	1	3	5
MANUTENÇÃO CONDICIONAL	1/5	1/3	1	3
MANUTENÇÃO DE MELHORIA	1/5	1/5	1/3	1

Utilizando a matriz de comparações obtida no passo 2 da etapa 3 calcula-se o vetor pesos de cada critério. Obtida a matriz de comparação paritária entre critérios, deve ser realizada a sua diagonalização e seu resultado será o vetor de prioridades de cada critério. Essa matriz será obtida por entrevistado.

Tabela 3.4: Matriz de comparação entre critérios

CRITÉRIOS	A	B	C	D
A	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}
B	C_{21}	C_{22}	C_{23}	C_{24}
C	C_{31}	C_{32}	C_{33}	C_{34}
D	C_{41}	C_{42}	C_{43}	C_{44}
Soma	C_{n1}	C_{n2}	C_{n3}	C_{n4}

Tabela 3.5: Matriz Vetor Pesos

CRITÉRIOS	A	B	C	D	Peso Final
A	a ₁₁	a ₁₂	a ₁₃	a ₁₄	W ₁
B	a ₂₁	a ₂₂	a ₂₃	a ₂₄	W ₂
C	a ₃₁	a ₃₂	a ₃₃	a ₃₄	W ₃
D	a ₄₁	a ₄₂	a ₄₃	a ₄₄	W ₄

Fórmula de cálculo da matriz vetor pesos:

$$a_{ij} = c_{ij} / c_{nj} \quad (3.1)$$

Fórmula de cálculo peso final dos critérios:

$$W = \text{media}(in) \quad (3.2)$$

Os valores encontrados para os pesos finais (W₁, W₂, W₃ e W₄) são os pesos de cada critério conforme cada entrevistado. Para o cálculo do peso final a ser considerado durante a avaliação de priorização dos projetos vide seção 3.4.4.

De posse do vetor peso é realizado o teste de consistência do entrevistado. O Processo de Análise Hierárquica avalia alternativas de decisão por análise comparativa. As prioridades calculadas são plausíveis somente se as matrizes de comparação são consistentes, especialmente para matrizes de alta ordem (ISHIZAKA & LUSTI, 2003).

Um ponto importante a ser observado neste método é a consistência existente entre as relações paritárias realizadas pelo entrevistado. Para determinar o valor desta razão de consistência (RC), faz-se necessário primeiro calcular o valor do autovalor máximo ou principal, conhecido como λ_{max} . Este autovalor é calculado através da diagonalização da matriz de comparação. Quanto mais próximo λ_{max} for de n (número de critérios da matriz), mais consistente será o resultado. O método AHP considera um índice de até 0,10 para a razão da inconsistência aceitável.

A partir do resultado deste autovalor máximo, pode-se estimar o Índice de Consistência (IC) da matriz, conforme Equação (3.3).

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (3.3)$$

Onde:

IC = índice de consistência da matriz

λ_{\max} = Auto valor máximo

n = número de critérios definidos.

A consistência do entrevistado poderá ser encontrada dividindo o índice de consistência pelo índice randômico, conforme Equação (3.4).

$$RC = \frac{IC}{nir} \quad (3.4)$$

n_{ir} = índice randômico

Tabela 3.6: Índice randômico para matrizes ($1 \leq n \leq 15$)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Valores de RC menor que 0,10 garantem que o entrevistado foi consistente na comparação dos critérios. Abaixo segue Tabela contendo todos os passos do cálculo de consistência citado acima.

Tabela 3.7: Exemplo de cálculo do teste de consistência do entrevistado

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz	Verif.	IC	RC
S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM													
S&S	1,00	3,00	5,00	3,00	7,00	7,00	5,00	0,43	0,50	0,26	0,45	0,49	0,34	0,16	0,38	3,04	8,08	0,15	0,1120
LP	0,33	1,00	9,00	1,00	3,00	3,00	5,00	0,14	0,17	0,46	0,15	0,21	0,15	0,16	0,21	1,82	8,84		
MA	0,20	0,11	1,00	0,33	1,00	3,00	5,00	0,09	0,02	0,05	0,05	0,07	0,15	0,16	0,08	0,64	7,63		
P 0	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	5,00	7,00	0,14	0,17	0,15	0,15	0,07	0,25	0,23	0,16	1,32	7,98		
MP	0,14	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	0,06	0,06	0,05	0,15	0,07	0,05	0,16	0,09	0,66	7,75		
MC	0,14	0,33	0,33	0,20	1,00	1,00	3,00	0,06	0,06	0,02	0,03	0,07	0,05	0,10	0,05	0,41	7,63		
MM	0,20	0,20	0,20	0,14	0,20	0,33	1,00	0,09	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,22	7,31		
SOMA	2,35	5,98	19,53	6,68	14,20	20,33	31,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	media	7,89		

De posse dos resultados de consistência dos entrevistados, pode-se eliminar aqueles que não foram consistentes ou atribuir pesos conforme consistência do entrevistado. Uma simples média ponderada pode ser aplicada atribuindo maior peso aos entrevistados mais consistentes. Essa decisão poderá ser tomada conforme tamanho da amostra dos entrevistados.

3.3.5 Elaborar escala de graduação dos critérios

Nesta etapa será necessária a criação de uma escala de graduação tornando possível diferenciação de importâncias dentro de um mesmo critério, ver exemplo na Tabela 3.8. Uma vez criada esta escala será possível valorar, através da multiplicação entre números (escala de graduação x peso do critério), para posterior soma dos resultados de cada critério e, conseqüentemente, pontuação final do projeto.

Tabela 3.8: Exemplo de escala de graduação do critério ‘Laudo Preditivo’

CRITÉRIO: LAUDO PREDITIVO	
3	Laudo de Alarme 1 a vencer em até 45 dias
5	Laudo de Alarme 1 vencido
7	Laudo de Alarme 2 a vencer em até 14 dias
9	Laudo de Alarme 2 vencido

Para cada natureza de critério, a área especialista deverá ser consultada e participar do processo de seleção das graduações, garantido consistência e aplicabilidade na escala definida. No exemplo acima a participação da equipe da inspeção preditiva garante a consistência dos dados.

3.3.6 Elaborar uma planilha de avaliação e comparação de ordem de serviço

Desenvolver planilha a ser preenchida pela área de programação com os dados das ordens de serviços “em carteira”, isto é, demandas de serviços de manutenção que precisam ser realizadas. Cada ordem de serviço deverá ser avaliada conforme critérios pré-definidos nas etapas anteriores, e receberão uma pontuação que determinará quais serão priorizadas pela programação e, conseqüentemente, executadas no dia da manutenção.

A planilha precisa ter características como ser de fácil entendimento e preenchimento, e conter todas as informações necessárias para a análise e priorização do setor de programação da manutenção.

3.4 APLICAÇÃO DO MÉTODO

O método proposto foi aplicado numa multinacional brasileira que atua no ramo de mineração, mais especificamente na usina de tratamento de minério de ferro de Carajás localizada no estado do Pará. Trata-se de uma instalação industrial que processa todo o minério de ferro que é extraído da mina de minério de ferro de Carajás.

A usina subdivide-se em várias gerências de manutenção e operação, e outras que dão suporte a essas, como engenharia, oficina de subconjuntos, entre outras. Dentro da estrutura das gerências de manutenção está a supervisão de planejamento e programação da manutenção, também conhecida como PCM².

Como o próprio nome já diz, essa supervisão executa o planejamento e a programação das ordens de serviços que serão executadas pelas equipes de manutenção durante as paradas dos equipamentos. Como os recursos para execução das atividades de manutenção são limitados, o desafio da equipe de PCM é priorizar quais as ordens de serviços pendentes deverão ser executadas na próxima parada de manutenção e, conseqüentemente, quais deverão ser postergadas. Nos setores de manutenção essa “carteira de serviços pendentes” a serem executados é conhecida como *backlog*³, e é normalmente um índice de manutenção.

O objetivo é priorizar as ordens de serviços mais importantes a serem executadas, dentre a demanda existente, conforme sua criticidade para evitar manutenções corretivas. Os próximos parágrafos apresentam a aplicação do método citado anteriormente na supervisão de planejamento e programação da gerência de manutenção da classificação da usina de minério de ferro de Carajás.

3.4.1 Avaliação do Atual Processo

Após contato com alguns membros da equipe responsável, leituras de procedimentos e acompanhamento da rotina de programação da manutenção, foram identificados pontos positivos e pontos de melhoria do atual processo.

² PCM: Abreviação de Planejamento e Controle da Manutenção. Na usina de tratamento de minério de ferro de Carajás, é a área responsável pelo planejamento, programação e provisionamento de materiais para manutenção.

³ *Backlog*: Palavra de origem inglesa que se refere a um resumo histórico de acumulação de trabalho num determinado período de tempo. É o tempo que uma equipe de manutenção deve trabalhar para concluir todos os serviços pendentes, com toda a sua força de trabalho. Este índice consiste na relação entre a demanda de serviços e a capacidade de atendê-los.

Pontos positivos:

- Existência de um procedimento (PRO 006827 Programação de Manutenção – Curto Prazo) que orienta e padroniza as ações relativas ao processo de programação dos serviços de manutenção com foco nas atividades da função do ‘Programador de Manutenção’;
- Descrição de responsabilidade dos cargos do setor de planejamento e programação e suas respectivas rotinas bem definidas nos procedimentos existentes;
- Existência de reuniões de programação de manutenção com a presença das áreas envolvidas (programação, planejamento, segurança do trabalho, operação e execução) para priorização dos serviços a serem executados.

Pontos de melhoria:

- Existência de critérios de priorização das ordens de serviços nos procedimentos definidos de maneira informal, sem um método associado que justifique a sequência existente;
- Não cumprimento da sequência de priorização existente no procedimento durante as reuniões de programação da manutenção;
- Dificuldade de priorização das ordens de serviços devido à falta de critérios objetivos uma vez que as demandas de manutenção são levantadas por diferentes áreas (inspeção sensitiva, inspeção preditiva, operação, etc).

3.4.2 Eleição dos potenciais critérios

Para o setor de programação, a identificação da importância ou criticidade do serviço a ser executado pela manutenção é realizada através da proveniência da ordem de serviço. É importante saber “quem” inseriu a necessidade de execução de um determinado serviço no *backlog* e, posteriormente, por que foi inserida. Sendo assim, os critérios de priorização serão baseados nos possíveis motivos de manutenção.

Em reunião realizada com especialistas do setor, foi identificado que não havia necessidade de criação de novos critérios. O procedimento atual já contemplava todos os critérios necessários para avaliação e priorização dos serviços de manutenção, sendo fundamental a busca pela objetividade e quantificação dos mesmos.

Após apuração do peso de cada critério por entrevistado, foi realizado o teste de consistência do entrevistado. Dentre os 16 (dezesseis) entrevistados o valor de consistência variaram de 0,068 até 0,638. Foi decidido pela realização uma média ponderada aplicando pesos conforme consistência do entrevistado, uma vez que a amostra era pequena e que não haviam alterações significantes se desconsiderarmos os especialistas inconsistentes. Três pesos foram atribuídos conforme Tabela 3.9.

Tabela 3.9: Pesos atribuídos conforme consistência do entrevistado

Peso	Consistência
1	$RC > 0,2$
2	$0,1 < RC < 0,2$
3	$RC < 0,1$

Desta forma, os entrevistados mais consistentes têm maior influência na definição do peso final dos critérios de priorização. A Tabela 3.10 apresenta os resultados de consistência de cada entrevistado. O cálculo completo do vetor pesos e teste de consistência poderá ser consultado no Apêndice B, seção B.1.

Tabela 3.10: Resultado da consistência dos entrevistados

Nome do entrevistado	Consistência (RC)	Peso atribuído
Especialista 1	0,1120	2
Especialista 2	0,3778	1
Especialista 3	0,2167	1
Especialista 4	0,0683	3
Especialista 5	0,4550	1
Especialista 6	0,1196	2
Especialista 7	0,1881	2
Especialista 8	0,0893	3
Especialista 9	0,4070	1
Especialista 10	0,6379	1

Especialista 11	0,1673	2
Especialista 12	0,0812	3
Especialista 13	0,1752	2
Especialista 14	0,3252	1
Especialista 15	0,1340	2
Especialista 16	0,1641	2
Especialista 17	0,0823	3
Especialista 18	0,0710	3

Utilizando os resultados de consistência de cada entrevistado e calculando a média ponderada conforme a Tabela 3.10, foram obtidos os valores finais de pesos de cada critério definido na etapa anterior apresentados a seguir na Tabela 3.11.

Tabela 3.11: Resultado do peso final dos critérios

Critério	Peso
Segurança	0,32
Laudo Preditivo	0,18
Prioridade Zero	0,17
Meio Ambiente	0,15
Manutenção Preventiva	0,09
Manutenção Condicional	0,06
Manutenção de Melhoria	0,03

O cálculo dos pesos finais dos critérios pode ser consultado no Apêndice B, seção B.2 deste documento.

3.4.5 Elaboração da escala de graduação dos critérios

Com objetivo de criar a diferenciação de importância dentro de um mesmo critério, foram criadas as escalas de graduação dos 7 (sete) critérios definidos. Conforme natureza dos critérios selecionados as áreas especializadas foram envolvidas para elaboração da escala de graduação. As Tabelas 3.12 a 3.18 apresentam as escalas de graduação dos critérios de Saúde e Segurança, Laudo Preditivo, Prioridade Zero, Meio Ambiente, Manutenção Preventiva, Manutenção Condicional e Manutenção de Melhoria respectivamente.

Tabela 3.12: Escala de graduação do critério 'Saúde e Segurança'

	Graduação	Descrição
Segurança	9	OS proveniente de uma ação de acidente
	7	OS proveniente de uma ação de Quase-acidente
	5	OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)
	3	OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente impessoal
	1	OS de melhoria de segurança

Tabela 3.13: Escala de graduação do critério 'Laudo Preditivo'

	Graduação	Descrição
Laudo Preditivo	9	Alarme 2: Vencido
	7	Alarme 2: Laudo a vencer em 14 dias
	5	Alarme 1: Vencido
	3	Alarme 1: Laudo a vencer em 45 dias

Tabela 3.14: Escala de graduação do critério 'Prioridade Zero'

	Graduação	Descrição
Prioridade Zero	9	OS com prioridade 0 (zero) com mais de 45 dias
	7	OS com prioridade 0 (zero) com mais de 30 dias
	5	OS com prioridade 0 (zero) com mais de 15 dias
	3	OS com prioridade 0 (zero)

Tabela 3.15: Escala de graduação do critério 'Meio Ambiente'

	Graduação	Descrição
Meio Ambiente	9	OS evitará um acidente ambiental de proporções graves
	7	OS atenderá um requisito legal da unidade operacional
	3	OS elimina ou minimiza a geração, a emissão e o lançamento de qualquer tipo de poluente ou rejeito no MA
	1	OS otimiza o uso de recursos naturais

Tabela 3.16: Escala de graduação do critério ‘Manutenção Preventiva’

	Graduação	Descrição
Manutenção Preventiva	9	Plano de manutenção de componente de garantia operacional de equipamento de criticidade 1 vencida
	7	Plano de manutenção de componente de garantia operacional de equipamento de criticidade 1
	5	Plano de manutenção de componente de garantia operacional de equipamento vencida
	3	Plano de manutenção de equipamento vencida
	1	Plano de Manutenção

Tabela 3.17: Escala de graduação do critério ‘Manutenção Condicional’

	Graduação	Descrição
Manutenção Condicional	7	OS de ativos de garantia operacional
	5	OS com prioridade 1 com mais de 30 dias
	3	OS com prioridade 1
	1	Outras OS condicionais

Tabela 3.18: Escala de graduação do critério ‘Manutenção de Melhoria’

	Graduação	Descrição
Manutenção de Melhoria	7	OS de melhoria em ativo de criticidade 1
	5	OS de melhoria em ativo de criticidade 2
	3	OS de melhoria em ativo de criticidade 3

3.4.6 Elaboração da planilha de priorização de ordens de serviços

O objetivo de desenvolver a planilha eletrônica foi facilitar a identificação das ordens de serviços que devem ser priorizadas na programação semanal. Atualmente são utilizadas planilhas nas reuniões de programação onde são inseridas as informações básicas das ordens de serviços programadas. Diante desta realidade, foi elaborada uma planilha de fácil preenchimento de forma a não alterar a rotina de trabalho já estabelecida.

O programador deverá entrar com as informações das ordens de serviços que estão no *backlog* da equipe de manutenção. Serão necessárias as seguintes informações: número da ordem de serviço (OS), descrição da OS, tipo de serviço, e o HH (homem hora) necessário para execução da OS. Na parte superior da planilha existe um campo onde deverá ser informado o HH disponível para execução das ordens de serviço que serão programadas.

Depois de preencher as informações citadas acima, será necessário priorizar as ordens de serviço conforme critérios estabelecidos previamente baseando-se na descrição da OS. O cálculo da pontuação acontecerá automaticamente, indicando quais ordens de serviços são prioritárias, sendo essas as que possuem maior pontuação.

Por último será necessário verificar a disponibilidade de HH e recursos auxiliares (guindaste, plataforma elevatória, andaime, etc) para execução das manutenções e, posteriormente, definir quais ordens de serviços serão executadas.

3.4.7 Resultados da priorização das ordens de serviços

Nesta seção será apresentada a aplicação do método elaborado através da planilha de priorização de ordens de serviço. A priorização foi realizada com base na carteira de serviços da equipe de manutenção preventiva elétrica da gerência de manutenção de classificação da usina. O backlog da equipe foi obtido no sistema informatizado de manutenção no dia 05 de Agosto de 2013 e contava com 290 ordens de serviços no *status* AGPROG (aguardando programação).

Para este trabalho, foram escolhidas aleatoriamente 23 ordens de serviços da carteira da equipe de manutenção elétrica. Essa equipe é composta por 6 eletricitas que trabalham 8 horas por dia. Portanto o HH disponível para execução das atividades durante uma para de manutenção é de 48 homens hora.

A Tabela 3.19 apresenta o resultado da priorização dessas 23 ordens de serviços, com suas respectivas pontuações, que indica quais deverão ser priorizadas numa parada de manutenção. Com o recurso de mão-de-obra limitada a 48hh, essa foi a linha de corte para definição das ordens de serviços a serem executadas.

Tabela 3.19: Resultado da priorização das ordens de serviço da equipe de manutenção preventiva elétrica

Número da OS	Descrição	HH	TIPO	PRIORIDADE	Peso	Critic.	Pontuação
2013-20488992	SUBSTITUIR TOMADA DE SOLDA SEM DR LOCALIZADA LD M-15 DO TR	4	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-17063597	NORMALIZAR DUAS LUMINARIAS DE 70W APAGADAS NO LE, MOD 04 E LD, MOD 26 DO TRANSPORTADOR DE CORREIA	2	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-20489101	SUBSTITUIR TOMADA DE SOLDA SEM DR LOCALIZADA LD M-31 DO TR	4	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-18190941	TROCAR 06 LÂMPADAS DE 70W AO LONGO DO TR-133-03 CONFORME RELATORIO NA DESCRIÇÃO DETALHADA DA ORDEM	6	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-18591325	FIXAR CABO DE ATERRAMENTO NA CARÇAÇA DO MOTOR O CABO ESTAR FIXADO NA BASE DE SUSTENTAÇÃO DO MESMO	4	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-17064387	SUBSTITUIR TOMADA DE SOLDA COM DR DANIFICADO LOCALIZADA LD M-03 PROX A ESCADA	4	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160

2013-22567050	NORMALIZAR 2 LUMINARIAS DE 70W 1 LE DO RETORNO E OUTRO NO RETORNO DO AL-131-01	2	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-22555842	NORMALIZAR REFLETOR APAGADO JET4 LOCALIZADO NA FRENTE DA CS-131-05	2	Segurança	5 - OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-23225131	PREVENTIVA ELETRICA TR 134 03	8	Manutenção Preventiva	7 - Plano de manutenção de componente de garantia operacional de equipamento de criticidade 1	0,09	7	63
2013-26815647	Reapertar parafuso da fase R do disjuntor da gaveta alimentação da PN 131-73 que apresenta temperatura elevada conforme análise termografica	4	Laudos Preditivos	3 - Alarme 1: Laudo a vencer em 45 dias	0,18	3	54
2013-23236398	MANUTENCAO PREVENTIVA DA SIRENE ELETRICA 04 TR-131-10	2	Manutenção Preventiva	7 - Plano de manutenção de componente de garantia operacional de equipamento de criticidade 1	0,09	7	63
2013-11359592	RECOMPOR TUBULAÇÃO DOS CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO E CHAVES DE EMERGÊNCIA AVARIADA NO LD/LE DO TRANSPORTADOR	4	Manutenção Condicional	5 - OS com prioridade 1 com mais de 30 dias	0,06	5	30
2013-17059181	SUBSTITUIR 4500mm DE ELETROCALHA 300mm AVARIADA POR BANDEJAMENTO DE 300MM NO LE M-08 DO TR-133-01	32	Manutenção Condicional	5 - OS com prioridade 1 com mais de 30 dias	0,06	5	30
2013-23218623	PREVENTIVA ELETRICA TR 134 05	8	Manutenção Preventiva	3 - Plano de manutenção de equipamento vencida	0,09	3	27
2013-3790178	LANÇAR CABOS DE ALIMENTAÇÃO RESERVA PARA O MOTOR DE ACIONAMENTO DO TR 131-06	16	Manutenção de Melhoria	7 - OS de melhoria em ativo de criticidade 1	0,03	7	21
2013-20473675	FIXAR TOMADA DE SOLDA QUE ESTAR SOLTA EM FRENTE A PN-131-14	4	Manutenção Condicional	3 - OS com prioridade 1	0,06	3	18
2013-22647397	RECONNECTAR ELETRODUTO SOLTO DA LUYA DE CONEÇÃO NO LE DO AL-131-02	2	Manutenção Condicional	3 - OS com prioridade 1	0,06	3	18
2013-23243764	PREVENTIVA GAVETA ELETRICA PN-131-72	8	Manutenção Preventiva	1 - Plano de Manutenção	0,09	1	9
2013-23237977	PREVENTIVA MOTOR BAIXA TENSAO M1 PN-131-70	8	Manutenção Preventiva	1 - Plano de Manutenção	0,09	1	9
2013-3786593	INSTALAR PLUG EM MÁQUINAS DE SOLDA DA EQUIPE MECÂNICA GAUAN	4	Manutenção de Melhoria	3 - OS de melhoria em ativo de criticidade 3	0,03	3	9
2013-23213227	PREVENTIVA ELETRICA ALIMENTADOR VIBRATOR AL-131-52	8	Manutenção Preventiva	1 - Plano de Manutenção	0,09	1	9
2013-20205578	SUBSTITUIR BOX GIRATORIO DE 1" DO ELETRODUTO DA CAIXA DE LIGAÇÃO DO MOTOR DA PN-131-65	2	Manutenção Condicional	1 - Outras OS condicionais	0,06	1	6
2013-20207475	SUBSTITUIR BOX GIRATORIO DE 1 1/2" DO ELETRODUTO DA CAIXA DE LIGAÇÃO DO MOTOR DA PN-131-52 QUE ESTAR COM CABOS ELETRICOS EXPOSTOS	2	Manutenção Condicional	1 - Outras OS condicionais	0,06	1	6

Soma do HH necessário para execução das OS's

48

Legenda:

	OS priorizadas para a parada de manutenção
	OS postergada por falta de Mão de Obra

3.5 CONCLUSÃO

O trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um método ágil multicriterial de priorização de ordem de serviços baseados em critérios alinhados com as diretrizes corporativas, para facilitar a etapa de programação dos serviços de manutenção.

A aplicação deste método garante um equilíbrio na execução de manutenções que contribuirão para a melhoria contínua e, conseqüentemente, para o atingimento de metas da organização. Seu desenvolvimento contou com a participação de uma equipe multidisciplinar e com envolvimento da equipe de programação da manutenção.

Foi desenvolvida uma planilha eletrônica que utiliza os critérios identificados nas etapas do método para pontuar as ordens de serviços de maior importância, conforme diretrizes de manutenção da usina de beneficiamento de minério de ferro de Carajás.

Com a aplicação da planilha desenvolvida é possível mensurar o nível de importância das ordens de serviços contidas no *backlog* para assim executá-las de maneira ordenada. Utilizando o método proposto no trabalho foi possível capturar ganhos na rotina, principalmente nas reuniões de programação, com a redução nos tempos destinados a discussões de priorização das ordens de serviços.

Conclui-se que o setor de planejamento e programação da manutenção possui atualmente um método de priorização de ordens de serviços alinhada as suas diretrizes e metas de curto prazo, antes inexistente. Contudo a sua aplicação está sendo realizada ainda em caráter experimental.

REFERÊNCIAS

- BALARINE, O. F. O. O uso da análise de investimentos em incorporações imobiliárias. Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Revista Produção, v. 14, n. 2, (2004). p 48.
- BOAS, C. L. V. Modelo Multicritérios de Apoio à Decisão Aplicado ao uso Múltiplo de Reservatórios: estudo da barragem do Ribeirão João Leite. Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente, Departamento de Economia, Universidade de Brasília – UNB, (2006).
- CAMPOS, V. F. Gerenciamento pelas Diretrizes. Editora Littera Maciel Ltda, 1996.
- ÇAKIR, O. On the order of the preference intensities in fuzzy AHP. Computers & Industrial Engineering 54 (2008). p. 993–1005
- DIAS, L., COSTA, J. P., CLÍMACO, J. N. Hierarchy Process Decision Support Tool. Computing, Systems in Engineering, Vol. 6, Nos 4/5, (1995). p. 431-436.
- DULTRA, C. C. Uma Abordagem Alternativa ao Processo Analítico Hierárquico Utilizada como Ferramenta de Apoio à Tomada de Decisão de Investimentos. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (2011).
- IEZZI, G., HAZZAN, S. Fundamentos de Matemática Elementar. Atual Editora, 2ª. Edição. Capítulo IV – Matrizes, (1977). p. 35-58-D.
- JI, P., JIANG, R. Scale transitivity in the AHP. Journal of the Operational Research Society 54, (2003). p. 896–905.
- KARDEC, A., NASCIF, J. Manutenção – Função Estratégica. Qualitymark Editora Ltda, 2ª. Edição, (2006).
- KWIESIELEWICZ, M., UDEN, E. Inconsistent and contradictory judgements in pairwise comparison method in the AHP. Computers & Operations Research 31, (2004). p 713–719.
- MILLET I., SAATY, T. L. On the relativity of relative measures \pm accommodating both rank preservation and rank reversals in the AHP. European Journal of Operational Research 121, (2000). p 205-212.

MULEBEKE, J. A. W., ZHENG L. Analytical network process for software selection in product development: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management* 23, (2006). p 337–352.

NORRIS, G. A., MARSHALL, H. E. Multiattribute Decision Analysis Method for Evaluating Buildings and Building Systems. National Institute of Standards and Technology (NIST). Building and Fire Research Laboratory, (1995).

NUNES, L. C., SERRASQUEIRO, Z. M. S. A Informação Contabilística nas Decisões Financeiras das Pequenas Empresas. *Revista Contabilidade & Finanças - USP*, São Paulo, n. 36, (2004). p. 87 – 96.

ROSNAHMOH d YUSUFF, KOK POHYEE, HASHMI, M.S.J. A preliminary study on the potential use of the analytical hierarchical process (AHP) to predict advanced manufacturing technology (AMT) implementation. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing* 17, (2001). p. 421–427.

SOUZA, J. S. Proposta de uma Sistemática para Análise Multicriterial de Investimentos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, (2008).

SOUZA, J. S., KLIEMANN, F. J., FILOMENA, T. P. Definição de Portfólio de Projetos de Investimentos em uma Empresa usando Análise Multicriterial – Non-Traditional Capital Investment Criteria – e Programação Linear. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PPGEP/UFRGS.

SRDJEVIC, B. Combining different prioritization methods in the analytic hierarchy process synthesis. *Computers & Operations Research* 32, (2005). p.1897–1919.

YANG, K. L., CHU, P., CHOUHUANG, W. T. Note on Incremental Benefit/Cost Ratios in Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling* 39, (2004). p. 279-286.

YURDAKUL, M. AHP as a strategic decision-making tool to justify machine tool selection. *Journal of Materials Processing Technology* 146, (2004). p. 365–376.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Métodos de análise multicriterial são utilizados a décadas em processos que envolvem tomadas de decisão em diversas empresas. Eles auxiliam os tomadores de decisão na escolha das alternativas que mais trarão retorno para a organização conforme critérios pré-estabelecidos. Neste contexto, os artigos apresentados nessa dissertação abordaram a análise multicriterial aplicando-a em processos dinâmicos e rotineiros de uma indústria através de adaptações dos métodos existentes.

O primeiro artigo apresentou o método de análise multicriterial aplicada em projetos de melhoria. Neste caso, foi necessário adaptar os métodos tradicionais de análise multicriterial para um processo dinâmico de implantação de projetos de baixo capital, onde novos projetos são inseridos numa carteira para avaliação de viabilidade de implantação. O resultado foi a definição de critérios relevantes ao processo de avaliação, pautados nas metas estratégicas da empresa, e desenvolvimento de um método para comparação de projetos antes inexistente. Identificado um potencial de redução do tempo de projeto em carteira aguardando avaliação com a aplicação do método.

No segundo artigo, avaliou-se o processo de programação da manutenção. Foi possível provar a versatilidade do método desenvolvido, aplicando-o num processo totalmente diferente do que costuma-se utilizar análise multicriterial. Aqui a ferramenta auxiliou na mensuração de importância dos critérios já existentes, e no desenvolvimento de um método de comparação das alternativas, que neste caso eram serviços de manutenção. Agora o processo de programação da manutenção possui uma ferramenta que auxiliará o setor de manutenção a tomar decisões pautadas em critérios objetivos e em concordância com as metas da organização. Com a aplicação do método foi identificado um potencial de redução do tempo com discussões de priorização de serviços de manutenção durante as reuniões de programação.

A aplicação de métodos de análises multicriterial provou ser uma ferramenta versátil, em tomada de decisões, podendo ser adaptada a diversos processos com o mesmo objetivo: priorizar a melhor alternativa. Para futuras pesquisas sugere-se a aplicação de métodos de análise multicriterial no processo de recursos humanos, na avaliação de desempenho de empregados para priorização de movimentações e promoções salariais.

APÊNDICES

A – APÊNDICES DO PRIMEIRO ARTIGO

A.1 Resultado da pesquisa de definição dos critérios

Nome do Entrevistado	Cargo	Ganho Produtivo		Redução de custos		Tempo de Implantação do Projeto		Saúde e Segurança		Sustentabilidade		Custos implantação		Inovação tecnológica	
Entrevistado 1	Engenheiro	2	0,50	4	0,25	5	0,20	1	1,00	6	0,17	3	0,33	7	0,14
Entrevistado 2	Gerente	5	0,20	4	0,25	7	0,14	1	1,00	2	0,50	3	0,33	6	0,17
Entrevistado 3	Engenheiro	3	0,33	6	0,17	5	0,20	1	1,00	2	0,50	7	0,14	4	0,25
Entrevistado 4	Engenheiro	1	1,00	2	0,50	7	0,14	3	0,33	4	0,25	5	0,20	6	0,17
Entrevistado 5	Tec Esp	3	0,33	4	0,25	6	0,17	1	1,00	2	0,50	5	0,20	7	0,14
Entrevistado 6	Engenheiro	3	0,33	1	1,00	5	0,20	6	0,17	7	0,14	2	0,50	4	0,25
Entrevistado 7	Cord. Projeto	3	0,33	4	0,25	2	0,50	1	1,00	7	0,14	5	0,20	6	0,17
Entrevistado 8	Ger. Geral	5	0,20	6	0,17	7	0,14	1	1,00	2	0,50	4	0,25	3	0,33
Entrevistado 9	Engenheiro	2	0,50	3	0,33	6	0,17	1	1,00	4	0,25	5	0,20	7	0,14

Entrevistado 10	Engenheiro	2	0,50	3	0,33	5	0,20	1	1,00	4	0,25	6	0,17	7	0,14
Entrevistado 11	Supervisor	1	1,00	5	0,20	6	0,17	2	0,50	3	0,33	4	0,25	7	0,14
Entrevistado 12	Supervisor	4	0,25	3	0,33	6	0,17	1	1,00	2	0,50	7	0,14	5	0,20
Entrevistado 13	Gerente	2	0,50	3	0,33	5	0,20	1	1,00	4	0,25	6	0,17	7	0,14
Entrevistado 14	Engenheiro	6	0,17	3	0,33	5	0,20	1	1,00	2	0,50	4	0,25	7	0,14
Entrevistado 15	Engenheiro	3	0,33	4	0,25	6	0,17	1	1,00	2	0,50	5	0,20	7	0,14
Entrevistado 16	Ger. Geral	6	0,17	5	0,20	4	0,25	1	1,00	2	0,50	3	0,33	7	0,14
Entrevistado 17	Supervisor	2	0,50	3	0,33	7	0,14	1	1,00	4	0,25	5	0,20	6	0,17
Entrevistado 18	Engenheiro	3	0,33	4	0,25	5	0,20	1	1,00	2	0,50	6	0,17	7	0,14
Entrevistado 19	Gerente	1	1,00	4	0,25	6	0,17	2	0,50	5	0,20	3	0,33	7	0,14
Entrevistado 20	Supervisor	2	0,50	3	0,33	6	0,17	1	1,00	4	0,25	5	0,20	7	0,14
Entrevistado 21	Supervisor	4	0,25	5	0,20	7	0,14	1	1,00	2	0,50	6	0,17	3	0,33
Total entrevistado	21	Soma	9,23	Soma	6,52	Soma	4,03	Soma	18,50	Soma	7,49	Soma	4,94	Soma	3,75

A.2 Cálculo do vetor pesos e teste de consistência

ESPECIALISTA 1:

Matriz Comparação				
	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	7,00	5,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	0,20	5,00
Sustentabilidade	0,14	5,00	1,00	5,00
Redução de custos	0,20	0,20	0,20	1,00
	1,45	15,20	8,40	16,00

Vetor de Pesos					
	0,69	0,59	0,83	0,31	0,61
	0,08	0,07	0,02	0,31	0,12
	0,10	0,33	0,12	0,31	0,21
	0,14	0,01	0,02	0,06	0,06
	1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
3,48	5,74	0,32	0,3598
0,53	4,40		
1,20	5,57		
0,25	4,18		
media			4,97

ESPECIALISTA 2:

Matriz Comparação				
	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	7,00	5,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	0,14	3,00
Sustentabilidade	0,14	7,00	1,00	7,00
Redução de custos	0,20	0,33	0,14	1,00
	1,45	17,33	8,29	16,00

Vetor de Pesos					
	0,69	0,52	0,84	0,31	0,59
	0,08	0,06	0,02	0,19	0,08
	0,10	0,40	0,12	0,44	0,27
	0,14	0,02	0,02	0,06	0,06
	1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
3,50	5,93	0,29	0,3222
0,37	4,32		
1,36	5,12		
0,24	4,12		
media			4,87

ESPECIALISTA 3:

Matriz Comparação				
-------------------	--	--	--	--

Vetor de Pesos				
----------------	--	--	--	--

	S&S	Prod	Sust	R. Cust									
Saude e Segurança	1,00	9,00	9,00	9,00	0,75	0,80	0,80	0,45	0,70	3,39	4,82	0,12	0,1298
Ganho Produtivo	0,11	1,00	1,00	5,00	0,08	0,09	0,09	0,25	0,13	0,55	4,26		
Sustentabilidade	0,11	1,00	1,00	5,00	0,08	0,09	0,09	0,25	0,13	0,55	4,26		
Redução de custos	0,11	0,20	0,20	1,00	0,08	0,02	0,02	0,05	0,04	0,17	4,06		
	1,33	11,20	11,20	20,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	4,35		

ESPECIALISTA 4:

	S&S	Prod	Sust	R. Cust									
Saude e Segurança	1,00	1,00	3,00	5,00	0,39	0,17	0,50	0,68	0,44	2,18	5,01	0,24	0,2636
Ganho Produtivo	1,00	1,00	1,00	0,33	0,39	0,17	0,17	0,05	0,19	0,85	4,41		
Sustentabilidade	0,33	1,00	1,00	1,00	0,13	0,17	0,17	0,14	0,15	0,71	4,72		
Redução de custos	0,20	3,00	1,00	1,00	0,08	0,50	0,17	0,14	0,22	1,04	4,71		
	2,53	6,00	6,00	7,33	1,00	1,00	1,00	1,00		media	4,71		

ESPECIALISTA 5:

	S&S	Prod	Sust	R. Cust									
Saude e Segurança	1,00	5,00	7,00	5,00	0,65	0,79	0,46	0,36	0,56	2,95	5,24	0,22	0,2418
Ganho Produtivo	0,20	1,00	7,00	5,00	0,13	0,16	0,46	0,36	0,28	1,40	5,07		
Sustentabilidade	0,14	0,14	1,00	3,00	0,09	0,02	0,07	0,21	0,10	0,41	4,15		
Redução de custos	0,20	0,20	0,33	1,00	0,13	0,03	0,02	0,07	0,06	0,26	4,15		
	1,54	6,34	15,33	14,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	4,65		

ESPECIALISTA 6:

	S&S	Prod	Sust	R. Cust									
Saude e Segurança	1,00	5,00	7,00	9,00	0,69	0,79	0,44	0,56	0,62	2,88	4,65	0,08	0,0939
Ganho Produtivo	0,20	1,00	7,00	5,00	0,14	0,16	0,44	0,31	0,26	1,11	4,23		
Sustentabilidade	0,14	0,14	1,00	1,00	0,10	0,02	0,06	0,06	0,06	0,25	3,99		

Redução de custos	0,11	0,20	1,00	1,00	0,08	0,03	0,06	0,06	0,06	0,24	4,13
	1,45	6,34	16,00	16,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	4,25

ESPECIALISTA 7:

Matriz Comparação					Vetor de Pesos					Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	Prod	Sust	R. Cust											
Saude e Segurança	1,00	9,00	9,00	9,00	0,75	0,87	0,59	0,50	0,68	3,60	5,32	0,18	0,1970		
Ganho Produtivo	0,11	1,00	5,00	5,00	0,08	0,10	0,33	0,28	0,20	0,91	4,67				
Sustentabilidade	0,11	0,20	1,00	3,00	0,08	0,02	0,07	0,17	0,08	0,33	3,98				
Redução de custos	0,11	0,20	0,33	1,00	0,08	0,02	0,02	0,06	0,04	0,19	4,16				
	1,33	10,40	15,33	18,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	4,53				

ESPECIALISTA 8:

Matriz Comparação					Vetor de Pesos					Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	Prod	Sust	R. Cust											
Saude e Segurança	1,00	9,00	5,00	5,00	0,66	0,80	0,44	0,50	0,60	3,30	5,48	0,35	0,3873		
Ganho Produtivo	0,11	1,00	5,00	1,00	0,07	0,09	0,44	0,10	0,18	1,00	5,70				
Sustentabilidade	0,20	0,20	1,00	3,00	0,13	0,02	0,09	0,30	0,13	0,55	4,11				
Redução de custos	0,20	1,00	0,33	1,00	0,13	0,09	0,03	0,10	0,09	0,43	4,89				
	1,51	11,20	11,33	10,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	5,05				

ESPECIALISTA 9:

Matriz Comparação					Vetor de Pesos					Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	Prod	Sust	R. Cust											
Saude e Segurança	1,00	7,00	3,00	9,00	0,63	0,53	0,66	0,56	0,59	2,55	4,29	0,09	0,0964		
Ganho Produtivo	0,14	1,00	0,20	3,00	0,09	0,08	0,04	0,19	0,10	0,41	4,11				
Sustentabilidade	0,33	5,00	1,00	3,00	0,21	0,38	0,22	0,19	0,25	1,12	4,49				
Redução de custos	0,11	0,33	0,33	1,00	0,07	0,03	0,07	0,06	0,06	0,24	4,15				
	1,59	13,33	4,53	16,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	4,26				

ESPECIALISTA 10:

Matriz Comparação					Vetor de Pesos				
-------------------	--	--	--	--	----------------	--	--	--	--

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	9,00	9,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	5,00	3,00
Sustentabilidade	0,11	0,20	1,00	0,33
Reduçaõ de custos	0,11	0,33	3,00	1,00
	1,33	10,53	18,00	13,33

0,75	0,85	0,50	0,68	0,69
0,08	0,09	0,28	0,23	0,17
0,08	0,02	0,06	0,03	0,05
0,08	0,03	0,17	0,08	0,09
1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificaçaõ
3,44	4,95
0,74	4,37
0,19	4,08
0,36	4,04
media	4,36

IC	RC
0,12	0,1337

ESPECIALISTA 11:

Matriz Comparação

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	7,00	7,00	5,00
Ganho Produtivo	0,14	1,00	1,00	5,00
Sustentabilidade	0,14	1,00	1,00	1,00
Reduçaõ de custos	0,20	0,20	1,00	1,00
	1,49	9,20	10,00	12,00

Vetor de Pesos

0,67	0,76	0,70	0,42	0,64
0,10	0,11	0,10	0,42	0,18
0,10	0,11	0,10	0,08	0,10
0,13	0,02	0,10	0,08	0,08
1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificaçaõ
3,00	4,71
0,79	4,40
0,45	4,67
0,35	4,07
media	4,46

IC	RC
0,15	0,1713

ESPECIALISTA 12:

Matriz Comparação

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	5,00	9,00	7,00
Ganho Produtivo	0,20	1,00	9,00	9,00
Sustentabilidade	0,11	0,11	1,00	3,00
Reduçaõ de custos	0,14	0,11	0,33	1,00
	1,45	6,22	19,33	20,00

Vetor de Pesos

0,69	0,80	0,47	0,35	0,58
0,14	0,16	0,47	0,45	0,30
0,08	0,02	0,05	0,15	0,07
0,10	0,02	0,02	0,05	0,05
1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificaçaõ
3,08	5,34
1,50	4,93
0,31	4,18
0,19	4,07
media	4,63

IC	RC
0,21	0,2340

ESPECIALISTA 13:

Matriz Comparação

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	9,00	9,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	5,00	3,00
Sustentabilidade	0,11	0,20	1,00	1,00
Reduçaõ de custos	0,11	0,33	1,00	1,00

Vetor de Pesos

0,75	0,85	0,56	0,64	0,70
0,08	0,09	0,31	0,21	0,18
0,08	0,02	0,06	0,07	0,06
0,08	0,03	0,06	0,07	0,06

Mult. Matriz	Verificaçaõ
3,38	4,81
0,74	4,18
0,23	3,97
0,26	4,15

IC	RC
0,09	0,1027

1,33 10,53 16,00 14,00 1,00 1,00 1,00 1,00

media **4,28**

ESPECIALISTA 14:

Matriz Comparação

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	7,00	9,00	5,00
Ganho Produtivo	0,14	1,00	7,00	1,00
Sustentabilidade	0,11	0,14	1,00	0,33
Redução de custos	0,20	1,00	3,00	1,00
	1,45	9,14	20,00	7,33

Vetor de Pesos

0,69	0,77	0,45	0,68	0,65
0,10	0,11	0,35	0,14	0,17
0,08	0,02	0,05	0,05	0,05
0,14	0,11	0,15	0,14	0,13
1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação
2,95	4,56
0,73	4,19
0,19	4,01
0,58	4,33
media	4,27

IC	RC
0,09	0,1009

ESPECIALISTA 15:

Matriz Comparação

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	9,00	7,00	9,00
Ganho Produtivo	0,11	1,00	0,20	3,00
Sustentabilidade	0,14	5,00	1,00	5,00
Redução de custos	0,11	0,33	0,20	1,00
	1,37	15,33	8,40	18,00

Vetor de Pesos

0,73	0,59	0,83	0,50	0,66
0,08	0,07	0,02	0,17	0,08
0,10	0,33	0,12	0,28	0,21
0,08	0,02	0,02	0,06	0,05
1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação
3,28	4,95
0,34	3,99
0,95	4,60
0,19	4,14
media	4,42

IC	RC
0,14	0,1547

ESPECIALISTA 16:

Matriz Comparação

	S&S	Prod	Sust	R. Cust
Saude e Segurança	1,00	7,00	7,00	7,00
Ganho Produtivo	0,14	1,00	5,00	5,00
Sustentabilidade	0,14	0,20	1,00	0,20
Redução de custos	0,14	0,20	5,00	1,00
	1,43	8,40	18,00	13,20

Vetor de Pesos

0,70	0,83	0,39	0,53	0,61
0,10	0,12	0,28	0,38	0,22
0,10	0,02	0,06	0,02	0,05
0,10	0,02	0,28	0,08	0,12
1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação
3,32	5,42
1,15	5,24
0,20	4,19
0,49	4,14
media	4,75

IC	RC
0,25	0,2763

A.3 Cálculo dos pesos finais dos critérios

ESPECIALISTA 1:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,61	0,3598	0,61
Ganho Produtivo	0,12		0,12
Sustentabilidade	0,21	Peso	0,21
Redução de custos	0,06	1	0,06

ESPECIALISTA 9:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,59	0,0964	1,78
Ganho Produtivo	0,10		0,30
Sustentabilidade	0,25	Peso	0,74
Redução de custos	0,06	3	0,17

ESPECIALISTA 2:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,59	0,3222	0,59
Ganho Produtivo	0,08		0,08
Sustentabilidade	0,27	Peso	0,27
Redução de custos	0,06	1	0,06

ESPECIALISTA 10:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,69	0,1337	1,39
Ganho Produtivo	0,17		0,34
Sustentabilidade	0,05	Peso	0,09
Redução de custos	0,09	2	0,18

ESPECIALISTA 3:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,70	0,1298	1,40
Ganho Produtivo	0,13		0,26
Sustentabilidade	0,13	Peso	0,26
Redução de custos	0,04	2	0,08

ESPECIALISTA 11:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,64	0,1713	1,28
Ganho Produtivo	0,18		0,36
Sustentabilidade	0,10	Peso	0,19
Redução de custos	0,08	2	0,17

ESPECIALISTA 4:

ESPECIALISTA 12:

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,44	0,2636	0,44
Ganho Produtivo	0,19		0,19
Sustentabilidade	0,15	Peso	0,15
Redução de custos	0,22	1	0,22

Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,58	0,2340	0,58
Ganho Produtivo	0,30		0,30
Sustentabilidade	0,07	Peso	0,07
Redução de custos	0,05	1	0,05

ESPECIALISTA 5:			
Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,56	0,2418	0,56
Ganho Produtivo	0,28		0,28
Sustentabilidade	0,10	Peso	0,10
Redução de custos	0,06	1	0,06

ESPECIALISTA 13:			
Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,70	0,1027	1,40
Ganho Produtivo	0,18		0,35
Sustentabilidade	0,06	Peso	0,12
Redução de custos	0,06	2	0,12

ESPECIALISTA 6:			
Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,62	0,0939	1,86
Ganho Produtivo	0,26		0,78
Sustentabilidade	0,06	Peso	0,18
Redução de custos	0,06	3	0,17

ESPECIALISTA 14:			
Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,65	0,1009	1,29
Ganho Produtivo	0,17		0,35
Sustentabilidade	0,05	Peso	0,09
Redução de custos	0,13	2	0,27

ESPECIALISTA 7:			
Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,68	0,1970	1,35
Ganho Produtivo	0,20		0,39
Sustentabilidade	0,08	Peso	0,17
Redução de custos	0,04	2	0,09

ESPECIALISTA 15:			
Matriz Comparação			
		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,66	0,1547	1,33
Ganho Produtivo	0,08		0,17
Sustentabilidade	0,21	Peso	0,41
Redução de custos	0,05	2	0,09

ESPECIALISTA 8:

Matriz Comparação		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,60	0,3873	0,60
Ganho Produtivo	0,18		0,18
Sustentabilidade	0,13	Peso	0,13
Redução de custos	0,09	1	0,09

ESPECIALISTA 16:

Matriz Comparação		RC	M. Ponderada
Saude e Segurança	0,61	0,2763	0,61
Ganho Produtivo	0,22		0,22
Sustentabilidade	0,05	Peso	0,05
Redução de custos	0,12	1	0,12

A.4 Imagem do Formulário de Priorização de Projetos

VALE DIFN – Departamento de Ferros Norte

Formulário de Solicitação de Melhoria e Modificação

Nº: RG-XXXXX Pág.: 1 de 1

Classificação: USO INTERNO Rev.: 00-29/04/2012

Responsabilidade Técnica: Lucas Paes Código de Treinamento: N/A

Público-alvo: Gerentes, Supervisores, Engenheiros e Técnicos Palavras-chave: Melhoria

Obs: 1. O Solicitante deverá preencher somente as células em amarelo.
2. A engenharia deverá preencher os campos em azul.

SOLICITANTE DA MELHORIA

Nome: Matrícula: Ramal:
Email: Gerência Geral: Gerência de Área:

TÍTULO:

LOCALIZAÇÃO DA OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Local: Data da solicitação:
Equipamento:

FATOR GERADOR DA SOLICITAÇÃO

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA:

DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO PROPOSTA:

QUESTIONÁRIO - GANHOS COM A SOLICITAÇÃO

1 A solicitação trará ganhos de saúde e/ou segurança?

Como trará o benefício? SIM, explique o porque:

2 A solicitação trará ganhos produtivos (DF, UT, OEE, etc)?

Como trará o benefício? SIM, explique o porque:

3 A solicitação trará ganhos em sustentabilidade?

Como trará o benefício? SIM, explique o porque:

4 A solicitação trará redução de custos?

Como trará o benefício? SIM, explique o porque e quantifique:

VALE DIFN – Departamento de Ferros Norte

RECURSOS FINANCEIROS PARA IMPLANTAÇÃO

Orçamento Investimento Número do centro de custo: Cota Contábil:
Número do P: Tarefa:

Marque com a opção adequada

ANÁLISE DE CRITÉRIOS

1 Saúde e Segurança →

2 Ganho Produtivo →

3 Sustentabilidade →

4 Redução de Custos →

OUTRAS QUESTÕES RELEVANTES

1- Há alguma iniciativa citada acima que inviabilize a implantação da melhoria?
2- Há outras propostas importantes para a melhoria/modificação?
3- O processo compete a outro departamento e/ou área?
4- Há outras áreas do Vale em que se aplica a melhoria/modificação?
5- Há necessidade de elaborar ou modificar plano de manutenção para a melhoria?

Existe alguma iniciativa citada acima que inviabilize a implantação da melhoria?
Por que?

Responsável Técnico pela Análise:

Nº da solicitação: Data limite da avaliação SM:

CRITICIDADE DA SOLICITAÇÃO DE MELHORIA A SER EXECUTADA (Usua / Mias)

ATRIBUTOS	PESO	PONTOS
1 Saúde e Segurança	0,63	0
2 Ganho de Produtividade	0,17	0
3 Sustentabilidade	0,12	0
4 Redução de Custos	0,08	0

RESULTADO
0

PARECER FINAL DA ENGENHARIA / SUPERVISÃO

Responsável pela avaliação: Matrícula: Data da Aprovação

B APENDICES DO SEGUNDO ARTIGO

B.1 Cálculo do vetor pesos e teste de consistência

ESPECIALISTA 1

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verif.		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	3,00	5,00	3,00	7,00	7,00	5,00	0,43	0,50	0,26	0,45	0,49	0,34	0,16	0,38	3,04	8,08	0,15	0,1120		
LP	0,33	1,00	9,00	1,00	3,00	3,00	5,00	0,14	0,17	0,46	0,15	0,21	0,15	0,16	0,21	1,82	8,84				
MA	0,20	0,11	1,00	0,33	1,00	3,00	5,00	0,09	0,02	0,05	0,05	0,07	0,15	0,16	0,08	0,64	7,63				
P 0	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	5,00	7,00	0,14	0,17	0,15	0,15	0,07	0,25	0,23	0,16	1,32	7,98				
MP	0,14	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	5,00	0,06	0,06	0,05	0,15	0,07	0,05	0,16	0,09	0,66	7,75				
MC	0,14	0,33	0,33	0,20	1,00	1,00	3,00	0,06	0,06	0,02	0,03	0,07	0,05	0,10	0,05	0,41	7,63				
MM	0,20	0,20	0,20	0,14	0,20	0,33	1,00	0,09	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,22	7,31				
SOMA	2,35	5,98	19,53	6,68	14,20	20,33	31,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	7,89				

ESPECIALISTA 2

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,20	0,07	0,07	0,24	0,09	0,04	0,02	0,02	0,08	0,65	8,41	0,50	0,3778		
LP	1,00	1,00	0,50	0,33	3,00	0,33	0,20	0,07	0,07	0,12	0,06	0,23	0,01	0,02	0,08	0,82	9,94				
MA	1,00	2,00	1,00	3,00	5,00	7,00	1,00	0,07	0,13	0,24	0,54	0,39	0,29	0,08	0,25	2,45	9,86				
P 0	2,00	3,00	0,33	1,00	3,00	5,00	5,00	0,14	0,20	0,08	0,18	0,23	0,21	0,40	0,21	2,35	11,43				
MP	2,00	0,33	0,20	0,33	1,00	5,00	5,00	0,14	0,02	0,05	0,06	0,08	0,21	0,40	0,14	1,68	12,32				
MC	2,00	3,00	0,14	0,20	0,20	1,00	0,20	0,14	0,20	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02	0,07	0,61	8,88				
MM	5,00	5,00	1,00	0,20	0,20	5,00	1,00	0,36	0,33	0,24	0,04	0,02	0,21	0,08	0,18	1,64	9,10				
SOMA	14,00	15,33	4,18	5,57	12,90	23,83	12,60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	9,99				

ESPECIALISTA 3

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	0,20	7,00	5,00	7,00	9,00	9,00	0,15	0,10	0,51	0,29	0,36	0,23	0,20	0,26	2,92	11,06	0,29	0,2167		
LP	5,00	1,00	5,00	5,00	5,00	7,00	9,00	0,75	0,49	0,37	0,29	0,26	0,18	0,20	0,36	3,69	10,21				
MA	0,14	0,20	1,00	5,00	5,00	7,00	9,00	0,02	0,10	0,07	0,29	0,26	0,18	0,20	0,16	1,48	9,21				
P 0	0,20	0,20	0,20	1,00	1,00	5,00	5,00	0,03	0,10	0,01	0,06	0,05	0,13	0,11	0,07	0,56	7,99				
MP	0,14	0,20	0,20	1,00	1,00	9,00	9,00	0,02	0,10	0,01	0,06	0,05	0,23	0,20	0,10	0,74	7,62				
MC	0,11	0,14	0,14	0,20	0,11	1,00	3,00	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0,03	0,07	0,03	0,21	7,20				
MM	0,11	0,11	0,11	0,20	0,11	0,33	1,00	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,14	7,72				
SOMA	6,71	2,05	13,65	17,40	19,22	38,33	45,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	8,72				

ESPECIALISTA 4

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	5,00	5,00	3,00	3,00	5,00	7,00	0,42	0,47	0,25	0,59	0,27	0,27	0,24	0,36	2,88	8,06	0,09	0,0683		
LP	0,20	1,00	5,00	0,33	1,00	3,00	5,00	0,08	0,09	0,25	0,07	0,09	0,16	0,17	0,13	0,98	7,54				
MA	0,20	0,20	1,00	0,20	0,33	1,00	3,00	0,08	0,02	0,05	0,04	0,03	0,05	0,10	0,05	0,38	7,12				
P 0	0,33	3,00	5,00	1,00	5,00	5,00	7,00	0,14	0,28	0,25	0,20	0,45	0,27	0,24	0,26	2,08	7,97				
MP	0,33	1,00	3,00	0,20	1,00	3,00	3,00	0,14	0,09	0,15	0,04	0,09	0,16	0,10	0,11	0,83	7,49				
MC	0,20	0,33	1,00	0,20	0,33	1,00	3,00	0,08	0,03	0,05	0,04	0,03	0,05	0,10	0,06	0,40	7,20				
MM	0,14	0,20	0,33	0,14	0,33	0,33	1,00	0,06	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,22	7,41				
SOMA	2,41	10,73	20,33	5,08	11,00	18,33	29,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	7,54				

ESPECIALISTA 5

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	9,00	5,00	0,20	5,00	7,00	9,00	0,15	0,57	0,72	0,02	0,23	0,22	0,19	0,30	3,55	11,82	0,60	0,4550		
LP	0,11	1,00	0,20	5,00	5,00	7,00	9,00	0,02	0,06	0,03	0,43	0,23	0,22	0,19	0,17	1,97	11,66				
MA	0,20	5,00	1,00	5,00	5,00	5,00	7,00	0,03	0,32	0,14	0,43	0,23	0,16	0,15	0,21	2,75	13,17				
P 0	5,00	0,20	0,20	1,00	5,00	7,00	9,00	0,74	0,01	0,03	0,09	0,23	0,22	0,19	0,22	2,44	11,31				
MP	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	5,00	7,00	0,03	0,01	0,03	0,02	0,05	0,16	0,15	0,06	0,49	7,73				
MC	0,14	0,14	0,20	0,14	0,20	1,00	5,00	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,11	0,03	0,25	7,90				
MM	0,11	0,11	0,14	0,11	0,14	0,20	1,00	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,13	10,65				

SOMA 6,77 15,65 6,94 11,65 21,34 32,20 47,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

media **10,60**

ESPECIALISTA 6

Matriz Comparação							
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM
S&S	1,00	5,00	1,00	5,00	5,00	7,00	9,00
LP	0,20	1,00	0,20	3,00	5,00	7,00	7,00
MA	1,00	5,00	1,00	5,00	5,00	7,00	7,00
P 0	0,20	0,33	0,20	1,00	5,00	5,00	5,00
MP	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	5,00	1,00
MC	0,14	0,14	0,14	0,20	0,20	1,00	1,00
MM	0,11	0,14	0,14	0,20	1,00	1,00	1,00
SOMA	2,85	11,82	2,89	14,60	22,20	33,00	31,00

Vetor de Pesos							
0,35	0,42	0,35	0,34	0,23	0,21	0,29	0,31
0,07	0,08	0,07	0,21	0,23	0,21	0,23	0,16
0,35	0,42	0,35	0,34	0,23	0,21	0,23	0,30
0,07	0,03	0,07	0,07	0,23	0,15	0,16	0,11
0,07	0,02	0,07	0,01	0,05	0,15	0,03	0,06
0,05	0,01	0,05	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03
0,04	0,01	0,05	0,01	0,05	0,03	0,03	0,03
SOMA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
2,72	8,68	0,16	0,1196
1,31	8,42		
2,65	8,74		
0,87	7,87		
0,41	7,13		
0,20	7,24		
0,24	7,55		
media	7,95		

ESPECIALISTA 7

Matriz Comparação							
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM
S&S	1,00	3,00	7,00	4,00	3,00	5,00	9,00
LP	0,33	1,00	4,00	3,00	4,00	7,00	9,00
MA	0,14	0,25	1,00	0,25	0,20	0,14	9,00
P 0	0,25	0,33	4,00	1,00	3,00	3,00	9,00
MP	0,33	0,25	5,00	0,33	1,00	3,00	9,00
MC	0,20	0,14	7,00	0,33	0,33	1,00	9,00
MM	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,00
SOMA	2,37	5,09	28,11	9,03	11,64	19,25	55,00

Vetor de Pesos							
0,42	0,59	0,25	0,44	0,26	0,26	0,16	0,34
0,14	0,20	0,14	0,33	0,34	0,36	0,16	0,24
0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,16	0,05
0,11	0,07	0,14	0,11	0,26	0,16	0,16	0,14
0,14	0,05	0,18	0,04	0,09	0,16	0,16	0,12
0,08	0,03	0,25	0,04	0,03	0,05	0,16	0,09
0,05	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
SOMA	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
2,95	8,67	0,25	0,1881
2,25	9,35		
0,38	7,46		
1,29	9,02		
1,02	8,84		
0,79	8,65		
0,13	7,45		
media	8,49		

ESPECIALISTA 8

Matriz Comparação							
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM
S&S	1,00	5,00	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00
LP	0,20	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	3,00
MA	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00
P 0	0,33	0,33	0,33	1,00	3,00	3,00	3,00

Vetor de Pesos							
0,29	0,56	0,25	0,27	0,18	0,22	0,24	0,29
0,06	0,11	0,25	0,27	0,18	0,07	0,14	0,15
0,29	0,11	0,25	0,27	0,18	0,37	0,24	0,24
0,10	0,04	0,08	0,09	0,18	0,22	0,14	0,12

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
2,34	8,17	0,12	0,0893
1,21	7,83		
1,91	7,86		
0,93	7,72		

MP	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	0,10	0,04	0,08	0,03	0,06	0,02	0,05	0,05	0,40	7,38
MC	0,33	1,00	0,20	0,33	3,00	1,00	3,00	0,10	0,11	0,05	0,03	0,18	0,07	0,14	0,10	0,73	7,50
MM	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	0,33	1,00	0,06	0,04	0,05	0,03	0,06	0,02	0,05	0,04	0,33	7,50
SOMA	3,40	9,00	4,07	11,00	17,00	13,67	21,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	media	7,71

ESPECIALISTA 9

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM													
S&S	1,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,60	0,49	0,85	0,33	0,28	0,28	0,21	0,43	5,54	12,80	0,54	0,4070
LP	0,11	1,00	0,13	8,00	7,00	8,00	8,00	0,07	0,05	0,01	0,29	0,22	0,25	0,19	0,15	1,73	11,22		
MA	0,11	8,00	1,00	8,00	7,00	8,00	8,00	0,07	0,43	0,09	0,29	0,22	0,25	0,19	0,22	2,99	13,64		
P 0	0,11	0,13	0,13	1,00	8,00	1,00	7,00	0,07	0,01	0,01	0,04	0,25	0,03	0,16	0,08	0,79	9,85		
MP	0,11	0,14	0,14	0,13	1,00	5,00	5,00	0,07	0,01	0,01	0,00	0,03	0,16	0,12	0,06	0,45	8,06		
MC	0,11	0,13	0,13	1,00	0,20	1,00	5,00	0,07	0,01	0,01	0,04	0,01	0,03	0,12	0,04	0,32	8,03		
MM	0,11	0,13	0,13	0,14	0,20	0,20	1,00	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,14	7,96		
SOMA	1,67	18,52	10,64	27,27	32,40	32,20	43,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	media	10,22		

ESPECIALISTA 10

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM													
S&S	1,00	7,00	9,00	9,00	9,00	9,00	7,00	0,58	0,81	0,46	0,32	0,26	0,20	0,14	0,39	5,38	13,63	0,84	0,6379
LP	0,14	1,00	9,00	9,00	7,00	7,00	7,00	0,08	0,12	0,46	0,32	0,20	0,16	0,14	0,21	3,55	16,88		
MA	0,11	0,11	1,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,06	0,01	0,05	0,32	0,26	0,20	0,18	0,15	2,38	15,41		
P 0	0,11	0,11	0,11	1,00	9,00	9,00	9,00	0,06	0,01	0,01	0,04	0,26	0,20	0,18	0,11	1,38	12,83		
MP	0,11	0,14	0,11	0,11	1,00	9,00	9,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,03	0,20	0,18	0,07	0,72	10,14		
MC	0,11	0,14	0,11	0,11	0,11	1,00	9,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00	0,02	0,18	0,04	0,33	7,78		
MM	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11	1,00	0,08	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,15	7,70		
SOMA	1,73	8,65	19,44	28,33	35,22	44,11	51,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	media	12,05		

ESPECIALISTA 11

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM													
S&S	1,00	9,00	3,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,53	0,48	0,63	0,51	0,42	0,28	0,20	0,44	3,96	9,07	0,22	0,1673

LP	0,11	1,00	0,14	1,00	3,00	5,00	9,00	0,06	0,05	0,03	0,06	0,14	0,16	0,20	0,10	0,87	8,71
MA	0,33	7,00	1,00	5,00	7,00	7,00	9,00	0,18	0,38	0,21	0,29	0,33	0,22	0,20	0,26	2,45	9,57
P 0	0,11	1,00	0,20	1,00	1,00	3,00	5,00	0,06	0,05	0,04	0,06	0,05	0,09	0,11	0,07	0,56	8,46
MP	0,11	0,33	0,14	1,00	1,00	7,00	7,00	0,06	0,02	0,03	0,06	0,05	0,22	0,16	0,08	0,67	8,04
MC	0,11	0,20	0,14	0,33	0,14	1,00	5,00	0,06	0,01	0,03	0,02	0,01	0,03	0,11	0,04	0,27	7,16
MM	0,11	0,11	0,11	0,20	0,14	0,20	1,00	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,14	7,28
SOMA	1,89	18,64	4,74	17,53	21,29	32,20	45,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	8,33

ESPECIALISTA 12

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM		0,30	0,32	0,28	0,32	0,21	0,32	0,23	0,28	2,18	7,71	0,11	0,0812		
S&S	1,00	3,00	1,00	3,00	5,00	3,00	9,00	0,10	0,11	0,09	0,11	0,21	0,11	0,23	0,14	1,07	7,83				
LP	0,33	1,00	0,33	1,00	5,00	1,00	9,00	0,30	0,32	0,28	0,32	0,12	0,32	0,13	0,26	1,97	7,67				
MA	1,00	3,00	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00	0,10	0,11	0,09	0,11	0,21	0,11	0,13	0,12	0,96	7,94				
P 0	0,33	1,00	0,33	1,00	5,00	1,00	5,00	0,06	0,02	0,09	0,02	0,04	0,02	0,13	0,06	0,40	7,23				
MP	0,20	0,20	0,33	0,20	1,00	0,20	5,00	0,10	0,11	0,09	0,11	0,21	0,11	0,13	0,12	0,96	7,94				
MC	0,33	1,00	0,33	1,00	5,00	1,00	5,00	0,03	0,01	0,06	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,18	7,18				
MM	0,11	0,11	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00														
SOMA	3,31	9,31	3,53	9,40	24,20	9,40	39,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	7,64				

ESPECIALISTA 13

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM		0,31	0,39	0,22	0,29	0,41	0,18	0,15	0,28	2,55	9,14	0,23	0,1752		
S&S	1,00	5,00	5,00	1,00	5,00	3,00	3,00	0,06	0,08	0,22	0,10	0,03	0,18	0,25	0,13	1,12	8,52				
LP	0,20	1,00	5,00	0,33	0,33	3,00	5,00	0,06	0,02	0,04	0,10	0,03	0,02	0,02	0,04	0,31	7,55				
MA	0,20	0,20	1,00	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,24	0,13	0,29	0,41	0,18	0,25	0,26	2,37	9,14				
P 0	1,00	3,00	3,00	1,00	5,00	3,00	5,00	0,06	0,24	0,13	0,06	0,08	0,18	0,25	0,14	1,36	9,49				
MP	0,20	3,00	3,00	0,20	1,00	3,00	5,00	0,10	0,03	0,13	0,10	0,03	0,06	0,02	0,07	0,49	7,35				
MC	0,33	0,33	3,00	0,33	0,33	1,00	0,33	0,10	0,02	0,13	0,06	0,02	0,18	0,05	0,08	0,60	7,52				
MM	0,33	0,20	3,00	0,20	0,20	3,00	1,00														
SOMA	3,27	12,73	23,00	3,40	12,20	16,33	19,67	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	8,39				

ESPECIALISTA 14

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	0,60	0,82	0,57	0,28	0,44	0,26	0,33	0,47	5,24	11,12	0,43	0,3251		
LP	0,11	1,00	5,00	7,00	5,00	5,00	5,00	0,07	0,09	0,32	0,22	0,24	0,14	0,18	0,18	2,08	11,53				
MA	0,11	0,20	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	0,07	0,02	0,06	0,16	0,24	0,14	0,18	0,12	1,34	10,74				
P 0	0,11	0,14	0,20	1,00	0,20	7,00	0,20	0,07	0,01	0,01	0,03	0,01	0,20	0,01	0,05	0,33	6,89				
MP	0,11	0,20	0,20	5,00	1,00	5,00	7,00	0,07	0,02	0,01	0,16	0,05	0,14	0,25	0,10	0,95	9,49				
MC	0,11	0,20	0,20	0,14	0,20	1,00	0,33	0,07	0,02	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,02	0,18	8,27				
MM	0,11	0,20	0,20	5,00	0,14	3,00	1,00	0,07	0,02	0,01	0,16	0,01	0,09	0,04	0,05	0,49	8,99				
SOMA	1,67	10,94	15,80	32,14	20,54	35,00	27,53	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	9,58				

ESPECIALISTA 15

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	1,00	3,00	3,00	5,00	5,00	3,00	0,29	0,33	0,24	0,22	0,44	0,23	0,11	0,27	2,17	8,13	0,18	0,1340		
LP	1,00	1,00	5,00	7,00	3,00	5,00	7,00	0,29	0,33	0,41	0,52	0,26	0,23	0,26	0,33	2,68	8,16				
MA	0,33	0,20	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	0,10	0,07	0,08	0,07	0,09	0,14	0,04	0,08	0,68	8,23				
P 0	0,33	0,14	1,00	1,00	1,00	3,00	5,00	0,10	0,05	0,08	0,07	0,09	0,14	0,19	0,10	0,84	8,27				
MP	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	5,00	5,00	0,06	0,11	0,08	0,07	0,09	0,23	0,19	0,12	0,98	8,38				
MC	0,20	0,20	0,33	0,33	0,20	1,00	5,00	0,06	0,07	0,03	0,02	0,02	0,05	0,19	0,06	0,48	7,95				
MM	0,33	0,14	1,00	0,20	0,20	0,20	1,00	0,10	0,05	0,08	0,01	0,02	0,01	0,04	0,04	0,32	7,30				
SOMA	3,40	3,02	12,33	13,53	11,40	22,20	27,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		media	8,06				

ESPECIALISTA 16

Matriz Comparação								Vetor de Pesos								Mult. Matriz		Verificação		IC	RC
	S&S	LP	MA	P 0	MP	MC	MM														
S&S	1,00	0,20	5,00	0,20	5,00	5,00	7,00	0,09	0,04	0,23	0,09	0,32	0,20	0,23	0,17	1,46	8,57	0,22	0,1641		
LP	5,00	1,00	7,00	0,33	3,00	5,00	7,00	0,43	0,20	0,33	0,15	0,19	0,20	0,23	0,25	2,40	9,78				
MA	0,20	0,14	1,00	0,20	0,33	5,00	5,00	0,02	0,03	0,05	0,09	0,02	0,20	0,16	0,08	0,59	7,26				
P 0	5,00	3,00	5,00	1,00	5,00	7,00	7,00	0,43	0,60	0,23	0,45	0,32	0,28	0,23	0,36	3,20	8,84				
MP	0,20	0,33	3,00	0,20	1,00	1,00	3,00	0,02	0,07	0,14	0,09	0,06	0,04	0,10	0,07	0,63	8,59				
MC	0,20	0,20	0,20	0,14	1,00	1,00	1,00	0,02	0,04	0,01	0,06	0,06	0,04	0,03	0,04	0,29	7,67				
MM	0,14	0,14	0,20	0,14	0,33	1,00	1,00	0,01	0,03	0,01	0,06	0,02	0,04	0,03	0,03	0,22	7,39				

SOMA 11,74 5,02 21,40 2,22 15,67 25,00 31,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00

media **8,30**

ESPECIALISTA 17

		Matriz Comparação						
		S&S	LP	MA	P O	MP	MC	MM
S&S		1,00	3,00	3,00	1,00	2,00	5,00	9,00
LP		0,33	1,00	1,00	1,00	2,00	5,00	9,00
MA		0,33	1,00	1,00	0,33	0,33	3,00	9,00
P O		1,00	1,00	3,00	1,00	3,00	5,00	9,00
MP		0,50	0,50	3,00	0,33	1,00	3,00	9,00
MC		0,20	0,20	0,33	0,20	0,33	1,00	9,00
MM		0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	1,00
SOMA		3,48	6,81	11,44	3,98	8,78	22,11	55,00

		Vetor de Pesos								
		0,29	0,44	0,26	0,25	0,23	0,23	0,16	0,27	
		0,10	0,15	0,09	0,25	0,23	0,23	0,16	0,17	
		0,10	0,15	0,09	0,08	0,04	0,14	0,16	0,11	
		0,29	0,15	0,26	0,25	0,34	0,23	0,16	0,24	
		0,14	0,07	0,26	0,08	0,11	0,14	0,16	0,14	
		0,06	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,16	0,06	
		0,03	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
2,07	7,80	0,11	0,0823
1,34	7,81		
0,83	7,71		
1,87	7,79		
1,09	7,84		
0,43	7,34		
0,13	7,28		
media	7,65		

ESPECIALISTA 18

		Matriz Comparação						
		S&S	LP	MA	P O	MP	MC	MM
S&S		1,00	3,00	4,00	4,00	5,00	7,00	9,00
LP		0,33	1,00	3,00	2,00	3,00	5,00	9,00
MA		0,25	0,33	1,00	0,33	1,00	4,00	7,00
P O		0,25	0,50	3,00	1,00	2,00	5,00	7,00
MP		0,20	0,33	1,00	0,50	1,00	4,00	7,00
MC		0,14	0,20	0,25	0,20	0,25	1,00	5,00
MM		0,11	0,11	0,14	0,14	0,14	0,20	1,00
SOMA		2,29	5,48	12,39	8,18	12,39	26,20	45,00

		Vetor de Pesos								
		0,44	0,55	0,32	0,49	0,40	0,27	0,20	0,38	
		0,15	0,18	0,24	0,24	0,24	0,19	0,20	0,21	
		0,11	0,06	0,08	0,04	0,08	0,15	0,16	0,10	
		0,11	0,09	0,24	0,12	0,16	0,19	0,16	0,15	
		0,09	0,06	0,08	0,06	0,08	0,15	0,16	0,10	
		0,06	0,04	0,02	0,02	0,02	0,04	0,11	0,04	
		0,05	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	
		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Mult. Matriz	Verificação	IC	RC
2,98	7,82	0,09	0,0710
1,63	7,86		
0,73	7,48		
1,20	7,83		
0,73	7,57		
0,32	7,14		
0,14	7,23		
media	7,56		

B.2 Cálculo dos pesos finais dos critérios

ESPECIALISTA 1			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,38	RC	0,75
LP	0,21	0,1120	0,41
MA	0,08		0,17
P 0	0,16		0,33
MP	0,09		0,17
MC	0,05	Peso	0,11
MM	0,03	2	0,06

ESPECIALISTA 10			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,39	RC	0,39
LP	0,21	0,6379	0,21
MA	0,15		0,15
P 0	0,11		0,11
MP	0,07		0,07
MC	0,04	Peso	0,04
MM	0,02	1	0,02

ESPECIALISTA 2			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,08	RC	0,08
LP	0,08	0,3778	0,08
MA	0,25		0,25
P 0	0,21		0,21
MP	0,14		0,14
MC	0,07	Peso	0,07
MM	0,18	1	0,18

ESPECIALISTA 11			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,44	RC	0,87
LP	0,10	0,1673	0,20
MA	0,26		0,51
P 0	0,07		0,13
MP	0,08		0,17
MC	0,04	Peso	0,08
MM	0,02	2	0,04

ESPECIALISTA 3			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,26	RC	0,26
LP	0,36	0,2167	0,36
MA	0,16		0,16
P 0	0,07		0,07
MP	0,10		0,10
MC	0,03	Peso	0,03
MM	0,02	1	0,02

ESPECIALISTA 12			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,28	RC	0,85
LP	0,14	0,0812	0,41
MA	0,26		0,77
P 0	0,12		0,36
MP	0,06		0,17
MC	0,12	Peso	0,36
MM	0,03	3	0,08

ESPECIALISTA 4		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,36	RC
LP	0,13	0,0683
MA	0,05	
P 0	0,26	
MP	0,11	
MC	0,06	Peso
MM	0,03	3

ESPECIALISTA 13		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,28	RC
LP	0,13	0,1752
MA	0,04	
P 0	0,26	
MP	0,14	
MC	0,07	Peso
MM	0,08	2

ESPECIALISTA 5		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,30	RC
LP	0,17	0,4550
MA	0,21	
P 0	0,22	
MP	0,06	
MC	0,03	Peso
MM	0,01	1

ESPECIALISTA 14		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,47	RC
LP	0,18	0,3251
MA	0,12	
P 0	0,05	
MP	0,10	
MC	0,02	Peso
MM	0,05	1

ESPECIALISTA 6		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,31	RC
LP	0,16	0,1196
MA	0,30	
P 0	0,11	
MP	0,06	
MC	0,03	Peso
MM	0,03	2

ESPECIALISTA 15		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,27	RC
LP	0,33	0,1340
MA	0,08	
P 0	0,10	
MP	0,12	
MC	0,06	Peso
MM	0,04	2

ESPECIALISTA 7		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,34	RC

ESPECIALISTA 16		
Matriz	Peso	M. Ponderada
S&S	0,17	RC

LP	0,24	0,1881	0,48
MA	0,05		0,10
P 0	0,14		0,29
MP	0,12		0,23
MC	0,09	Peso	0,18
MM	0,02	2	0,03

LP	0,25	0,1641	0,49
MA	0,08		0,16
P 0	0,36		0,72
MP	0,07		0,15
MC	0,04	Peso	0,08
MM	0,03	2	0,06

ESPECIALISTA 8			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,29	RC	0,86
LP	0,15	0,0893	0,46
MA	0,24		0,73
P 0	0,12		0,36
MP	0,05		0,16
MC	0,10	Peso	0,29
MM	0,04	3	0,13

ESPECIALISTA 17			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,27	RC	0,80
LP	0,17	0,0823	0,51
MA	0,11		0,32
P 0	0,24		0,72
MP	0,14		0,42
MC	0,06	Peso	0,18
MM	0,02	3	0,05

ESPECIALISTA 9			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,43	RC	0,43
LP	0,15	0,4070	0,15
MA	0,22		0,22
P 0	0,08		0,08
MP	0,06		0,06
MC	0,04	Peso	0,04
MM	0,02	1	0,02

ESPECIALISTA 18			
Matriz Peso			M. Ponderada
S&S	0,38	RC	1,14
LP	0,21	0,0710	0,62
MA	0,10		0,29
P 0	0,15		0,46
MP	0,10		0,29
MC	0,04	Peso	0,13
MM	0,02	3	0,06

B.3 Imagem da Planilha de Priorização de Ordens de Serviço

HH DISPONÍVEL PARA EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO

48

INFORMAR HH DISPONÍVEL PARA
EXECUÇÃO DA PROGRAMAÇÃOClicar em fórmula e
cálculo automático (x) (x)

Número da OS	Descrição	HH	TIPO	PRIORIDADE	Peso	Criticidade	Pontuação
2013-20488992	SUBSTITUIR TOMADA DE SOLDA SEM DR LOCALIZADA LD M-15 DO TR	4	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-17063597	NORMALIZAR DUAS LUMINARIAS DE 70W APAGADAS NO LE, MOD 04 ELD, MOD 26 DO TRANSPORTADOR DE CORREIA	2	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-20489101	SUBSTITUIR TOMADA DE SOLDA SEM DR LOCALIZADA LD M-31 DO TR	4	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-18190941	TROCAR 06 LÂMPADAS DE 70W AO LONGO DO TR-133-03 CONFORME RELATORIO NA DESCRIÇÃO DETALHADA DA ORDEM	6	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-18591325	FIXAR CABO DE ATERRAMENTO NA CARCAÇA DO MOTOR O CABO ESTAR FIXADO NA BASE DE SUSTENTAÇÃO DO MESMO	4	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-17064387	SUBSTITUIR TOMADA DE SOLDA COM DR DANIFICADO LOCALIZADA LD M-03 PROVA ESCADA	4	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-22567050	NORMALIZAR 2 LUMINARIAS DE 70W 1LE DO RETORNO E OUTRO NO RETORNO DO AL-131-01	2	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-22555842	NORMALIZAR REFLETOR APAGADO JET 4 LOCALIZADO NA FRENTE DA OS-131-05	2	Segurança	5- OS eliminará uma condição de risco que pode gerar um acidente pessoal (CAF-SAF-FAC)	0,32	5	160
2013-23225131	PREVENTIVA ELETRICA TR 134 03	8	Manutenção Preventiva	7- Plano de manutenção de componente de garantia aporacional do equipamento de criticidade 1	0,09	7	63
2013-26819647	Reportar perfura do furo R do diâmetro da gaveta alimentação da PN 131-73 que apresenta temperatura elevada conforme análise termográfica	4	Laudar Produtivo	3- Alerte 1: Laudar a vencer em 45 dias	0,18	3	54
2013-23236398	MANUTENCAO PREVENTIVA DA SIRENE ELETRICA 04 TR-131-10	2	Manutenção Preventiva	7- Plano de manutenção de componente de garantia aporacional do equipamento de criticidade 1	0,09	7	63
2013-11359592	RECOMPOR TUBULAÇÃO DOS CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO E CHAVES DE EMERGÊNCIA AVARIADA NO LD/LE DO TRANSPORTADOR	4	Manutenção Condicional	5- OS com prioridade 1 com mais de 30 dias	0,06	5	30
2013-17059161	SUBSTITUIR 4500mm DE ELETROCALHA 300mm AVARIADA POR BANDEJAMENTO DE 300MM NO LE M-08 DO TR-133-01	32	Manutenção Condicional	5- OS com prioridade 1 com mais de 30 dias	0,06	5	30
2013-23218623	PREVENTIVA ELETRICA TR 134 05	8	Manutenção Preventiva	3- Plano de manutenção de equipamento vencido	0,09	3	27
2013-3790178	LANÇAR CABOS DE ALIMENTAÇÃO RESERVA PARA O MOTOR DE ACIONAMENTO DO TR 131-06	16	Manutenção de Melhorias	7- OS de melhoria em ativa de criticidade 1	0,03	7	21
2013-20473675	FIXAR TOMADA DE SOLDA QUE ESTAR SOLTA EM FRENTE A PN-131-14	4	Manutenção Condicional	3- OS com prioridade 1	0,06	3	18
2013-22647397	RECONNECTAR ELETRODUTO SOLTTO DA LUVA DE CONEÇÃO NO LE DO AL-131-02	2	Manutenção Condicional	3- OS com prioridade 1	0,06	3	18
2013-23243764	PREVENTIVA GAVETA ELETRICA PN-131-72	8	Manutenção Preventiva	1- Plano de Manutenção	0,09	1	9
2013-23237977	PREVENTIVA MOTOR BAINA TENSAO M1PN-131-70	8	Manutenção Preventiva	1- Plano de Manutenção	0,09	1	9
2013-3786593	INSTALAR PLUGEM MÁQUINAS DE SOLDA DA EQUIPE MECÂNICA GAUÁN	4	Manutenção de Melhorias	3- OS de melhoria em ativa de criticidade 3	0,03	3	9
2013-23213227	PREVENTIVA ELETRICA ALIMENTADOR VIBRATOR AL-131-52	8	Manutenção Preventiva	1- Plano de Manutenção	0,09	1	9
2013-20205578	SUBSTITUIR BOX GIRATORIO DE 1" DO ELETRODUTO DA CAIXA DE LIGAÇÃO DO MOTOR DA PN-131-65	2	Manutenção Condicional	1- Outras OS condicionais	0,06	1	6
2013-20207475	SUBSTITUIR BOX GIRATORIO DE 1 1/2" DO ELETRODUTO DA CAIXA DE LIGAÇÃO DO MOTOR DA PN-131-52 QUE ESTAR COM CABOS ELÉTRICOS EXPOSTOS	2	Manutenção Condicional	1- Outras OS condicionais	0,06	1	6

Soma da HH necessária para execução das OS:

48

Necessidade de fazer hora
extra

OS priorizadas para a parada de manutenção
OS paradas por falta de Mão de Obra