

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SISTEMAS DE SUPERVISÃO USANDO A METODOLOGIA AHP¹

*Eduardo Montenegro²
Flávio Thimotio³
Pablo Drumond⁴*

Resumo

A escolha de um novo sistema de supervisão não é uma tarefa trivial. Apesar das funcionalidades básicas de um Scada serem bem conhecidas (aquisição de dados, armazenamento de informações históricas, interface gráfica com o usuário, processamento de alarmes e tolerância a falhas), as soluções disponíveis no mercado variam em relação à arquitetura e nível de recursos oferecidos. Devido a essas diferenças, alguns sistemas podem ser considerados mais adequados do que outros para resolver certos tipos de problemas, variando conforme as exigências da aplicação. Este trabalho propõe a utilização da metodologia AHP (Analytic Hierarchy Process) para a escolha de uma ferramenta de supervisão. O método consiste em comparar os critérios, dois a dois, e atribuir um grau de importância relativa entre eles, transformando essa comparação qualitativa em prioridades ou pesos quantitativos. Posteriormente, essas características são pontuadas, permitindo, então, a comparação entre os sistemas. Foram desenvolvidos protótipos de aplicação, o que possibilitou a avaliação da arquitetura, desempenho e segurança para cada plataforma. Esse estudo foi aplicado na seleção de ferramenta de supervisão para quatro áreas de processo da Samarco Mineração, Unidade de Germano.

Palavras-chave: Scada; Metodologia AHP; Análise multicritério.

COMPARISON OF SCADA SYSTEMS USING THE AHP METHODOLOGY

Abstract

The selection of a new supervisory system is not a trivial task. Despite of the basic functionalities of a SCADA system being well known (data acquisition, storage of historical information, graphic user interface, alarm handling and fault tolerance), the available commercial solutions vary widely with respect to architecture and level of features offered. Due to those differences, some systems could be considered more appropriated than the others to solve certain types of problems, in accordance of application requirements. This paper proposes the use of the AHP (Analytic Hierarchy Process) methodology for choosing a supervisory tool. The method consists of comparing the criteria, two by two, assigning relative importance grade between them, turning the qualitative comparison into priorities or quantitative weights. Later, those features are scored allowing then, the comparison among the systems. It has been developed application prototypes, what enabled the evaluation of the architecture, performance and security of each platform. This study was applied on selection of a supervisory tool to four process areas at Samarco Mining, Germano site.

Key words: SCADA; AHP; Multi-Criteria Analysis

¹ *Contribuição técnica ao 16º Seminário de Automação e TI Industrial, 18 a 21 de setembro de 2012, Belo Horizonte, MG.*

² *Engenheiro de Controle e Automação. IHM Engenharia.*

³ *Engenheiro de Controle e Automação. mestrado em Tecnologia Mineral. Samarco Mineração.*

⁴ *Engenheiro de Controle e Automação. IHM Engenharia.*

1 INTRODUÇÃO

Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), são responsáveis por realizar a interface entre a operação humana e os dispositivos de controle do chão de fábrica, ou, segundo Boyer,⁽¹⁾ é a tecnologia que permite coleta de dados e envio de instruções de controle para instalações remotas.

Apesar da adequada definição das funcionalidades básicas de um SCADA: coleta, manipulação, exibição, armazenamento das informações da planta e interface para emissão de comandos; diversos são os fatores que tornam o problema de seleção dessa ferramenta complexo:

- diversos fornecedores oferecem um conjunto de softwares capaz de desempenhar essas funções, porém com particularidades que carregam vantagens e desvantagens conforme a aplicação;
- definição de importâncias relativas de cada característica para auxiliar o processo de escolha;
- divergência dos interesses entre as especialidades envolvidas na escolha:
 - engenharia: focada na arquitetura e escalabilidade da solução;
 - manutenção: focada na aprendizagem e gestão de mudanças; e
 - operação: focada no gerenciamento de alarmes e recursos gráficos;
- influência dos outros componentes em operação no parque e integração deles às soluções candidatas.

Definir e priorizar características para tomar decisões é uma atividade corriqueira, independente da área de atuação, porém quando o número de critérios é elevado e abrangem características de natureza distintas, o raciocínio humano pode cair em contradição, exigindo uma forma adequada para organização.

Dado que vários fabricantes atendem os requisitos da aplicação, a seleção, muitas vezes, é baseada em critérios isolados, como o custo de aquisição ou o custo de aprendizagem. Esses critérios são considerados assertivos por ora, mas podem se tornar um fator de limitação no futuro, visto que não promovem o desenvolvimento intuitivo e não preveem a evolução do processo. Por esses motivos, a construção de uma metodologia, que reúne e avalia com profundidade as nuances de cada solução, aumenta as chances de sucesso na definição da plataforma de automação a ser escolhida.

Uma abordagem usada para problemas de tomada de decisão deste tipo é a análise multicritério, comumente praticada quando decisões relacionadas a características quantitativas e qualitativas de difícil mensuração estão envolvidas.⁽²⁾ Este tipo de método já foi empregado com sucesso em vários modelos de decisão na indústria, administração pública, forças armadas etc.⁽³⁾

Dentre as muitas técnicas de análise multicritério, tais como Smart (Simple Multi-Attribute Rating Technique), o MAVF (Multi-Attribute Value Function) e o AHP (Analytical Hierarchy Process), essa última foi escolhida devido à sua simplicidade e difusão em ferramentas corporativas comercializadas.

Assim, o objetivo deste trabalho é elaborar uma metodologia para assistir o processo de seleção de um sistema SCADA que, da melhor maneira, atenda os requisitos funcionais e não funcionais de uma aplicação para a Usina de Concentração I, Reagentes/Utilidades, Mina e Britagem da Samarco Mineração S/A, na unidade de Germano, em Mariana-MG.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Sistema Atual

Hoje os sistemas de supervisão da Usina I, Regentes/Utilidades, Mina e Britagem da Samarco estão desenvolvidos sobre a plataforma do software Wonderware InTouch 7. O atual sistema da Usina I foi implantado por volta de 1997. A sua arquitetura é *standalone* e possui funcionalidades de cadastramento de entidades do sistema (equipamento, analógica e malhas de controle). Os sistemas da Mina e Britagem foram implantados por volta de 2003, e o sistema do Regentes/Utilidades em 2008. Ambas as arquiteturas são *standalone* e a camada de cadastramento de entidades é baseada na filosofia de programação conhecida como IHMPro.

Todos estes sistemas descritos apresentam, hoje, limitações de atualização tecnológica e de expansibilidade, uma vez que a utilização de tags do sistema está próximo do máximo permitido.

2.1.1 IHMPro

O IHM Pro é uma filosofia de implementação de sistemas SCADA, concebida pela IHM Engenharia, que define algumas entidades básicas (Analógica, Digital, Equipamento, Parâmetro, Malha e Totalizador), porém, suficientes para possibilitar a automação de qualquer processo.

O grande benefício dessa filosofia é permitir que os mantenedores consigam configurar a aplicação, mais especificamente as instâncias das entidades mencionadas, em tempo de execução, estabelecendo as seguintes vantagens perante os procedimentos convencionais:

- a configuração pode ser realizada de qualquer estação de operação, independente do software de edição ou licença de desenvolvimento, onerosa na maioria das soluções;
- torna ágil a atividade de manutenção, uma vez que requer pouco ou nenhum conhecimento da ferramenta SCADA subjacente e da lógica definida para cada entidade; e
- padroniza a programação dos sistemas de supervisão da companhia, já que independe do software base, e, concomitantemente, apoia estratégias para diversificação de fornecedores de automação.

Para oferecer as vantagens pontuadas, é necessário construir uma camada lógica sobre a ferramenta SCADA, um *framework*, capaz de realizar as seguintes atividades:

- manipular os dados obtidos através da interface entre controladores e servidores de aplicação, empregando, por exemplo, rotinas de filtros e máscaras; e
- tornar a variação de informações, como cores e textos de intertravamentos, efetuadas pelos mantenedores, perceptíveis em modo de execução.

A sobrecarga de processamento pode ser considerada uma desvantagem do *framework* mencionado. Por ser uma estratégia genérica que busca facilitar a manutenção do sistema, um número elevado de rotinas precisam ser disparadas em tempo de execução, aumentando o processamento necessário para sua realização. Decorre desse requisito a necessidade de avaliação de desempenho para a seleção adequada da ferramenta de supervisão.

2.2 Tomadores de decisão

Na Tabela 1 estão representadas as categorias de tomadores de decisão na Samarco e o respectivo papel desempenhado ao longo do ciclo de vida do sistema:

Tabela 1 - Papel dos tomadores de decisão

TOMADOR DE DECISÃO	EMPRESA	PAPEL
Operação	SAMARCO	Operar o processo e acessar dados de produção armazenados no sistema
Manutenção	SAMARCO	Verificar diagnóstico de equipamentos e instrumentos da planta
Engenharia	SAMARCO	Garantir a disponibilidade do sistema, fazer as modificações necessárias, manter as interfaces do sistema funcionando, etc.
Desenvolvedor	IHM	Conceber, desenvolver, testar e implantar a aplicação conforme os requisitos definidos.

2.3 Alternativas para o Sistema de Supervisão

Para elaborar a lista de softwares SCADA que participaram dessa análise foram considerados os seguintes critérios:

- principais soluções do mercado brasileiro e internacional;
- softwares que possuem boa compatibilidade com os controladores industriais utilizados na Samarco;
- softwares que apresentam bom posicionamento quanto a tendências tecnológicas; e
- softwares que apresentaram bons resultados em experiências anteriores da Samarco e IHM.

2.4 Metodologia Aplicada

Para geração do modelo de decisão e, posteriormente, análise das alternativas, este trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

- definição de requisitos da aplicação: a partir da análise das necessidades da aplicação, os requisitos funcionais e não funcionais são gerados;
- definição de critérios e pesos: a partir dos requisitos, os critérios são definidos; e
- avaliação e computação de resultados: A partir dos critérios, as alternativas são avaliadas (análise de documentação, Hands-on, teste de desempenho e questionário técnico respondido pelo fornecedor)

A sequência das etapas da metodologia aplicada, bem como o papel dos envolvidos na tomada de decisão, é resumida na Figura 1.

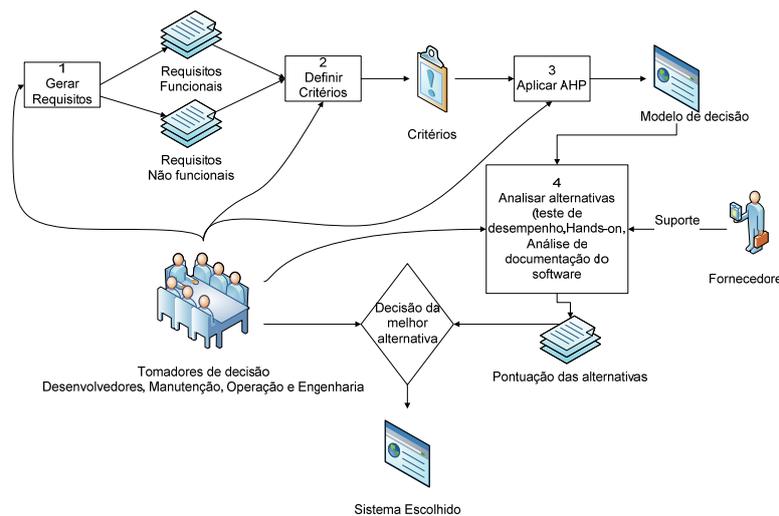


Figura 1 – Fluxograma das etapas aplicadas por esta metodologia.

2.4.1 Definição de requisitos da aplicação

A etapa de definição de requisitos foi realizada em reuniões na Samarco, contando com a participação de representantes de cada categoria de usuários do sistema.

Foram considerados como entradas desta etapa os seguintes itens:

- backup dos sistemas atuais, para análise de funcionalidades do sistema existente;
- definições da Samarco sobre convergência de plataforma tecnológica (ex.: sistemas operacionais) e arquitetura de automação almejada; e
- experiência dos usuários do sistema e de uma equipe de desenvolvedores de sistema de supervisão especialistas nos mais conhecidos software SCADA de mercado.

Na conclusão desta etapa, foram estabelecidas as premissas e requisitos da nova aplicação.

As premissas são requisitos obrigatórios que toda alternativa deveria atender. Caso houvesse alguma premissa não atendida, a alternativa seria descartada do estudo comparativo. Estas premissas foram criadas, em sua maior parte, considerando as definições de convergência tecnológica da Samarco. Exemplo de premissas estabelecidas neste caso:

- o *software* de supervisão deve oferecer arquitetura cliente-servidor;
- o *software* de supervisão deve ser compatível com o sistema operacional Microsoft Windows Server 2008 64 bits e Microsoft Windows 7 64 bits; e
- o *software* de supervisão deve oferecer drivers de comunicação nativos com os controladores existentes na Samarco.

Os requisitos funcionais do sistema nortearam as definições dos critérios de arquitetura e manutenção do modelo de decisão. São exemplos de requisitos funcionais do sistema:

- operação e exibição de status de equipamento em janelas pop-up; e
- modificação em *runtime* via interface da aplicação dos principais atributos de definição de cada entidade do sistema. Ex.: Textos de descrição de equipamentos, textos de comandos, textos de defeitos, texto de intertravamento etc.

Os requisitos não funcionais nortearam as definições dos critérios de desempenho e arquitetura do modelo de decisão. São exemplos de requisitos não funcionais do sistema:

- tempo de navegação entre telas do processo deve ser menor que 1,5 segundos;
- tempo máximo de chaveamento entre pares de servidores redundantes deve ser de 15 segundos;
- tempo de escrita de comandos ou parâmetros de processo deve ser menor que 2 segundos;
- servidores e clientes da aplicação devem participar do domínio (MS AD) da automação; e
- qualquer cliente de uma aplicação (Ex.: Cliente da Usina I) deve ter acesso aos dados de outra aplicação (Ex.: Aplicação da Mina).

2.4.2 Definição de critérios

Nesta etapa foi realizada a definição de critérios de análise das alternativas. Os critérios foram definidos baseados na análise da lista de premissas e requisitos da aplicação e na experiência e conhecimento dos envolvidos no processo decisório.

A fim de manter a coesão e a transparência da análise, cada critério mensurável foi definido com os seguintes atributos:

- definição: descrição do que é o critério
- justificativa técnica: define o porquê da escolha do critério
- avaliação: define as ponderações de avaliação do critério
- forma de medição: define o mecanismo de avaliação

Um exemplo de definição de um critério pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Exemplo de definição de critério de Arquitetura – Balanceamento de cargas entre servidores

DEFINIÇÃO	JUSTIFICATIVA	AVALIAÇÃO	OBTENÇÃO
É a possibilidade da aplicação dividir processamento, recursos ou tarefas da aplicação no par de servidores redundantes.	Em arquiteturas convencionais de sistema de supervisão, o processamento de objetos ou tarefas da aplicação é executado exclusivamente pelo servidor ativo, ficando o servidor <i>standby</i> ocioso a maior parte do tempo. Balancear a carga da aplicação entre os servidores redundantes é uma estratégia interessante para diminuir a sobrecarga em servidor ativo, possibilitado melhor performance para a aplicação.	É avaliado se o software permite o balanceamento de carga entre servidores redundantes. Foram consideradas as seguintes ponderações de avaliação: Sistema possibilita balanceamento no par redundante, 4 pontos Sistema que não permite balanceamento, 0 ponto	Avaliação de documentação e teste de implementação do recurso (hands-on)

Uma vez definidos os critérios, a etapa seguinte consistiu na aplicação da metodologia AHP.

2.4.3 Metodologia AHP

A metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi desenvolvida na década de 1970, pelo professor de pesquisa operacional Thomas Saaty, da universidade da Pensilvânia. Fundamentando em matemática e psicologia, este método tem o objetivo de auxiliar em processos decisórios atribuindo um valor quantitativo (pesos) para critérios de decisão comparados qualitativamente.

Este método consiste em decompor o problema de decisão em uma hierarquia de subproblemas mais facilmente compreendidos, sendo cada subproblema analisado independentemente.

Uma vez definida a hierarquia, deve-se comparar cada critério dois a dois e atribuir o grau de importância relativa entre eles. O método AHP transforma essa comparação

qualitativa em prioridades ou pesos quantitativos, tornando a comparação entre opções, inicialmente imensuráveis, muito mais racional e consistente.

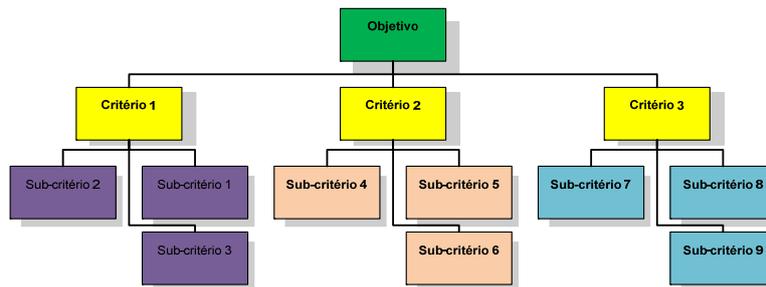


Figura 2 - Exemplo de estrutura hierárquica de decisão usando AHP

2.4.3.1 Sequência de passos do método

Conforme proposto por Saaty,⁽³⁾ o método AHP deve ser aplicado na seguinte sequência:

1. Identificação das alternativas e atributos significantes.
2. Os responsáveis pela decisão indicam a significância relativa entre os atributos.
3. Similarmente, para cada atributo, e para cada par de alternativas os responsáveis pela decisão especificam suas preferências (por exemplo, se a localização da alternativa A é melhor do que a da B).
4. As comparações entre os atributos e as alternativas são registradas em matrizes na forma de frações entre 1/9 e 9. Cada matriz é avaliada pelo seu autovalor para verificar a coerência dos julgamentos. Este procedimento gera uma "razão de coerência" que será igual a 1 se todos os julgamentos forem coerentes entre si. Se um tomador de decisão disser que prefere X a Y, Y a Z, mas, ele prefere Z a X, então a razão de coerência será maior do que 1,2 pontos e os julgamentos deverão ser revistos. Este passo é uma das principais causas para que muitos usuários do AHP acreditem que se trata de um método com bom embasamento teórico.
5. Calculam-se valores globais de preferência para cada alternativa.

2.4.4 Atribuição de pesos

Conforme preconiza a metodologia AHP, foi elaborada a hierarquia de critérios, representada na Figura 3:

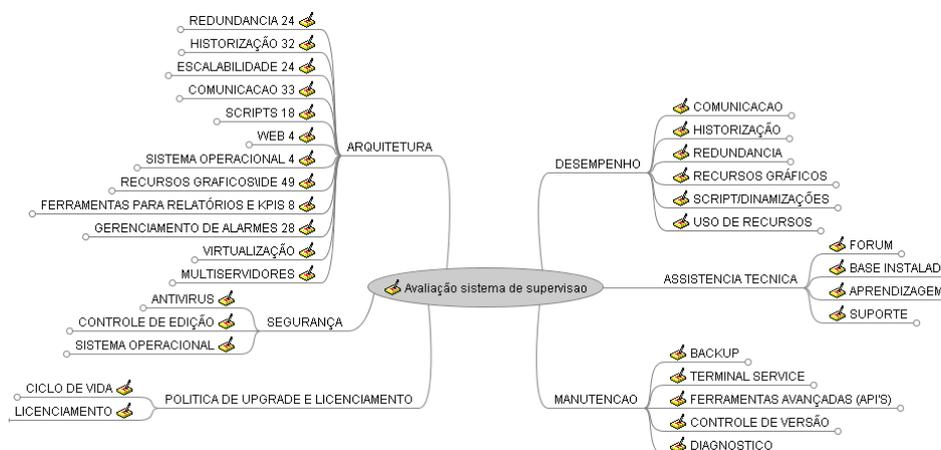


Figura 3 - Hierarquia de critérios.

- Arquitetura: é o agrupamento dos critérios relacionados às funcionalidades e recursos do software. Este item se desdobra em 12 subcritérios: Redundância, Historização, Comunicação, Escalabilidade, Recursos de Scripts, WEB, Recursos Multiservidores, Sistema Operacional, Recursos Gráficos, Relatórios e KPI's, Gerenciamentos de Alarmes e Virtualização;
- Desempenho: É o critério de definições das métricas do teste de desempenho. Este item se desdobra em 6 subcritérios: Comunicação, Historização, Redundância, Recursos Gráficos, *Scripts* e uso de Recursos Computacionais.
- Manutenção: São as facilidades que o sistema oferece para manutenção cotidiana do sistema. Este item se desdobra em 6 subcritérios: Controle de Versão, *Backup*, Terminal Service, API's, Diagnóstico e Engenharia Simultânea.
- Assistência técnica: São critérios relacionados suporte e assistência técnica oferecida pelo fornecedor do *software*. Este item se desdobra em 4 subcritérios: Fórum, Base Instalada, Aprendizagem e Suporte.
- Política de licenciamento: São critérios relacionados à maneira como o software é licenciado. Este item se desdobra em 2 subcritérios: ciclo de vida e licenciamento do *software*.
- Segurança: São critérios relacionados ao nível de barreiras de segurança e controle oferecidos pela solução SCADA. Este item se desdobra em 3 subcritérios: Antivírus, Controle de Mudanças e Sistema Operacional.

Estes agrupamentos de critérios foram definidos com base na experiência e no entendimento das funcionalidades de um sistema SCADA por parte dos tomadores de decisão considerados na seção 2.2.

Esta divisão contempla o nível mais alto de análise do estudo comparativo. A partir disso, cada agrupamento de critérios foi dividido em subgrupos com a finalidade de aumentar a precisão da análise hierárquica. Apesar de existirem o 3º e o 4º níveis hierárquicos de critérios, foi considerada a priorização proposta pelo método AHP apenas no 1º e 2º níveis. Os 3º e 4º níveis são tratados com pesos idênticos.

Desta forma, forma-se a primeira camada como um agrupamento de mais alto nível de critérios. A segunda camada é mais um sub-agrupamento de critérios afins. A terceira e quarta camada são os critérios propriamente ditos que serão efetivamente pontuados.

Após a etapa de classificação hierárquica dos critérios, partiu-se para o julgamento dois a dois dentro do mesmo nível, exibido na Figura 4, conforme determina o método AHP. O processo de julgamento, cálculos necessários e definição de pesos foram realizados em planilha eletrônica.

		B					
		COMUNICAÇÃO	HISTORIZAÇÃO	REDUNDÂNCIA	RECURSOS GRÁFICOS	SCRIPT	USO DE RECURSOS
A	COMUNICAÇÃO	1,00	7,00	3,00	3,00	1,00	7,00
	HISTORIZAÇÃO	0,14	1,00	0,33	0,20	0,14	1,00
	REDUNDÂNCIA	0,33	3,00	1,00	1,00	0,33	5,00
	RECURSOS GRÁFICOS	0,33	5,00	1,00	1,00	0,14	7,00
	SCRIPT	1,00	7,00	3,00	7,00	1,00	7,00
	USO DE RECURSOS	0,14	1,00	0,20	0,14	0,14	1,00
Soma		2,95	24,00	8,53	12,34	2,76	28,00

Figura 4 - Exemplo de tabela de julgamentos do método AHP.

Nesta análise foram considerados 2 julgamentos realizados por equipes diferentes. Um julgamento foi realizado pela IHM e a outra pela Samarco. Foi definido que a composição final dos pesos seria a média ponderada das avaliações, sendo os pesos 60% Samarco e 40% IHM.

2.5 Avaliação

Conforme apresentado anteriormente, cada critério avaliado possui a definição do peso de avaliação e a forma de obtenção. Esta etapa consiste na obtenção da nota de avaliação de cada critério aplicada a cada software analisado.

As formas de obtenção da nota do critério variam conforme a sua natureza. São 3 possíveis formas de obtenção:

- análise da documentação e funcionalidades do *software* (*Hands-on*): Este tipo de avaliação foi utilizada para checar critérios de Arquitetura, Segurança e Manutenção.
- testes de desempenho: Este tipo de avaliação foi utilizada para checar os critérios de performance. Esses testes foram realizados sobre um protótipo da aplicação construído pelo fornecedor do *software*, conforme requisitos funcionais da aplicação. O *hardware* utilizado em cada plataforma foi definido pelo fornecedor do sistema, sendo que a configuração do hardware (CPU, Memória, Discos, Rede, etc.) deveria estar entre o mínimo necessário e o recomendado pelo fornecedor em manual.
- questionário técnico respondido pelo fornecedor do software: Este tipo de avaliação foi utilizada principalmente para checar os critérios de suporte técnico e licenciamento da ferramenta. Questões de arquitetura, segurança e manutenção também foram abordadas neste questionário para nortear o trabalho de análise de funcionalidades e de documentação do *software*.

2.6 Computação de Resultados

Foram distribuídos entre 1 a 4 pontos para cada subcritério de nível 3 ou 4 na hierarquia do modelo de decisão. O somatório de pontos de subcritérios define a nota do agrupamento de segundo nível, sendo esta normalizada entre 0 a 10. A partir do segundo nível, as notas são multiplicadas pelos seus respectivos pesos e normalizadas posteriormente entre 0 a 100%, compondo a nota do grupo.

Exemplo: Suponhamos que a nota de um sistema no agrupamento de segundo nível seja o exposto na Tabela 1.

Tabela 1 Notas para o agrupamento Redundância.

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	PONTOS	NOTA SISTEMA A
REDUNDÂNCIA	Sincronismo de arquivos de alarmes e histórico	4	4
	Sincronismo da aplicação	4	2
	Opções de Redundância	4	4
	Chaveamento de servidor, caso haja falha de cliente/servidor	4	4
	Chaveamento de servidor, caso haja falha de comunicação entre servidores	4	2
	Balanceamento de carga	4	0
TOTAL DE PONTOS		24	16
NOTA FINAL			6,67

Desta forma o cálculo da contribuição global da nota de redundância será dado por:

$$\text{Contr. Global Redundância} = (\text{Nota Final} * W2 * W1)/10$$

Sendo que:

W1= Peso da redundância (agrupamento de 1º nível)

W2= Peso da Arquitetura (agrupamento de 2º nível)

A nota global da arquitetura, considerando todos os seus critérios constituintes, será dada por:

$$\sum(\text{Nota Final}[i] * W2[i] * W1)/10$$

Sendo que:

Nota Final[i] = Nota normalizada 0 a 10 de um critério i

W2[i] = Peso do critério i

W1 = Peso da arquitetura

Toda a avaliação do software foi documentada, constando o critério, a nota, a fonte de informação de análise e uma justificativa da nota.

3 RESULTADOS

Após a conclusão da análise funcional e teste de desempenho, foram computados os pontos de cada alternativa, considerando os pesos atribuídos na etapa de priorização.

A Figura 5 apresenta a diferença dos pesos ponderados entre a avaliação realizada pela SAMARCO e a avaliação da IHM.

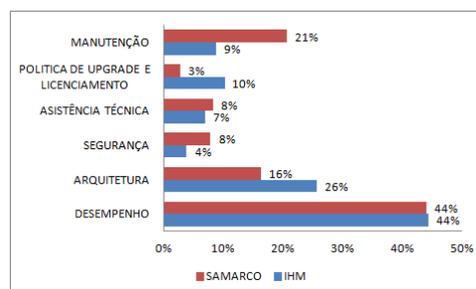


Figura 5 - Diferenças entre os critérios da Samarco e IHM.

A Figura 6 apresenta os pesos ponderados para os principais critérios dentro de cada subgrupo nível 1. O peso de cada critério é relativo ao critério pai, sendo expresso na escala de 0 a 100%.

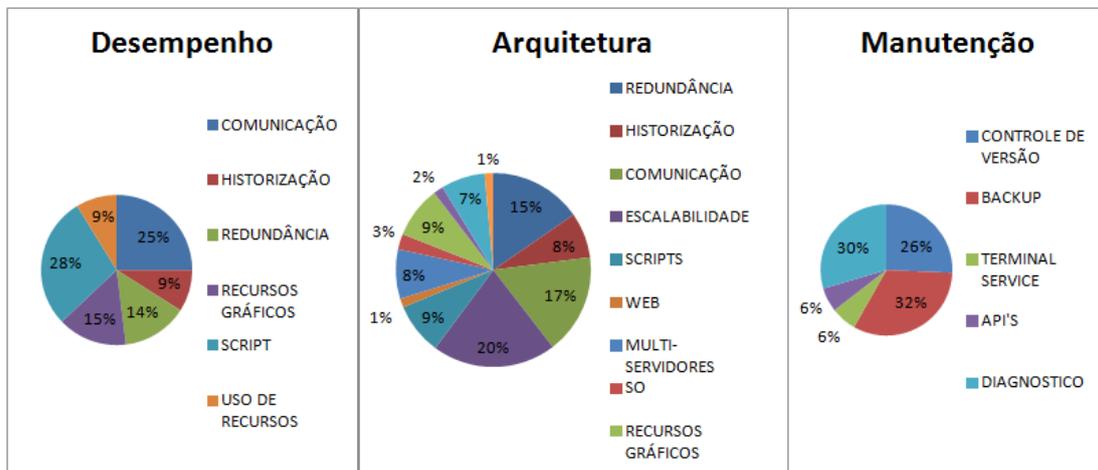
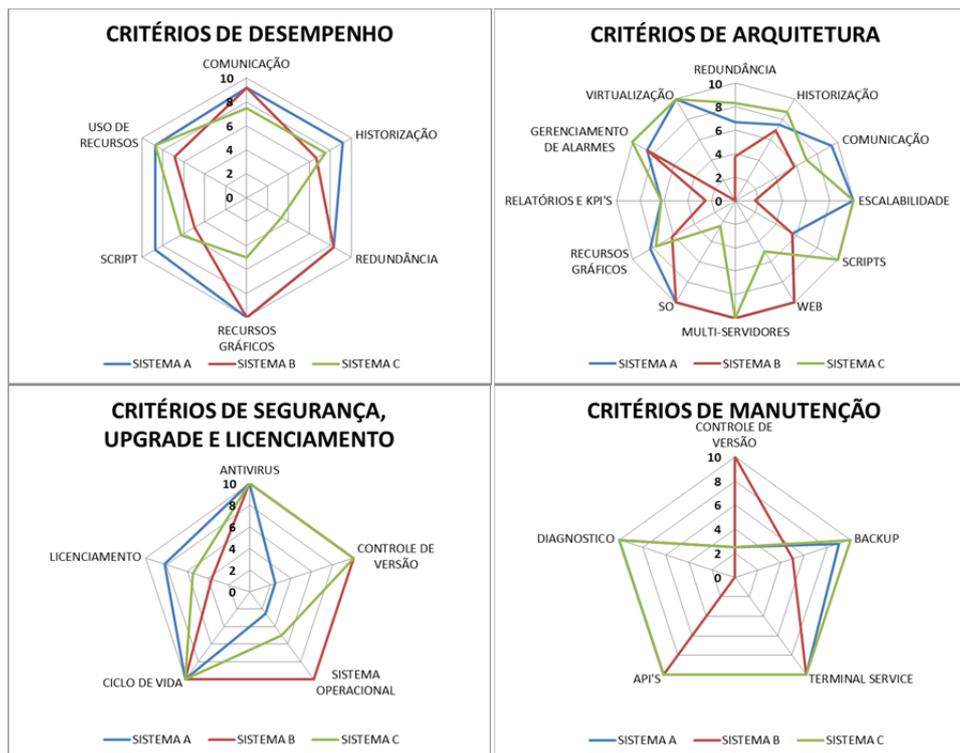


Figura 6 - Critérios de avaliação Nível 2 e seus respectivos pesos ponderados.

A Figura 7 apresenta o resultado final da avaliação das notas de cada sistema e suas respectivas notas para os níveis 1 e 2.



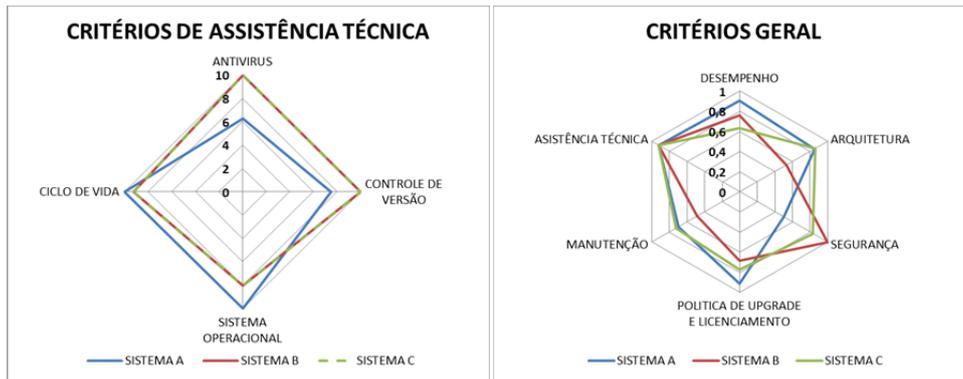


Figura 7 -Notas individuais por sistema para os critérios nível 2 e critérios gerais (nível 1).

A Figura 8 apresenta os resultados globais alcançados por cada alternativa:

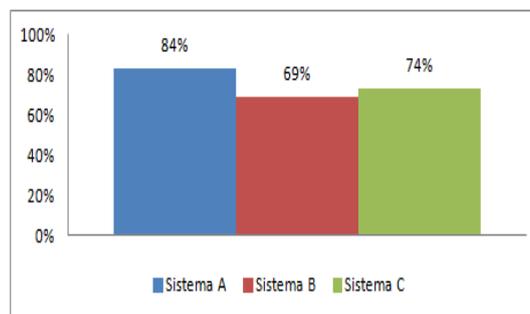


Figura 8 - Resultado Global de cada alternativa.

4 DISCUSSÃO

A metodologia empregada neste trabalho possibilitou verificar qual alternativa melhor atende os critérios definidos pelos tomadores de decisão. Conforme podemos verificar na Figura 7

A Figura 7 apresenta o resultado final da avaliação das notas de cada sistema e suas respectivas notas para os níveis 1 e 2.

, a alternativa vencedora obteve uma pontuação bem equilibrada em cada critério. Já a alternativa C, que obteve a melhor pontuação em arquitetura, obteve a pior pontuação em Desempenho. Este resultado é interessante e demonstra que nem sempre o software que oferece os melhores recursos e funcionalidades atende os requisitos globais da aplicação.

Um aspecto relevante dos resultados obtidos com esta metodologia, além de pontuar cada alternativa, é conhecer com mais profundidade sobre as fragilidades e vantagens de cada alternativa. Caso a alternativa de segunda maior pontuação fosse escolhida, devido a critérios de custo, por exemplo, no mínimo, se sabe mais sobre possíveis problemas a serem enfrentadas com esta escolha. Neste caso específico, caso o cliente optasse pela alternativa C, já se poderiam prever algumas dificuldades com o desempenho do sistema, possibilitando planos para mitigar ou resolver estes problemas antecipadamente na fase de engenharia e desenvolvimento da aplicação.

Na Figura 5, podemos verificar que os pesos atribuídos pela Samarco para os critérios de manutenção e os pesos atribuídos pela desenvolvedora IHM são bem diferentes. O mesmo acontece para o critério de arquitetura. Isso se deve, obviamente, ao tipo de interesse de cada um desses tomadores de decisão. Enquanto os tomadores de decisão da Samarco estão mais interessados em

manter, operar e garantir a disponibilidade do sistema, a IHM, com sua visão de desenvolvimento, está mais interessada nas facilidades e recursos oferecidos pelo software. Por este motivo, esta metodologia, ao empregar a técnica AHP, permitiu que as visões de todas as categorias envolvidas com sistema SCADA pudessem ser incorporadas ao modelo de decisão. Apesar das experiências e interesses desses grupos serem diferentes, a técnica de priorização utilizada tratou satisfatoriamente as inconsistências e conflitos de interesse dos envolvidos na decisão.

5 CONCLUSÃO

A metodologia proposta neste trabalho mostra-se eficaz para a seleção de um sistema de supervisão, uma vez que atua sobre os dois principais problemas de seleção de uma ferramenta SCADA: Conflitos de interesses de tomadores de decisão e a dificuldade de prever os problemas técnicos a serem enfrentadas ao longo do ciclo de vida do projeto. Esta abordagem permite antever as dificuldades técnicas, ainda na etapa de seleção da ferramenta, ao definir critérios objetivos, focados nos requisitos da aplicação a ser desenvolvida. Além disso, com a utilização da técnica AHP, o problema de conflito de interesses é efetivamente tratado, pois possibilita mensurar e comparar critérios de naturezas distintas, refletindo as expectativas e necessidades de todos os envolvidos no processo decisório.

Agradecimentos

Agradecemos ao Sr. Mário Lopes e Sr. Ricardo Bergmann pelo auxílio em definições e apoio em testes e a equipe de automação da Samarco pela confiança nos trabalhos desenvolvidos.

REFERÊNCIAS

- 1 BOYER, S. A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. ISA - The Instrumentation, Systems and Automation Society; 3rd Edition (Junho, 2004).
- 2 DYSON, P. AHP and expert choice go a step beyond the spreadsheet. Seybold Report: Analyzing Publishing Technologies, V. 3, issue 4, p. 20-21, Maio 2003.
- 3 SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008.