

COMPUTAÇÃO SENSÍVEL AO CONTEXTO APLICADA A AUTOMAÇÃO DE MANOBRAS OPERATIVAS DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA

JULIERME ARAUJO, S.¹, ABEL FILHO, G. S.¹, JOSÉ HENRIQUES, A.²

¹Laboratório de Engenharia e Ciências da Computação, Centro de Informática (CIn), Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Cidade Universitária, 50740-560, Recife - PE, Brasil

E-mails: jsa@cin.ufpe.br, agsf@cin.ufpe.br

Abstract— Several factors, interconnected or isolated, may be the cause of abnormalities on the Electric Power Systems. Among such factors, human factors play a fundamental role. Operators are professionals who are constantly in contact (in person or remotely) with equipments of the installations, performing interventions established in the Maneuver Plan document. To intervene in equipments from poorly elaborated maneuvers (activities), as well as using softwares that don't favor the elaboration and validation of those maneuvers, are factors that promote the occurrence of human failure and abnormalities in the process of operative impediment. Analyzes on data from a large electricity transmission company highlighted a significant number of failures this impediment process, for example, due to errors in the definition of equipment in elaboration maneuvers period. This paper presents the architecture of a Context-Sensitive System to assist in the elaboration, validation and execution phase of operational maneuvers performed in electric power system substations. A functional prototype was implemented as proof of concept and preliminary results point to greater efficiency these phases.

Keywords— Smart Grid, Context-Sensitive System, Maneuvers Plan, SCADA, Mobile Device.

Resumo— Vários fatores, interligados ou isolados, podem desencadear graves anormalidades no Sistema Elétrico de Potência. Dentre estes fatores, um de fundamental importância é o humano. Os operadores são os profissionais que estão constantemente em contato (presencialmente ou remotamente) com os equipamentos das instalações, realizando intervenções estabelecidas no documento de Plano de Manobras. Intervir em equipamentos a partir de manobras (atividades) mal elaboradas, bem como utilizar *softwares* que não favoreçam a elaboração e a validação de tais manobras, são fatores que promovem a ocorrência de falhas humanas e anormalidades no processo de impedimento operativo. Análises realizadas em dados de uma grande empresa de transmissão de energia elétrica ressaltaram um número significativo de falhas neste processo de impedimento, por exemplo, devido a erros na definição de equipamentos no período de elaboração das manobras. Este trabalho apresenta a arquitetura de um sistema sensível ao contexto para auxiliar na fase de elaboração, validação e execução de manobras operativas realizadas em subestações do sistema elétrico de potência. Um protótipo funcional foi implementado como prova de conceito e os resultados preliminares apontam para uma maior eficiência destas fases.

Palavras-chave— Smart Grid, Sistema Sensível ao Contexto, Plano de Manobras, SCADA, Dispositivo Móvel.

1 Introdução

A evolução do Sistema Elétrico de Potência (SEP) através da aplicação de tecnologias, ferramentas e técnicas, visando um melhor desempenho, é o que define atualmente o conceito de rede elétrica inteligente (do inglês, *smart grid*). Na literatura técnico-científica verificam-se diversas definições para este conceito, focando em diferentes aspectos da rede. No entanto, uma convergência dessas visões e definições apresenta *smart grid* como uma rede elétrica que usa avançadas tecnologias para supervisionar e controlar o fluxo energético, como por exemplo, através do uso de tecnologia da informação (TI), e sistemas de comunicações (Aoki *et al.*, 2013).

As operações realizadas no SEP tornam-se cada vez mais sofisticadas e rigorosas à medida que este setor evolui. Observa-se consequentemente que os procedimentos vêm se tornando mais complexos, promovendo assim uma maior dificuldade na execução de comandos que cumpram os requisitos de operação exigidos por órgão reguladores como o ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) e a Aneel (Agência Nacional de Energia elétrica).

O Impedimento Operativo (IO) é um exemplo de procedimento que está diretamente vinculado a normas reguladoras. Uma vez havendo a necessidade de realizar intervenções em equipamentos de um sistema elétrico de potência, um ciclo de atividades é vivenciado pelo Centro de Operações (CO) com objetivo de estabelecer uma estratégia eficiente diante da necessidade de interferir no fluxo energético de uma instalação. São vinculados aos processos que compõem o IO procedimentos operacionais que contemplam ações padronizadas destinadas a guiar as atividades humanas no decorrer da intervenção que definirá uma determinada configuração do SEP. Denominam-se estas ações de Manobras e o documento que as sequenciam de Plano de Manobras (PM) (Araújo *et al.*, 2012).

Para uma empresa do setor de energia elétrica nacional uma questão de grande relevância são os riscos relacionados à realização de uma manobra no SEP, principalmente em equipamentos pertencentes à Rede Básica como, por exemplo, Linha de Transmissão e Transformadores de Potência. Manobras que originem anormalidades operativas, nessa rede, possuem uma grande capacidade de comprometer o equilíbrio operacional do Sistema Interligado Nacional (SIN), pois seria inevitável a ocorrência de uma sequência

de desligamentos, podendo culminar em *blackouts*, danos para os equipamentos, pessoas e meio ambiente. O modelo adotado pela Aneel e o dinamismo imposto pelo SIN em relação às penalizações e gratificações para com as empresas do setor de energia têm como referência a capacidade de disponibilizar e dar continuidade a serviços prestados. Neste cenário, atrasos na recomposição dos equipamentos elétricos se tornam um dos pontos críticos para a saúde financeira destas.

Sabe-se que o contexto atual na qual uma subestação do SEP se encontra reflete diretamente na fase de elaboração, validação e execução de um Plano de Manobras, por exemplo, quais os atuais intertravamentos, qual o estado energético dos equipamentos.

Em parceria com a Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista (CTEEP), uma das maiores empresas de transmissão de energia do Brasil, estudos realizados em dados registrados pela empresa mensalmente, referentes a anormalidades que ocorreram no processo de IO de suas subestações de energia elétrica entre os anos de 2009 e 2012, identificaram que 68% das anomalias eram causadas por PM mal elaborados e validados, que consequentemente não foram executados. A análise também mostrou que grandes conjuntos de dados provenientes do PM e de sistemas distintos são especialmente relacionados, podendo formar contextos (Sgotti *et al.*, 2015). Por exemplo, os dados sobre uma manobra que define a necessidade de Abrir o equipamento Chave-Seccionadora-46, localizado na subestação de Água Vermelha (AGV), ambas as informações existentes no PM da intervenção, com o estado operativo atual sendo informado pelo sistema SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) como energizado e com tal manobra possuindo registros de acidentes persistidos em base de dados histórica, permitem inferir em tempo de execução o contexto “Atenção ao executar esta manobra. Existe registro de acidente.”, entre outros.

Tendo em vista a problemática sobre as deficiências na fase de elaboração, validação e execução de PM no SEP, este trabalho apresenta uma arquitetura computacional sensível ao contexto dotado de serviços capazes de adquirir dados e transformá-los em informações úteis a realização eficiente de atividades operativas em subestações de energia elétrica (Aoki *et al.*, 2013). A aplicabilidade abrange subestações dos setores de geração, transmissão e distribuição, tendo em vista que todos estes realizam atividades operativas seguindo PM. Um sistema protótipo denominado SICOM (Sistema de Controle de Manobras) foi desenvolvido a partir da arquitetura proposta para auxiliar os operadores de sistema e de campo. Até o momento da escrita deste artigo, o protótipo permitia a automação da elaboração, da validação e da execução de PM operativos com base nas informações contextuais coletadas.

O restante deste artigo vem estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta uma análise do problema;

a seção 3 discute o panorama tecnológico envolvido nesta proposta; a seção 4 explica a arquitetura proposta; a seção 5 demonstra o sistema desenvolvido para prova de conceitos e apresenta uma análise comparativa; a seção 6 ressalta os resultados obtidos; Por fim, na seção 7 as considerações finais.

2 Análise do Problema

A complexidade dos processos existentes nos CO pode refletir nas demais áreas da operação, principalmente naquelas responsáveis por intervenções operativas presenciais (Zhang *et al.*, 2010). Um Plano de Manobra mal elaborada tende a resultar em ações operativas inadequadas e estas, por sua vez, em falhas, como as apontadas por Lima *et al.* (2006).

A CTEEP estabelece como norma interna da empresa que nenhuma atividade para intervenção de equipamento na subestação, bem como para a execução de serviço, pode ser executada sem que haja um Plano de Manobra específico para estas finalidades

2.1 Análises sobre Impedimento Operativo (IO)

A Tabela 1 revela o comportamento das anormalidades de IO por ano de ocorrência em subestações de uma das maiores empresas de transmissão do país (CTEEP), responsável por mais de 12 mil km de linhas de transmissão.

Tabela 1. Indicadores de anormalidade em IO entre os anos de 2009 e 2012. Fonte: CTEEP.

	PM		Outros		Total/Ano
2009	168	78%	47	22%	215
2010	119	68%	57	32%	176
2011	113	69%	50	31%	163
2012	63	48%	67	52%	130
Total/4 Anos	463	68%	221	32%	684

A emissão de PM inconsistentes com o estado operativo dos equipamentos a serem manobrados foi um fator comumente observado na análise dos indicadores assim como anormalidades causadas por PM com escritas não parametrizadas e divergentes. Outras anomalias observadas foram: erros na digitação de comandos operativos; designação de atividades sobre equipamento inexistente na subestação alvo.

Os quatro meses finais do ano de 2012 não foram contabilizados nesta análise devido a dificuldades no processo de coletas de dados por parte da empresa. Mesmo diante desta premissa é possível observar que o total de anormalidades do ano em questão é menor em 33 ocorrências quando comparado com o ano de 2011, mesmo com pendência de quatro meses.

Em todos os anos analisados, com exceção de 2012, o PM é o maior indicador de anormalidades em IO. Tal resultado é reflexo principalmente de uma fase de elaboração e validação onde a interpretação do estado energético na qual a subestação se encontra é pro-

veniente de uma ação humana, realizada através da análise visual de um ou mais diagramas unifilares e de outros documentos técnicos.

2.2 Análises sobre a execução de PM no SEP

Visando obter indicadores que demonstrassem as dificuldades na fase de execução de plano de manobras em subestações do SEP, foi realizada uma pesquisa de campo direcionada aos operadores responsáveis por intervenções nestas instalações. Um formulário eletrônico e online esteve disponível nos meses de Junho e Julho do ano de 2014 para que os operadores pudessem responder os questionamentos ali descritos. O estudo teve uma abrangência nacional e atingiu os setores de geração (21% de participantes), transmissão (40% de participantes) e distribuição (39% de participantes), tendo a participação de 127 profissionais. Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 2. As empresas do setor de energia elétrica foram representadas (Tabela 3) nesta pesquisa através da interação de seus operadores.

Tabela 2. Resultados da pesquisa de campo.

Nº	Questionamentos	Sim	Não
1	Uso de PM em papel	82%	18%
2	Manobra para equipamento inexistente	43%	57%
3	Execução de manobra incoerente	65%	35%
4	Excesso de autoconfiança	42%	58%
5	Falta de Atenção	24%	76%
6	Sobrecarga de atividades e cansaço	97%	3%
7	Condições climáticas desfavoráveis	84%	16%
8	Interação entre operadores	99%	1%

Tabela 3. Empresas participantes da pesquisa de campo.

BRASFORMER	Tractebel	Eletrocar	Alusa	EDP
Energisa	Furnas	Arcadis	ENEX	Vale
CIMY MASA	Celesc	Engecampo	ALTM	ENE
ISA-CTEEP	CELG	SIMM	Taes	RGE
AES Eletropaulo	CETEST	Petrobrás	Chesf	CEEE
Bandirante	DME	CEGERO	Cemig	CSN
Abengoa Brasil	Afluente	Celpe	Engel	EPTE
Light Energia	SULGIPE	Elektro	EMAE	CPFL

3 Panorama Tecnológico

A sessão a seguir discutirá as tecnologias mais usadas no trabalho, que são a sensibilidade a contexto (do inglês, *Context Awareness*) e *middleware*.

3.1 Sistemas Sensíveis a Contexto

Contexto na computação caracteriza-se por ser uma investigação do uso das informações presentes na interação entre pessoas e computadores. Tais informações, por vezes desconsideradas do processo de interação, são denominadas de informações contextuais (Quintino, 2014). As aplicações, ao fazerem uso destas informações contextuais, enriquecem semanticamente às interações com seus usuários, tornando os

serviços sistêmicos mais próximos às necessidades do mesmo. Resultados relevantes referentes à tomada de decisão e no apoio a gestão podem ser obtidos por meio de sistemas sensíveis ao contexto (Vieira *et al.*, 2009). Segundo Vieira *et al.* (2009), um sistema é considerado sensível ao contexto (do inglês, *Context-Sensitive System*) se ele utiliza contexto para fornecer informações ou serviços relevantes, sendo que a relevância depende da tarefa praticada pelo usuário.

Sistemas computacionais ditos “tradicionais” tendem a computar levando em consideração apenas solicitações e informações diretamente fornecidas pelo usuário. Defini-se essa forma de interação sistêmica como sendo um canal de entrada explícita (Vieira *et al.*, 2009, p.387). As aplicações sensíveis ao contexto consideram as informações explícitas fornecidas pelos usuários, àquelas armazenadas em bases de conhecimento contextuais, as inferidas por meio de raciocínio e, ainda, aquelas percebidas (por sensores) a partir do monitoramento do ambiente. Estas informações obtidas de forma não-implícita é o que Vieira *et al.* (2009, p.387) denomina de informações contextuais e combinações destas emitem saídas distintas de acordo com o serviço requisitado pelo cliente, dentro do contexto de sua necessidade.

3.2 Middleware

Integrar sistemas computacionais é fazer com que aplicações distintas trabalhem em conjunto através de suas funcionalidades para produzir um resultado em comum. Utilizar um *middleware* permite a integração de sistemas com pouca intervenção na lógica do negócio das aplicações e com fraco acoplamento. Fraco acoplamento é um dos principais requisitos na integração de sistemas legados, como os muitos que são usados no setor de energia elétrica (Sgotti *et al.*, 2015).

O conceito ressaltado por Sgotti *et al.* (2015) em relação à integração de sistemas através de *middleware* fundamenta parte da arquitetura apresentada na Seção 4 deste trabalho. A aplicação desta tecnologia de *software* isoladamente não estabelece uma proposta de solução para as deficiências da fase de Elaboração, Validação e Execução de Manobras (EVEM), pois a existência do *middleware* precisa estar relacionada a sistemas especialistas na automação do processo relativo às fases de EVEM.

4 Arquitetura

A proposta de aperfeiçoamento do processo relativo às fases de EVEM é composta pela interação de quatro sistemas principais: o *mobile*, o *desktop*, o Monitor Tempo Real (MTR) e o *middleware*, que é o segmento da arquitetura que, além de integrar os demais sistemas, foi desenvolvido para ser o ambiente de processamento do Serviço Gerenciador de Contexto (do inglês, *Context Management Service - CMS*) (Raychoudhury *et al.*, 2013). A Figura 1 ilus-

tra a arquitetura que acomoda estes sistemas e os sistemas legados SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia) e de informações de clima. Todos os serviços do *middleware* são especificados como *Web Services* (WS) no padrão SOAP¹ (*Simple Object Access Protocol*), e a publicação de seus contratos via WS-API - API (*Application Programming Interfaces*) descritas em WSDL (*Web Services Description Language*), uma linguagem baseada em XML (*eXtensible Markup Language*) utilizada para descrever a funcionalidade de *Web Services* (Sgotti *et al.*, 2015), (Dill *et al.*, 2011). O módulo *Message Service* (MS) é responsável por gerenciar mensagens com as informações contextuais processadas pelo CMS. Qualquer informação contextual para auxiliar os operadores nos processos referentes ao controle de manobras é trocada entre o dispositivo *móvel* (utilizado pelo Operador de Campo - OPC), o *desktop* (utilizado pelo Operador de Sistemas - OPS) e o CMS por meio de uma tecnologia tipo *publish/subscribe*, por exemplo, *Java Message Service* (JMS). O MTR é o *software* cuja funcionalidade é analisar e obter, de maneira não invasiva, os estados operativos dos equipamentos monitorados pelo SAGE através de seus arquivos de texto denominados de *log*. Existindo a entrada de uma nova *Tag* (registro de uma atividade) no *log*, o MTR realiza a leitura desse novo registro e em seguida armazena a informação coletada dentro de uma base de dados histórica relacional (a saber, *bd_scada*). Simultaneamente a este armazenamento ocorre à transmissão da informação através da interface de comunicação MS.

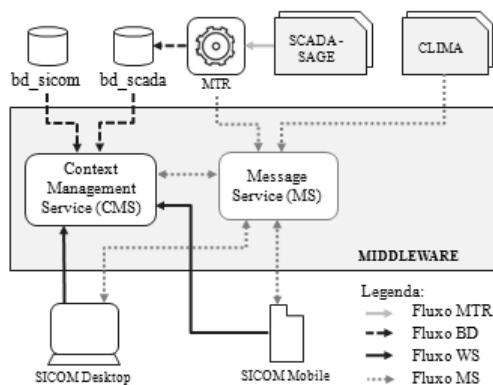


Figura 1. Arquitetura proposta.

5 SICOM (Sistema de Controle de Manobras)

Para testar e analisar o desempenho do SICOM foram extraídos dos indicadores de IO documentados pela CTEEP amostras contendo PM definidos como falhos. Em seguida, os estados operativos dos equipamentos das subestações alvo destes PM foram configurados para o momento da ocorrência das anormalidades através de sistemas auxiliares que simularam o comportamento do sistema SAGE e a interação dos

¹ Protocolo de transferência de mensagens em formato XML para uso em ambientes distribuídos.

operadores com equipamentos manobráveis. Para obtenção de dados reais sobre o SEP, extraíram-se de arquivos de *log* nativos do sistema SAGE da CTEEP, 1.223.242 estados operativos referentes a 5.035 equipamentos manobráveis distintos (por exemplo, Chaves Seccionadoras, Disjuntores), localizados em 179 subestações. Todos os PM da amostragem passaram pelas fases EVEM através do SICOM.

Até o momento da escrita deste artigo, foi verificada a inferência de contextos sobre seis ações da aplicação passivas de contexto (ações contextuais): 'identificação de subestação', 'identificação de intertravamento', 'análise da ação da manobra', 'análise do equipamento manobrado', 'identificação do risco da manobra' e 'identificação do clima'.

Os **testes iniciais** ocorreram sobre um cenário onde o operador realizou o processo de Elaboração de manobras de um PM. O OPS defini a subestação (ação contextual: identificação de subestação) alvo da manutenção e em seguida tem acesso à GUI (*Graphical User Interface*) de elaboração de PM. Nesta a elaboração é iniciada escolhendo um equipamento para manobrar. O CMS passa a focar nessa atividade e em seguida retorna para o OPS uma lista de ações possíveis de serem aplicadas a esse equipamento de acordo como o seu atual estado operativo (ação contextual: análise da ação da manobra). Por exemplo, na Figura 2 o OPS escolheu o equipamento 1629-46 (um Chave Seccionadora) e o CMS ciente dessa atividade disponibilizou informações contextuais compostas por ações possíveis de serem realizadas sobre um equipamento que está atualmente aberto (OFF) e desbloqueado (DESBLOC). A Figura 3 descreve a regra de produção utilizada pelo CMS para gerar o contexto da aplicação referente a esta atividade.

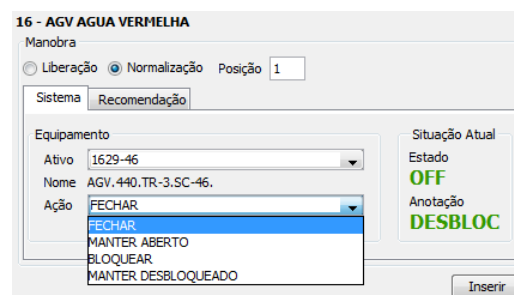


Figura 2. Fração da interface de elaboração do SICOM.

```
ArrayList <Acao> acoes, auxAcoes;
String transicao;
acoes = equipamento.getTipo().getAcoes();
auxAcoes = new ArrayList <Acao>();
for(int i = 0; i <= acoes.size()-1; i++){
    transicao = acoes.get(i).getTransicaoEstado();
    if(transicao.equals(transicaoImpossivelEstado) == false &&
       transicao.equals(transicaoImpossivelAnotacao) == false){
        auxAcoes.add(acoes.get(i));
    }
}
equipamento.getTipo().setAcoes(auxAcoes);
Contexto ctx = new Contexto(equipamento);
```

Figura 3. Regra para inferência de contexto para ação da manobra

O **segundo cenário** de testes realizou-se sobre a fase de validação das manobras (ação contextual: análise da ação da manobra) do PM antes de sua liberação para a execução. Atualmente na CTEEP tal atividade

é realizada através da análise de diagramas unifilares representados em sistemas SCADA e também através de outras fontes de informações manuais. Com o término deste cenário, observou-se que o módulo de validação do SICOM de fato acusou a existência de anormalidade naquela manobra do PM que estava incoerente com o estado operativo do equipamento.

O **cenário final** de testes ocorreu sobre a fase de execução. No SICOM, todo o PM é gerenciado pelo OPS, onde através da GUI de execução ele determina quais manobras devem ser executadas remotamente e quais devem ser executadas pelo OPC, em campo. Por exemplo, observa-se na Figura 4 que o OPS definiu que a segunda manobra (em amarelo) da sequência de Normalização deveria ser executada pelo OPC (ação contextual: análise do equipamento manobrado). A Figura 5 ilustra GUI da versão *mobile* sendo utilizado pelo OPC na execução de manobras existentes no PM elaborado no cenário de testes. Ressaltam-se três manobras: (1) execução já realizada pelo OPC; (2) execução realizada pelo OPS e visualizada pelo OPC; (3) atividade esperando ser executada pelo OPC.

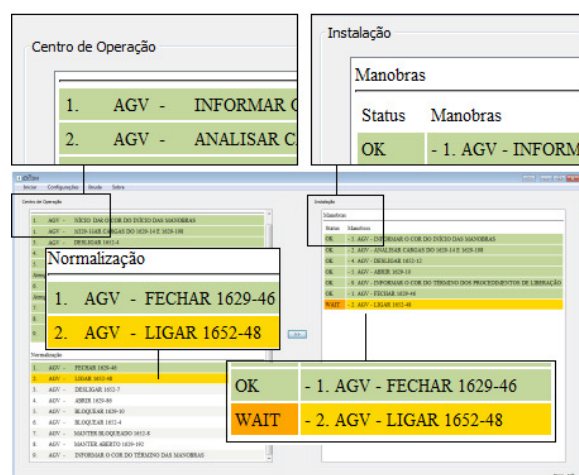


Figura 4. SICOM desktop.

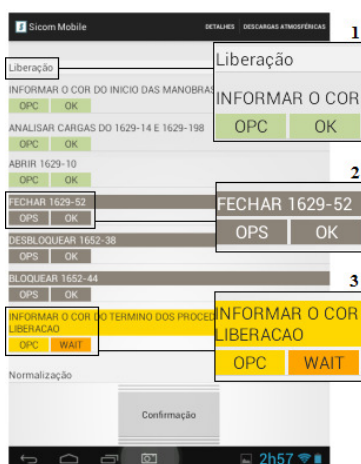


Figura 5. SICOM mobile.

A utilização de dispositivos móveis em algumas subestações da empresa CTEEP possui uma aplicabilidade imediata, pois infraestruturas de rede de compu-

tadores propícias a ambientes dotados de fatores causadores de interferência na transmissão de dados (por exemplo, campos eletromagnéticos) já existem nestas instalações, como aponta Batista *et al.* (2012) ao ressaltar a subestação Centro.

Na fase de execução do PM também houve testes relacionados à incidência de descargas atmosféricas (ação contextual: identificação do clima) através do simulador de clima. Outro resultado obtido nesta fase de testes foi à indicação, em tempo execução, de manobras dotadas de riscos para a operação (ação contextual: identificação do risco da manobra).

5.1 Análise comparativa

A Tabela 4 aponta um estudo comparativo entre o SICOM e trabalhos relacionados com a problemática abordada neste trabalho.

Observou-se que os sistemas analisados foram desenvolvidos para auxiliar uma fase específica do processo de manobras (Oliveira *et al.*, 2007), (Araújo *et al.*, 2008), (Araújo *et al.*, 2012). Esse cenário contribui com a propagação de inconsistências nos PM, produzindo, consequentemente, o surgimento de anormalidades em algum ponto do processo de execução.

Como principal característica do SICOM neste comparativo, destaca-se a utilização da sensibilidade a contexto para realizar as três fases do processo de manobras (elaboração, validação e execução).

Tabela 4. Análise entre trabalhos relacionados com o SICOM.

	Selma	Sisrtm	Sicom
Sensível ao contexto	NÃO	NÃO	SIM
Elaboração de Manobras	SIM	SIM	SIM
Validação na Elaboração	SIM	NÃO	SIM
Validação na Pré-Execução	NÃO	NÃO	SIM
Validação na Execução	NÃO	SIM	SIM
Execução de Manobras	NÃO	SIM	SIM
Formatação de Manobras	SIM	SIM	SIM
Envolve Intertravamento	SIM	NÃO	SIM
Interação com tecnologia <i>Mobile</i>	NÃO	SIM	SIM
Multiplataforma	NÃO	SIM	SIM
Arquitetura Distribuída	NÃO	SIM	SIM
Envolve Diagrama Unifilar	SIM	NÃO	NÃO
Adaptável a versões SCADA	NÃO	SIM	SIM
Sensível ao cadastro de informações	SIM	SIM	SIM
Sendo executado em empresa (s)	NÃO	SIM	NÃO
Plataforma de desenvolvimento	Visual Basic	Java e .NET	Java
Base de Dados	Oracle	Oracle	Postgres

6 Resultados

Usando como premissa as justificativas existentes nos IO referentes às anormalidades causadas por PM, simulou-se o ambiente operativo na qual esses PM estavam relacionados para que o SICOM pudesse realizar as fases EVEM sobre eles. O resultado obtido pode ser observado na Figura 6. Ao analisá-la

infere-se que se o SICOM tivesse sido utilizado entre os anos de 2009 e 2012 teria reduzido para 21% as taxas de anormalidades de IO causadas por PM e promovido um ganho de 47% de processos de PM bem sucedidos.

Outra relevante contribuição do SICOM (Tabela 5) está relacionada ao tempo médio necessário para que um operador realize validações nos PM. Neste sistema, devido ao processo de validação ser realizado computacionalmente, a velocidade e a segurança foram superiores às realizadas através de meios cognitivos - humanos, como por exemplo, observação visual do diagrama unifilar e o raciocínio para inferir a relação entre o estado operativo do equipamento no PM e o exibido no SAGE. É importante enfatizar que os valores atribuídos a variável Atual foram definidos com base nas inferências estabelecidas pela CTEEP ao analisar suas atividades de validação.

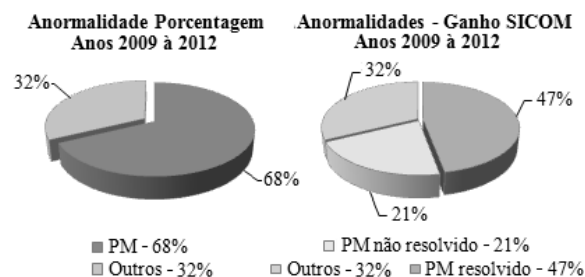


Figura 6. Resultados: SICOM x Anormalidades.

Tabela 5. Ganho de tempo no processo de validação de PM.

Nº de manobras por PM	Atual (min.)	Pós-Sicom (min.)
PM grande (>15)	30	4
PM médio (10-15)	15	3
PM pequeno (<10)	10	2

7 Conclusão

As premissas estabelecidas neste estudo até o presente momento estabelecem a idéia de que a qualidade da operação realizada nas subestações de um SEP está relacionada inicialmente a um processo de elaboração de PM robusto, em seguida a uma fase de validação confiável das atividades operativas e por fim, a um eficiente mecanismo de execução de manobras. Partindo destas conclusões, apresentou-se o SICOM como sendo uma proposta de sistema dotado de uma arquitetura sensível ao contexto capaz de disponibilizar para os elaboradores, validadores e executores de manobras operativas serviços mais próximos as suas reais necessidades, promovendo uma maior otimização dos processos EVEM, uma maior interação entre usuários executores, a padronização da sintaxe da manobra contextualizada no PM e uma maior segurança na prática de atividades operativas em subestações do SEP, por meio da verificação, em tempo de execução, de incidências de descargas atmosféricas, de riscos sobre manobras e dos estados operativos de equipamentos manobrados.

Agradecimentos

Ao professor, orientador desse estudo, Abel Guilherme. A empresa ISA/CTEEP por viabilizar o estudo das problemáticas do processo de manutenção em subestações de energia elétrica. Agradecimento especial a Antônio Campos e Marcos Bertinotti. Por fim, a todas as pessoas da In Forma Software que contribuíram com este trabalho.

Referências Bibliográficas

- Aoki, A. R., Eggea, R. F. and Ferreira, M. (2013). Energy management application for smart grids aiming at mobile device. In: IEEE. p. 1-8.
- Araújo, A. S., Rocha, E., Almeida, R., Ventura L., Luna B. L. J. and Andrade S. (2012). Sistema de Gerência e Execução de Documentos da Operação. In: VI SENOP. São Paulo. p. 1-14.
- Araujo, A. S., Rocha, E. and Lira, T. D. A. S. (2008). SISRTM - Sistema de Roteiro de Manobras. In: X EDAO. São Paulo - SP. p. 1-7.
- Batista, M. and Sylvestre, M. H. (2012). Mobilidade do Sistema de Supervisão e Controle em Subestações. In: XII EDAO. Brasília - DF. p. 1-5.
- Dill M., Dill S., Padoin E., Sausen A. and Sausen P. (2011). Melhorando o desempenho de um subsistema móvel de monitoramento de subestações de energia modelado a partir de um Web Service. In: Revista Brasileira de Computação Aplicada, Passo Fundo - RS, v. 3, n. 1, p. 64-73.
- Lima, A. T. P.; Turnell, M. F. Q. V. (2006) O Contexto de trabalho, as IHMs e o erro humano na operação de sistemas elétricos. p. 1-6.
- Oliveira, A. L.; Magrini L. C.; Meloni, M. L. B. Jardini, J. A. (2007). Sistema Elaborador de Sequência de Manobras - SELMA. In: IV CITENEL. Araxá - MG. p. 1-5.
- Quintino, J. P. (2014). Middleware sensível ao contexto para integração de sistemas de gerenciamento de energia elétrica. Mestrado. Centro de Informática - CIn, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife - PE, p. 12 - 44.
- Raychoudhury V., Cao J., Kumar M. and Zhang D. (2013). Middleware for pervasive computing: A survey, Pervasive and Mobile Computing, vol. 9. p. 177-200.
- Sgotti, V. A. C., Quintino, J. P., Ferraz, C. A. G., and Bertinotti, M. (2015). Integrando Sistemas de Informação do Setor Elétrico através de Sensibilidade a Contexto In: XXIII SNPTEE. Foz do Iguaçu - PR. p. 1-8.
- Vieira, V., Tedesco P. C. A. R. and Salgado A. C. M. (2009). Modelos e Processos para o Desenvolvimento de Sistemas Sensíveis a Contexto. Rio de Janeiro - RJ. p. 381-431.
- Zhang, P.; LI, F. and BHATT, N. (2010). Next generation monitoring, analysis, and control for the future smart control center. In: IEEE. p. 1-6.