



APLICATIVO DE SUPORTE À OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

FILIPE SALLES DE OLIVEIRA

ELETROBRAS FURNAS

RESUMO DO ARTIGO:

A operação de sistemas elétricos com o advento da parcela variável e o progressivo incremento no número de instalações telecomandadas por centros de operação tem tornado a demanda por acesso rápido a informações – instruções de operação em geral – ainda maior para as equipes de tempo real. Essa necessidade junto da garantia de acesso ao conteúdo sempre atualizado tem movido os centros de operação das empresas do setor a buscar alternativas mais eficientes para os métodos de disponibilização de informações para suas salas de controle.

Os desafios de aprimorar os métodos de acesso à informação podem ser abordados de diversas maneiras. Portanto a aplicação aqui apresentada tenta tratar alguns dos gargalos desse processo, como, em específico, o tempo com que a informação procurada é obtida pelo usuário e sua forma de atualização e armazenamento.

A aplicação desenvolvida denominada SOS – Suporte à Operação de Sistemas Elétricos – vai de encontro ao aprimoramento dos processos enunciados acima. A ferramenta é composta por uma automação de pesquisa e backup off-line de instruções em console local através de um algoritmo de conversão de documentos MS Word em páginas da *web* que garante a conversão de tabelas, imagens e texto com alta fidelidade, tornando o acesso às instruções mais eficiente e possível através de qualquer plataforma que comporte um navegador de internet.

O presente trabalho relata detalhes sobre o desenvolvimento do software, seus principais módulos, os benefícios advindos do uso da aplicação, a experiência de implantação do projeto na Eletrobras FURNAS em tempo real e ambiente de simulação e os resultados da avaliação qualitativa da aplicação pelos centros de operação da empresa.

PALAVRAS-CHAVE:

Software, Gestão da informação, Instrução de operação, Aplicação multiplataforma, *Web scrapping*

APLICATIVO DE SUPORTE À OPERAÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS

1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é, sem dúvida, um serviço público essencial [1] e garantir o seu fornecimento com qualidade de forma ininterrupta é missão direta ou indireta das empresas públicas e privadas que compõem a estrutura do setor elétrico brasileiro. Com este intuito, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) desde 2007, com a resolução normativa nº270 [2], tem trabalhado na direção estabelecer disposições relativas à qualidade do serviço público de transmissão de energia elétrica de forma que a remuneração dos agentes que integram a rede básica passa a ser associada, entre outros fatores, à disponibilidade de suas instalações e equipamentos ao sistema interligado nacional.

Os agentes do setor elétrico em razão de aperfeiçoar o desempenho dos seus serviços prestados junto das novas diretrizes de um setor em constante expansão têm modernizado suas instalações em um processo que, para operação de sistemas elétricos, tem resultado num progressivo aumento do número de instalações telecomandadas por centros de operação e teleassistidas por polos centralizados para atendimentos de manutenção.

A demanda por agilidade na operação de instalações pelos centros de operação passa essencialmente por dois limitadores de desempenho fundamentais. O primeiro é o tempo para identificação do problema e o segundo é o tempo para tomada de decisão pelo operador de tempo real. O gargalo no tempo de identificação do problema não é escopo deste trabalho. Após a correta identificação do problema pelo operador, este tem de avaliar qual é o procedimento a ser adotado como solução.

Os procedimentos adequados para operação de instalação, sobre relacionamento entre agentes e o ONS, sobre relacionamento entre empresas interligadas e detalhes específicos de manobras em equipamentos devem estar descritos em documentos internos às empresas dos agentes e ou no Manual de Procedimentos da Operação (MPO [3] – domínio público [4]). Nestas instruções são descritos os passos a serem seguidos pelas equipes de tempo real dos centros de operação do ONS e dos agentes para a correta operação dos equipamentos pertencentes à rede de operação, levando em consideração o cenário energético em que, no momento, o equipamento se enquadra.

É neste ambiente que se insere o aplicativo apresentado. Seus principais objetivos são o de manter sempre atualizados e disponíveis recursos de informação e facilitar a forma com que a interação com os documentos ocorre, permitindo que o operador de tempo real tome decisões mais acertadas com agilidade e segurança.

Os próximos itens deste trabalho tratam de como o software foi desenvolvido, qual plataforma e principais linguagens utilizadas, relacionando suas rotinas e algoritmos, apontando os impactos positivos e negativos observados da implantação da aplicação nas divisões de operação de sistema elétrico da Eletrobras FURNAS. Ao encerrar do trabalho são discutidas possíveis alterações a serem adotadas no programa para ampliar sua integração com outras ferramentas e são expostos dados relativos à avaliação qualitativa da aplicação pelos seus principais usuários junto de sua experiência na utilização do software em sala de controle no tempo real e em ambiente de simulação.

Promoção:



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Organização:



2. SOBRE O SOFTWARE

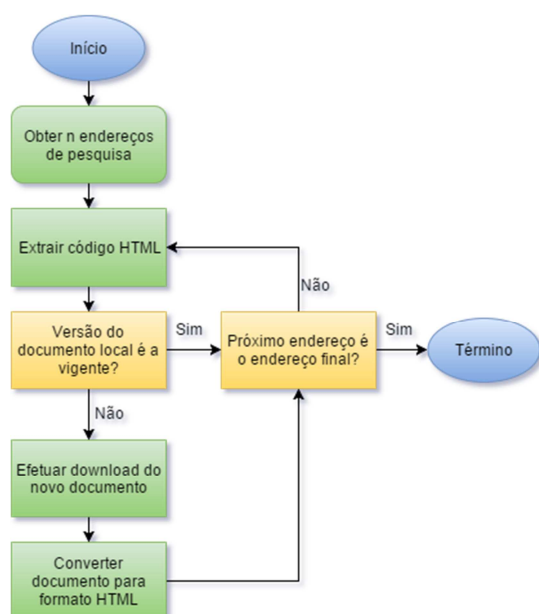
O SOS – Suporte à Operação de Sistemas Elétricos é um aplicativo desenvolvido na plataforma MS dotNET Framework em C# para desktop MS Windows. A aplicação tem como base de funcionamento uma rotina que mantém atualizados documentos que serão objetos de pesquisa de uma segunda rotina. Estas duas rotinas, dentro da aplicação, foram divididas em dois módulos independentes. O primeiro módulo tem nome MPObot – módulo de atualização e o segundo módulo tem nome SOS – módulo da interface de pesquisa.

2.1. Módulo MPObot

Este módulo, como o nome sugere, é o responsável por manter os documentos do Manual de Procedimentos da Operação atualizados através de uma automação por software. O objetivo de limitar o módulo de atualização apenas a documentos do ONS foi o de tornar a aplicação mais abrangente a outros agentes do setor elétrico, uma vez que o acesso a documentos do MPO é indispensável às salas de controle que atuam no SIN. Outro importante motivo é que o MPO, por ser de domínio público, encontra-se disponível e devidamente atualizado no portal do ONS [5]. Entretanto a utilização do módulo de atualização pode ser estendida a quaisquer documentos que o usuário da ferramenta desejar, desde que, como no caso do MPO, seja disponibilizado ao módulo o local onde se encontrará os documentos em sua última versão.

Atualmente as empresas do setor elétrico munem suas salas de controle com instruções de operação e documentos relevantes através de páginas na web ou banco de dados na rede corporativa, tornando a disposição de documentos em mídia impressa um método quase extinto devido à propagação de políticas ambientais e redução de custos. Em face de uma possível contingência de acesso à rede corporativa, internet ou intranet, o referido módulo mantém um backup off-line em drive local de todos os documentos que são objeto de pesquisa da aplicação, garantindo a disponibilidade de seu conteúdo independente de adversidades.

2.1. a) Funcionamento e Resultados



A estrutura de funcionamento do programa pode ser observada na figura 1.

Assim que o programa inicia este localiza os endereços base fornecidos pelo o usuário e procede com a extração do código HTML da página de download, onde através de *web scraping* é identificado se o documento a ser tratado já se encontra na última revisão vigente, ou se é necessária sua substituição pela nova revisão; sendo necessária sua substituição, é realizado o download do documento que é então convertido para o formato “.html” dando continuidade à rotina de avaliação de endereços.

Figura 1: Fluxograma básico do MPObot

Os links a serem disponibilizados pelo usuário são parte da etapa de pré-configuração da aplicação. As entradas externas dos módulos MPObot e SOS, que contém suas respectivas pré-configurações, são todas realizadas através de documentos no formato “.txt”. A adoção deste método foi com a intenção de manter a aplicação o mais simples possível para facilitar sua implantação. Esta opção também favorece a portabilidade do aplicativo que por concepção demanda apenas como pré-requisito a instalação do pacote MS dotNet Framework 4.5 ou superior.

Web scraping é uma técnica de automatização do processo de coleta de informação em sites da web através da análise de seu código HTML e monitoramento de trefego [6]. Encontra na atualidade ampla aplicação em sites de comparação de preços, sites compiladores de conteúdo e principalmente por grandes motores de pesquisa na web [6]. Esse processo é de grande relevância na aplicação, pois a maneira como foi concebida permite que qualquer documento disponível através de um link de download, seja pela internet para documentos como os do MPO, ou pela intranet para documentos locais, pode ser incorporado ao corpo de documentos a serem utilizados como fonte de pesquisa pelo módulo SOS. A inspeção do código HTML da página permite checar se o documento disponível para download é idêntico ao armazenado no disco local ou se é uma nova revisão, sem que seja necessário realizar o download do arquivo. A ação de download demanda um consumo de banda relativamente maior do que apenas uma inspeção do código HTML.

Outro grande desafio da aplicação é o de conseguir interpretar os diversos formatos de documentos de texto que são possíveis de serem passados ao programa. Atualmente existem diversos formatos de arquivos de texto e ainda mais diversos softwares aptos a tratá-los. O foco da rotina de conversão é o de tratar documentos no formato MS Office Legacy (“.dot” e “.doc” – formato binário de documentos de texto adotado pela Microsoft) – e MS Office Open XML (“.docx” – formato que utiliza a linguagem de marcação XML na sua descrição). Estes foram os formatos escolhidos para conversão por serem os mais utilizados quando se trata de edição e distribuição de arquivos de texto e por sua leitura demandar uso de software licenciado pela Microsoft.

Arquivos no formato Portable Document File (“.pdf”) também são muito utilizados para a distribuição de documentos de texto e imagem, porém sua conversão para “.html” foi desconsiderada por já ser um formato que tem rápida leitura, devido sua apresentação não trazer recursos de edição do conteúdo, e por não depender de softwares licenciados para executar sua leitura.

O algoritmo de conversão utiliza do projeto de código aberto *PowerTools for XML* [7] que consiste de uma biblioteca de comandos para o *PowerShell* do MS Windows que facilitam a extração de dados e criação de novos documentos programaticamente, utilizando da linguagem XML. Os documentos convertidos são reescritos nas linguagens CSS e XHTML. A linguagem XHTML é uma extensão da linguagem HTML, porém utilizando regra de marcadores XML. Os marcadores da linguagem XML são a referência para a fiel conversão dos documentos do formato MS OL ou OOXML. A estrutura do conteúdo convertido é definida pela linguagem XHTML e a descrição da formatação é realizada na linguagem CSS.

A descrição da formatação em CSS introduz ao arquivo final o recurso de navegação responsiva pelo documento através da manipulação das margens dos elementos que envolvem o texto de modo que a disposição do conteúdo se adapta à resolução de tela do usuário. A figura 2 apresenta um exemplo, no próprio módulo SOS, do resultado da alteração da resolução do conteúdo e a forma de como este se arranja para que não sejam perdidas informações. Esse recurso é a chave para o segundo passo de implantação da aplicação que é o de embarcar esta solução em dispositivos móveis. O módulo de interface de pesquisa para dispositivos móveis ainda não foi concluída, mas o acesso aos documentos convertidos já é

Promoção:



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Organização:



possível, uma vez que o formato “.html” é universal para navegadores de internet e pode ser interpretado por qualquer sistema operacional que tenha um navegador da web.

IO-PM.SE.5RJ - LT 500 KV ADRIANÓPOLIS / CACHOEIRA PAULISTA ...

Procurar

Expandir

MANOBRAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

3.1. LT 500 KV ADRIANÓPOLIS / CACHOEIRA PAULISTA C1

3.1.1. DESENERGIZAÇÃO DA LT 500 KV ADRIANÓPOLIS / CACHOEIRA PAULISTA C1

Passo	Coordenação	Controle	Comando / Execução	Procedimento	Objetivo / Item de Controle
1	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS (CTRR.O)	Ajustar o carregamento dos Sincronos da SE Grajaú, através de manobras de capacitores, reatores e LTC da área de influência.	Geração dos Sincronos da SE Grajaú igual ou inferior a zero Mvar
2	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS	Elevar as tensões no tronco de 500 kV de suprimento à área Rio de Janeiro / Espírito Santo, utilizando os recursos de controle de tensão da área de influência, principalmente os capacitores da SE Tijucu Preto e a tensão de geração das usinas do Rio Grande.	Tensão nas barras de 500 kV e 345 kV do tronco de suprimento à área Rio de Janeiro / Espírito Santo igual ou inferior ao limite superior da faixa.
3	O COSR-SE deve solicitar a CEMIG a elevação, se possível, da tensão de geração das unidades geradoras das usinas do Rio Grande conectadas a sua área de distribuição.			Tensão nas barras de 500 kV e 345 kV do tronco de suprimento à área Rio de Janeiro / Espírito Santo igual ou inferior ao limite superior da faixa.	

IO-PM.SE.5RJ - LT 500 KV ADRIANÓPOLIS / CACHOEIRA PAULISTA ...

Procurar

Expandir

MANOBRAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO

3.1. LT 500 KV ADRIANÓPOLIS / CACHOEIRA PAULISTA C1

3.1.1. DESENERGIZAÇÃO DA LT 500 KV ADRIANÓPOLIS / CACHOEIRA PAULISTA C1

Passo	Coordenação	Controle	Comando / Execução	Procedimento	Objetivo / Item de Controle
1	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS (CTRR.O)	Ajustar o carregamento dos Sincronos da SE Grajaú, através de manobras de capacitores, reatores e LTC da área de influência.	Geração dos Sincronos da SE Grajaú igual ou inferior a zero Mvar
2	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS	Elevar as tensões no tronco de 500 kV de suprimento à área Rio de Janeiro / Espírito Santo, utilizando os recursos de controle de tensão da área de influência, principalmente os capacitores da SE Tijucu Preto e a tensão de geração das usinas do Rio Grande.	Tensão nas barras de 500 kV e 345 kV do tronco de suprimento à área Rio de Janeiro / Espírito Santo igual ou inferior ao limite superior da faixa.

Figura 2: Instrução IO-PM.SE.5RJ convertida em “.html” exibida pelo módulo SOS em resoluções distintas

Imagens que eventualmente o arquivo original possa apresentar são convertidas em um vetor binário e injetadas no código XHTML de forma que a leitura do arquivo final não necessita fazer referência a qualquer objeto que não dentro do seu próprio código. Este recurso é interessante, pois facilita a manipulação do documento sem precisar se preocupar com suas referências aumentando sua portabilidade, além de reduzir expressivamente o tamanho do arquivo final em relação ao seu original. Vale ressaltar que o tamanho final dos arquivos convertidos é em média 40% inferior ao dos seus originais sem que haja perda de qualidade no conteúdo.

Nome	Tamanho	Nome	Tamanho
IO-EE.ECC_Rev.07_em_11_08_2015 14_52_46.docx	276 KB	IO-EE.ECC_Rev.07_em_11_08_2015 14_52_46.html	55 KB
IO-EE.SE.3SP_Rev.47_em_19_07_2016 11_49_28.docx	791 KB	IO-EE.SE.3SP_Rev.47_em_19_07_2016 11_49_28.html	638 KB
IO-EE.SSE_Rev.44_em_19_11_2015 07_52_43.docx	2.015 KB	IO-EE.SSE_Rev.44_em_19_11_2015 07_52_43.html	1.591 KB
IO-OI.SE.ITE_Rev.17_em_21_08_2015 12_37_47.docx	147 KB	IO-OI.SE.ITE_Rev.17_em_21_08_2015 12_37_47.html	94 KB
IO-OI.SE.STBF_Rev.01_em_15_09_2015 17_07_48.docx	137 KB	IO-OI.SE.STBF_Rev.01_em_15_09_2015 17_07_48.html	56 KB
IO-OI.SE.STCA_Rev.11_em_08_07_2016 14_15_29.docx	142 KB	IO-OI.SE.STCA_Rev.11_em_08_07_2016 14_15_29.html	89 KB
IO-OI.SE.STCH_Rev.12_em_03_03_2016 09_23_19.docx	138 KB	IO-OI.SE.STCH_Rev.12_em_03_03_2016 09_23_19.html	70 KB
IO-OI.SE.STGA_Rev.13_em_01_10_2015 14_09_37.docx	139 KB	IO-OI.SE.STGA_Rev.13_em_01_10_2015 14_09_37.html	82 KB
IO-OI.SE.STIA_Rev.02_em_13_04_2011 11_15_16.docx	44 KB	IO-OI.SE.STIA_Rev.02_em_13_04_2011 11_15_16.html	50 KB
IO-OI.SE.STIN_Rev.07_em_15_12_2015 12_18_39.docx	138 KB	IO-OI.SE.STIN_Rev.07_em_15_12_2015 12_18_39.html	68 KB
IO-OI.SE.STMO_Rev.13_em_08_07_2016 15_23_43.docx	140 KB	IO-OI.SE.STMO_Rev.13_em_08_07_2016 15_23_43.html	77 KB
IO-OI.SE.STRS_Rev.02_em_16_09_2015 14_52_38.docx	137 KB	IO-OI.SE.STRS_Rev.02_em_16_09_2015 14_52_38.html	57 KB
IO-OI.SE.STTB_Rev.06_em_01_10_2015 14_16_43.docx	149 KB	IO-OI.SE.STTB_Rev.06_em_01_10_2015 14_16_43.html	79 KB

Figura 3: Comparação entre o tamanho dos arquivos de pesquisa original (à esquerda) e convertido (à direita)

A execução do MPObot não trás nenhum incômodo ao usuário. As únicas informações trocadas entre o módulo e o usuário são através de balões de informação no canto inferior direito do desktop informando início da atualização e se foi concluída com sucesso ou não. No caso negativo também é informado quantos erros ocorreram direcionando o usuário para o log completo sobre os erros da execução. O módulo também traz a opção de exibir as etapas de atualização através de um formulário Windows. Este formato foi pensado com o intuito de exibir os logs em tempo de execução para facilitar a correção de problemas da rotina de atualização por usuários que não tem prática na leitura de logs de erro de uma aplicação comum.

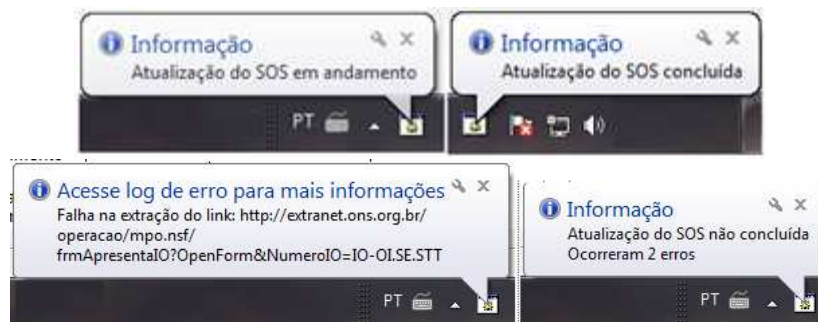


Figura 4: Exemplo de comunicação entre módulo MPObot e o usuário

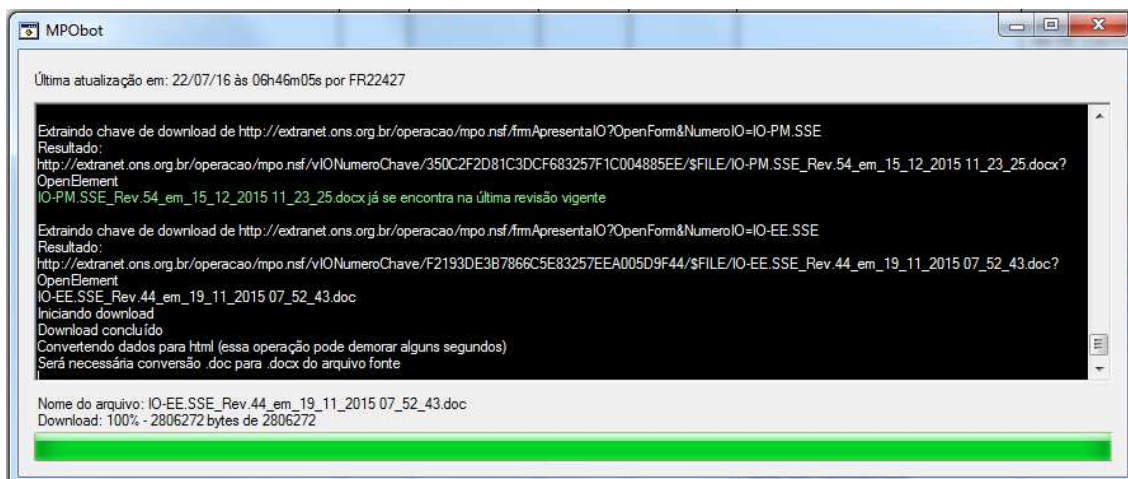


Figura 5: Exibição dos logs da aplicação MPObot em tempo de execução

2.2. Módulo SOS

A palavra SOS é um sinal informativo de telecomunicações utilizado para solicitar auxílio em situações de necessidade de socorro. A aplicação e seu módulo de pesquisa compartilham deste nome que, embora seja uma analogia ao sinal de socorro, foram desenvolvidos para o serem o próprio socorro. Os documentos selecionados pelo módulo MPObot podem ser explorados pela interface de pesquisa que conta com entradas externas para estruturar a forma de apresentação dos documentos trazendo imediatamente ao usuário pontos específicos pré-configurados no documento. Este recurso é a pedra fundamental que motivou a criação da aplicação.

2.2. a) Funcionamento e Resultados

O modulo SOS é uma interface de documentos múltiplos (ou MDI, acrônimo para *multiple document interface*) que permite, dentro da aplicação, a abertura de novas janelas que passam a residir dentro de uma única janela, a janela principal da aplicação. A janela principal é como a área de trabalho da aplicação, tendo como principais recursos uma barra de ferramentas universal que permite abrir novas janelas de pesquisa ou iniciar o módulo MPObot, compartilhada por todas as janelas abertas sobre a área de trabalho, e o recurso de gerenciamento de janelas em execução.

A área de trabalho deixa à disposição em seu rodapé o horário da última atualização dos dados da aplicação, bem como mensagens informativas sobre possíveis erros ocorridos na execução do módulo de atualização. A comunicação entre os dois módulos se dá através da leitura dos logs de atualização construídos pelo MPObot. Os logs de atualização, em caso de erro, trazem informações relevantes sobre qual é sua possível origem; seja por falta de comunicação com o servidor de download, falha na conexão local à internet ou intranet, endereço fornecido para atualização está incorreto ou se a aplicação não foi devidamente pré-configurada antes de sua execução. A identificação destes problemas é seguida no log de atualização de uma possível solução, como no caso de endereço incorreto o software faz uma busca no google sobre o endereço e procura se existem endereços semelhantes indicando um possível erro de digitação. Estes recursos foram empregados de forma que a disponibilidade da aplicação sempre seja informada e se houver problemas o usuário é direcionado para a solução. A manutenção do software por terceiros de forma guiada foi planejada para aumentar a usabilidade da aplicação e torná-la amigável ao usuário.

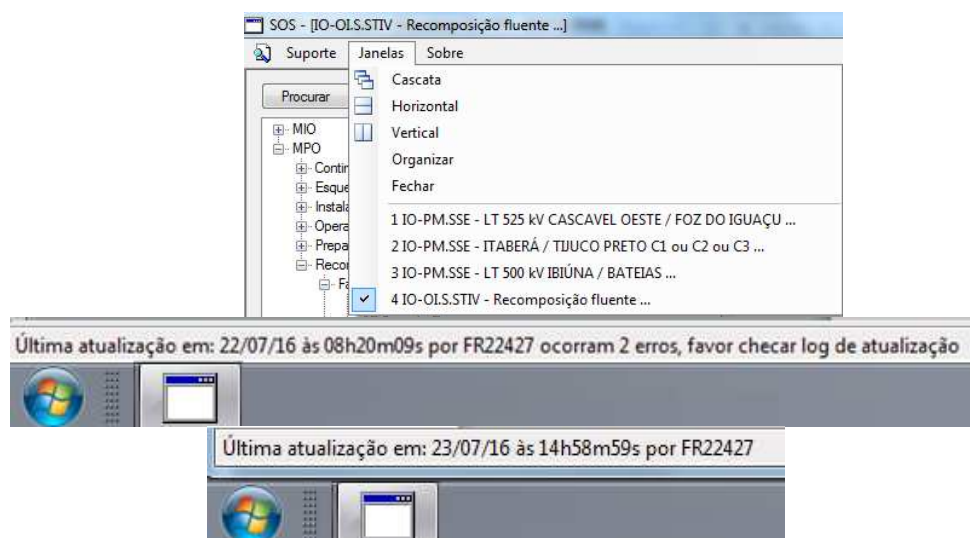


Figura 6: Interface MDI com seu recurso de gerenciamento de janelas na aba “Janelas” e abaixo possíveis mensagens de rodapé da aplicação

Em execução o SOS tem a interface apresentada na figura 7.

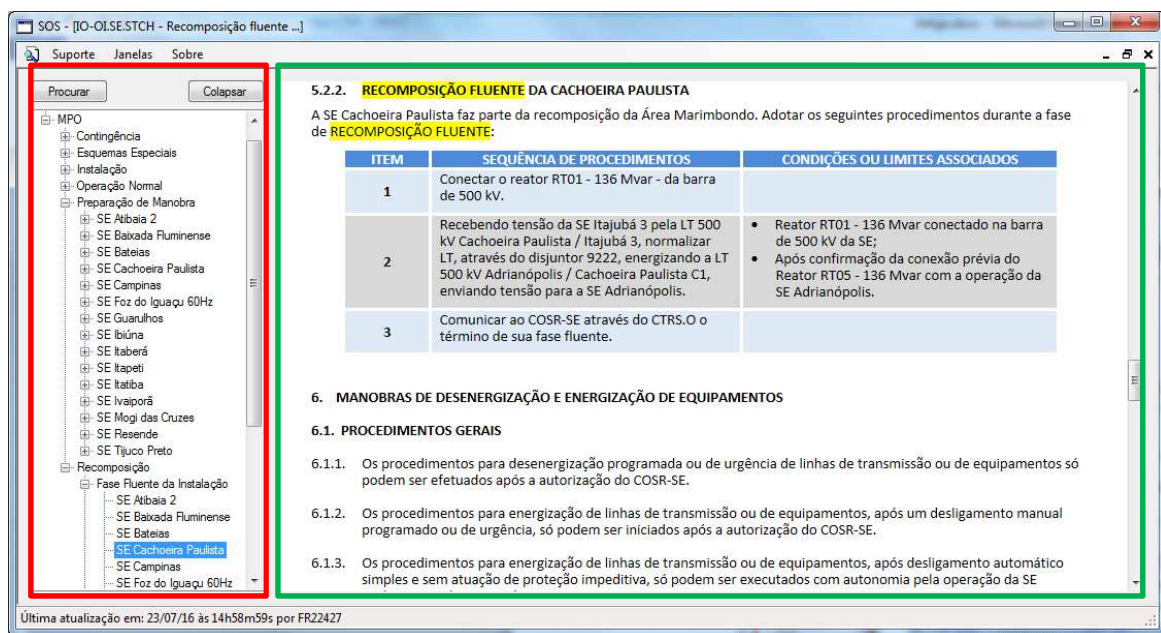


Figura 7: Interface de pesquisa da aplicação com sua árvore de pesquisa destacado em vermelho à esquerda e a visualização do documento destacado em verde à direita

A árvore de pesquisa e a interface de visualização compartilham uma mesma janela na aplicação. A estrutura de pesquisa, apresentada na figura 7, pode ser configurada pelo próprio usuário. Como afirmado anteriormente neste trabalho, entradas externas a aplicação são todas realizadas através de arquivos no formato “.txt” para facilitar a interação com usuário. A figura 8 apresenta como se dá a organização da árvore de pesquisa.

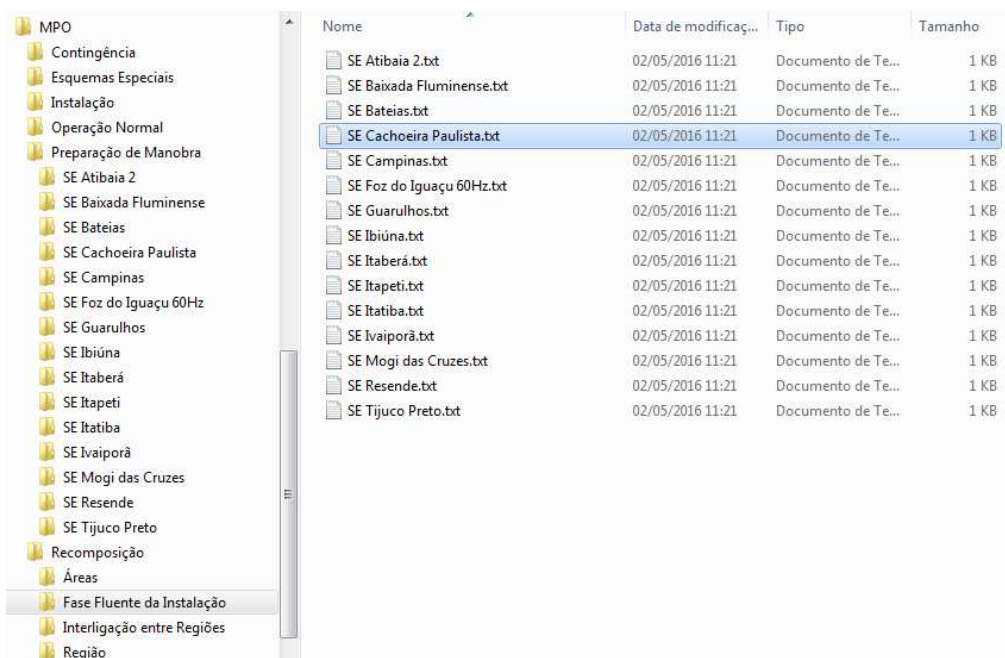


Figura 8: Configuração da árvore de pesquisa do módulo SOS demonstrada na figura 7

Como é possível visualizar a estrutura é composta por pastas sendo o item final de cada ramo da árvore um arquivo “.txt”. Neste arquivo “.txt” é que estão as informações

necessárias para que o programa identifique qual instrução abrir na interface ao lado da árvore de pesquisa e o que buscar na instrução aberta.

No exemplo da figura 7 temos o acesso ao item SE Cachoeira Paulista localizado no final da estrutura: MPO>Recomposição>Fase Fluente da Instalação; o arquivo “SE Cachoeira Paulista.txt” traz as informações apresentadas na figura 9. Na primeira linha deste arquivo deve ser informado qual documento fornecido pelo MPObot deve ser lido na interface de visualização; na segunda linha deve ser informado qual texto buscar no documento; na terceira linha deve ser informado qual número referente aos n encontros do item a ser a apresentada ao usuário. Caso a segunda e terceira linhas estejam em branco ou com entradas inválidas e ou a aplicação falhe em encontrar a palavra procurada, a aplicação ainda assim tentará localizar e abrir o documento informado na primeira linha; caso este também esteja incorreto, a aplicação retornará uma mensagem de erro comunicando que a instrução procurada não pertence à biblioteca de documentos do MPObot.

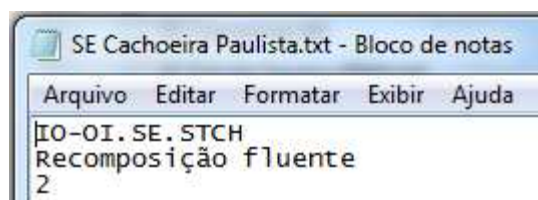


Figura 9: Arquivo de pesquisa “SE Cachoeira Paulista.txt” referente às figuras 7 e 8

Este método de pesquisa é suscetível a falhas, uma vez que em uma nova revisão podem ser adicionadas frases iguais à frase de pesquisa, trazendo ao usuário um posicionamento indesejado do documento. Não há maneira de contornar este problema da forma com que a aplicação foi concebida, porém este erro tem pouca relevância, já que caso não seja possível localizar corretamente a palavra procurada, a aplicação ainda permitirá a visualização integral da instrução, podendo então o usuário utilizar um segundo recurso da árvore de pesquisa que é o botão “Procurar”; ao clicar neste botão o usuário tem acesso a uma janela, onde pode realizar uma pesquisa no documento por uma palavra ou frase que desejar. Além de que a estrutura da árvore de pesquisa pode ser atualizada por qualquer usuário que, quando encontrar um engano, pode corrigi-lo atualizando o número de parada do mecanismo de pesquisa.

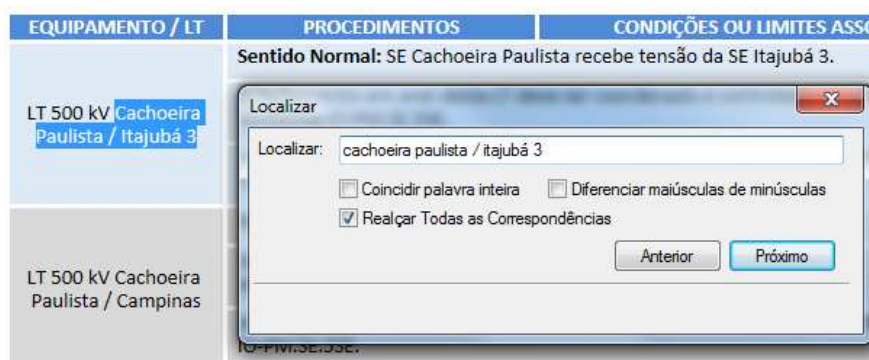


Figura 10: Janela referente ao botão “Procurar” da árvore de pesquisa

A disponibilidade de acesso à estrutura da árvore de pesquisa foi pensada de maneira a encorajar os usuários a criar a seus próprios ramos de pesquisa na árvore, separando das instruções que desejar pontos que considerar mais relevantes.

A visualização do documento, como mostrado na figura 7, é realizada por um browser de internet. O módulo SOS cria uma nova chave de registro nos registros do Internet Explorer

(IE) para o usuário local, permitindo que a aplicação tenha acesso à versão IE11 incorporado à sua janela; esse passo é relevante, pois os recursos utilizados na criação de conteúdo XHTML pelo MPObot só têm suas marcações XML reconhecidas por versões mais atuais do IE, além de que a criação de registros para cada usuário reforça a portabilidade da aplicação que não necessita de direitos de administrador local para ser implantada.

Como mencionado no item 2.1.a, o formato dos arquivos utilizados pelo módulo SOS tem tamanho relativamente pequeno e pelo foco da aplicação ser na leitura de conteúdo e não sua edição, o acesso aos documentos da biblioteca criada pelo MPObot é quase instantâneo, independente de quão complexa seja a pesquisa ou quão longo seja o documento. Tal afirmação depende do hardware, mas podem ser levadas em consideração quando comparadas à execução do MS Word para leitura de um ou múltiplos documentos.

O recurso de leitura de documentos como páginas na web é eficiente no consumo de memória da CPU. Na figura 11 é apresentada a comparação entre o consumo de memória utilizando o gerenciador de tarefa do MS Windows para uma única janela do IE11, 5 documentos “.docx” abertos em MS Word 2010 e os mesmos 5 documentos convertidos em “.html” abertos no SOS.

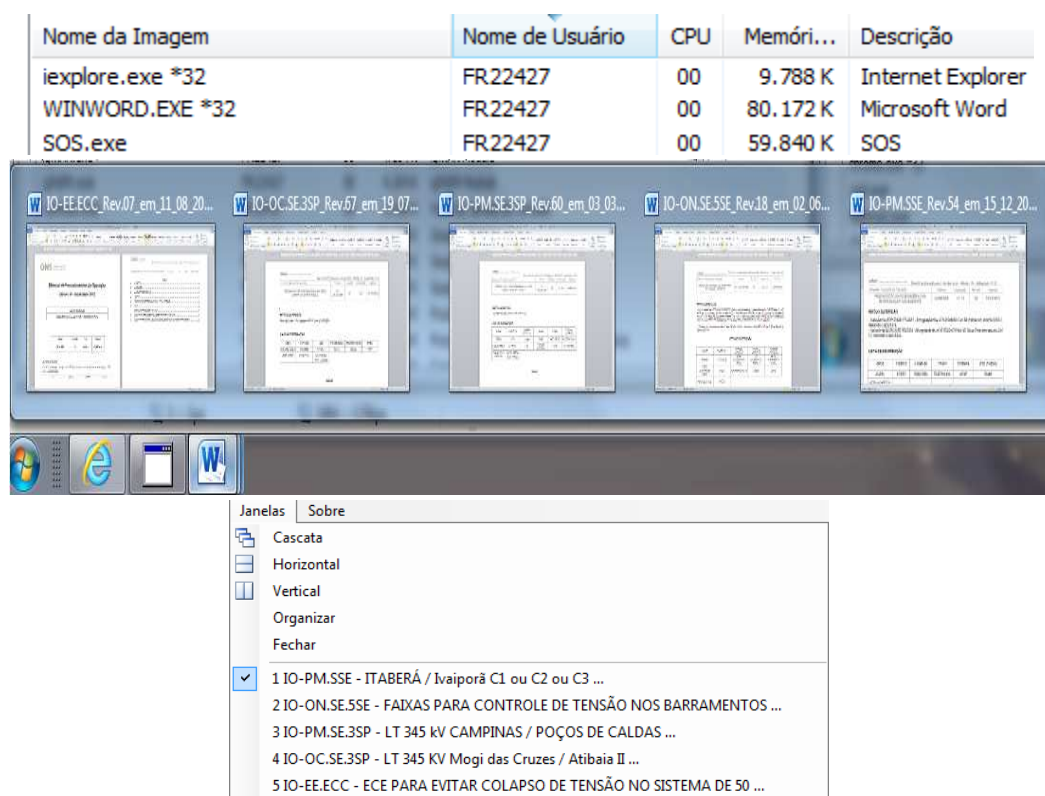


Figura 11: Desempenho em relação ao consumo de memória do IE11 (uma única janela), MS Word 2010 para 5 documentos e SOS para os mesmos 5 documentos convertidos

Já era esperado que o SOS tivesse um melhor desempenho por estar executando a leitura de arquivos mais leves, entretanto o fator relevante não é o consumo de memória, mas sim o tempo de leitura que no SOS, através do IE11, é muito superior. Não foram desenvolvidas métricas para determinar o tempo de carregamento dos documentos em MS Word ou SOS para atestar sua eficiência além da uma pesquisa qualitativa realizada com os usuários da aplicação.

O mecanismo de pesquisa utilizado pelo módulo lê o conteúdo do código XHTML e identifica a posição da ocorrência das palavras-chave procuradas. Uma vez decidido qual

número da ocorrência se deseja selecionar, o programa dirige a visualização para o ponto determinado. É possível, enquanto o programa lê o código XHTML fazer modificações em tempo de execução desse código. Em sua versão mais atual, o módulo SOS seleciona todos os encontros da palavra ou frase procurada e altera sua formatação para fundo amarelo, alterando todas as letras para maiúsculas e em negrito, com o objetivo de chamar a atenção do usuário para o tópico de sua pesquisa e melhorar o desempenho do tempo de decisão do usuário. Os resultados qualitativos do uso dos recursos da aplicação completa serão tratados em outra seção.

3.13.2.1 Energização da LT 500 kV Ibiúna / Itatiba a partir da SE Ibiúna (Sentido Normal)

Item	Coordenação	Controle	Comando/Execução	Procedimento	Item de Controle/Objetivo
1	A energização no sentido normal desta LT e seu fechamento em anel, quando de desligamento automático, será efetuada com autonomia pela Eletrobrás FURNAS (CTRS.O), conforme IO específica da instalação. Para desligamentos programados / urgência, ou se algum item de controle da IO específica da instalação não for atendido, a energização desta LT será coordenada e controlada pelo COSR-SE, conforme procedimentos a seguir				
2	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS (CTRS.O)	Energizar a LT 500 kV Ibiúna / Itatiba, enviando tensão para a SE Itatiba.	a) Tensão Pré-manobra na SE Ibiúna ≤ 545 kV
3	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS (CTRS.O)	Fechar em anel, a LT 500 kV Ibiúna / Itatiba, na SE Itatiba.	a) Iniciar a manobra preferencialmente pelo DJ 9026, finalizando a mesma pelo DJ 946; b) Ajustes nos relés de verificação de sincronismo: $\Delta V \leq 75$ kV $\Delta \theta \leq 25^\circ$

3.13.2.1 Energização da LT 500 kV IBIÚNA / ITATIBA a partir da SE Ibiúna (Sentido Normal)

Item	Coordenação	Controle	Comando/Execução	Procedimento	Item de Controle/Objetivo
1	A energização no sentido normal desta LT e seu fechamento em anel, quando de desligamento automático, será efetuada com autonomia pela Eletrobrás FURNAS (CTRS.O), conforme IO específica da instalação. Para desligamentos programados / urgência, ou se algum item de controle da IO específica da instalação não for atendido, a energização desta LT será coordenada e controlada pelo COSR-SE, conforme procedimentos a seguir				
2	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS (CTRS.O)	Energizar a LT 500 kV IBIÚNA / ITATIBA, enviando tensão para a SE Itatiba.	a) Tensão Pré-manobra na SE Ibiúna ≤ 545 kV
3	COSR-SE	COSR-SE	FURNAS (CTRS.O)	Fechar em anel, a LT 500 kV Ibiúna / Itatiba, na SE Itatiba.	a) Iniciar a manobra preferencialmente pelo DJ 9026, finalizando a mesma pelo DJ 946; b) Ajustes nos relés de verificação de sincronismo: $\Delta V \leq 75$ kV $\Delta \theta \leq 25^\circ$

Figura 12: Trecho da instrução IO-PM.SE.5SP para comparação entre a exibição no SOS com e sem o recurso de injeção HTML

3. IMPLANTAÇÃO DO SOFTWARE NA ELETROBRAS FURNAS

A aplicação SOS – Suporte à Operação de Sistemas Elétricos teve sua primeira versão disponibilizada para teste ao CTRS – Centro de Operação Regional São Paulo em fevereiro de 2016 como uma forma paralela de acesso a informações no tempo real. A partir de abril do mesmo ano as salas de controle do CTRM – Centro de Operação Regional Minas, CTRR – Centro de Operação Rio, CTRG – Centro de Operação Regional Goiás e CTOS – Centro de Operação do Sistema também passaram a testar o aplicativo.

A biblioteca de documentos do MPObot para os centros de operação de FURNAS contam com as instruções do próprio MPO e documentos internos relevantes à operação de sistema para a área de atuação de cada regional. O backup em drive local dos documentos é realizado apenas para instruções, pertencentes ao MPO ou internas, consideradas relevantes na tomada de decisão por parte das equipes em tempo real. Cada regional conta com mais de 100 documentos relevantes disponíveis para pesquisa rápida via interface do SOS, sendo, em média, 40% documentos do MPO e 60% documentos internos.

Promoção:



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Organização:



Os filtros da árvore de pesquisa foram relacionados, dentro do ramo de cada instrução, pelo nome do equipamento a que se refere. Este é o padrão pré-disponibilizado para cada regional, entretanto cada operador é encorajado a criar e adaptar a árvore de pesquisa padrão para melhor atender suas necessidades. A quantidade de filtros padrão é relativa e depende de peculiaridades de cada regional e quantidade de equipamentos que supervisiona ou opera. Para fins de exemplo, para o CTRS, a árvore padrão conta com 185 itens de pesquisa entre documentos relacionados à preparação de manobras, contingência, esquemas especiais, operação normal, recomposição e outros.

3.1. Uso do Software em Ambiente de Simulação

O treinamento de operadores com o uso de simuladores é uma prática comum no setor elétrico. Um cenário típico é o de analisar a ação do operador em relação ao início de um distúrbio e avaliar suas ações durante os eventos. Após o treinamento é dado ao operador um feedback de suas ações e é discutido se existem maneiras de aprimorar os procedimentos executados.

O programa SOS registra o horário de acesso a cada procedimento consultado. Este recurso permite ao treinador comparar o momento em que ocorreu a perturbação simulada com o horário exato em que o operador consultou o procedimento correto, escopo do treinamento. O tempo do primeiro acesso pelo treinando aponta o tempo tomado pelo operador para identificar os equipamentos afetados no distúrbio. Já a quantidade de tentativas ou tempo até a localização do procedimento correto aponta o tempo tomado pelo operador para identificar onde está o suporte da sua tomada de decisão. O tempo de identificação do problema e o tempo para tomada de decisão são os dois principais limitadores à ação do operador no tempo total necessário para recomposição do sistema elétrico em perturbações.

O uso do SOS nos simuladores traz novos parâmetros na análise de desempenho das equipes de tempo real. O SOS oferece ao treinando um feedback aprimorado sobre suas ações e ao treinador dados para compor treinamentos melhor direcionados à correção de problemas comuns de sua equipe, como por exemplo, quanto ao uso do sistema de supervisão e controle, identificação dos procedimentos corretos a serem consultados e etc.

3.2. Avaliação do Software pelos Usuários

Na Eletrobras FURNAS o acesso a documentos referentes a procedimentos para operação de sistema são disponibilizados através de uma interface de um banco de dados em ambiente *Lotus Notes*. Face à dificuldade de se comparar quantitativamente a eficiência da aplicação SOS em relação ao método atual, foi solicitado aos operadores dos centros de operação regionais que respondessem uma pesquisa que avalia qualitativamente o programa. Os avaliadores foram 8 operadores do CTRS, 7 do CTRM e 4 do CTRG, totalizando 19 participantes.

O gráfico 1 apresenta as respostas sobre a velocidade de acesso a procedimentos no formato de página web comparado com o seus arquivos no formato original. O eixo horizontal trata da intensidade com que o respondente classifica sua resposta, no caso se a velocidade de acesso é inferior ou superior.

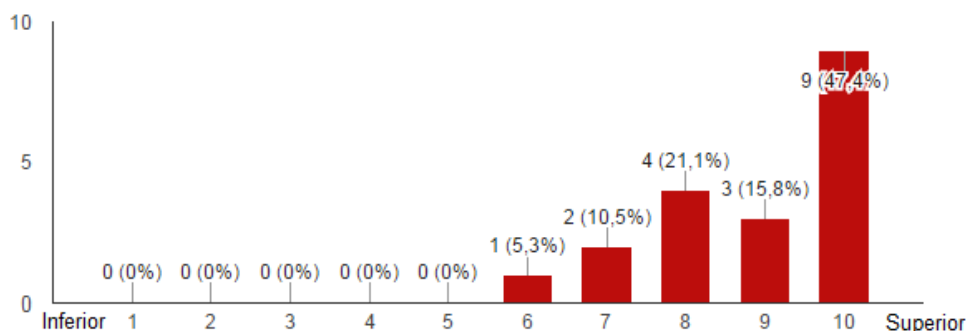


Gráfico 1: Respostas referentes a velocidade de acesso a procedimentos

O gráfico 2 apresenta as respostas à pergunta: “Você acredita que o seu tempo de resposta em perturbações pode ser aprimorado pelo uso do SOS em tempo real?” O eixo horizontal, como no gráfico 1, trás a intensidade com que o respondente classifica sua resposta.

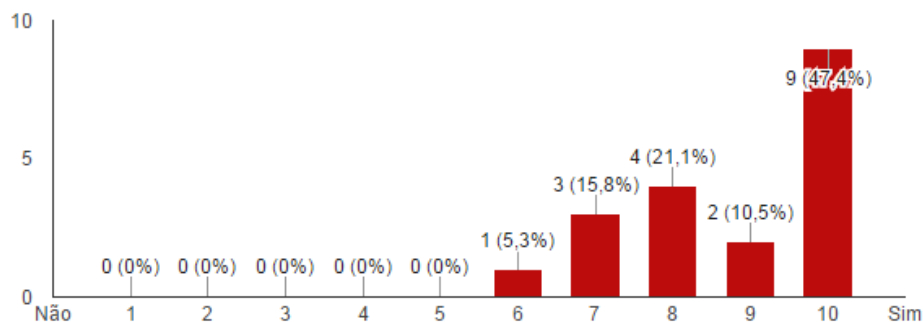


Gráfico 2: Respostas sobre se a aplicação pode influenciar positivamente ações em tempo real

O gráfico 3 apresenta as respostas sobre a interface de pesquisa com padrão de identificação por equipamentos em árvore, se atende ou não as expectativas.

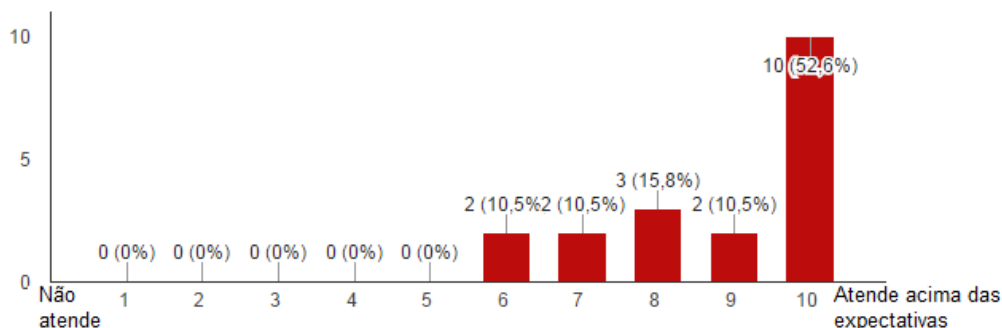


Gráfico 3: Respostas sobre a eficácia da árvore de pesquisa por equipamentos na interface do programa SOS

O gráfico 4 apresenta as respostas à pergunta: “Em relação a validade do conteúdo dos procedimentos acessados através do programa SOS, você classifica que se sente:”

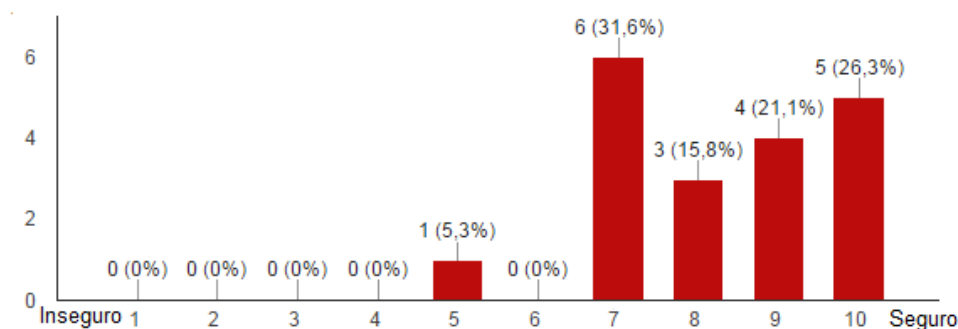


Gráfico 4: Respostas sobre a confiabilidade do operador no conteúdo oferecido pela aplicação

Os resultados da avaliação confirmam que a aplicação entrega o que propõem que é o acesso rápido à informação, otimizando o tempo de resposta das equipes de tempo real, em situação de necessidade de consulta a procedimentos, através de uma interface de pesquisa simples e amigável ao usuário. O gráfico 4 apresenta que parte dos usuários desconfia do conteúdo que visualiza na aplicação SOS. Este resultado pode ser tratado através da introdução ao usuário ao funcionamento da aplicação, algo que ainda não ocorreu na Eletrobras FURNAS devido à incipiência da implantação do projeto.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aplicativo proposto pode ser utilizado por qualquer empresa do sistema elétrico em qualquer ambiente de operação, pré-operação, pós-operação e principalmente em tempo real. Os resultados apresentados consideram apenas as consultas às instruções do Manual de Procedimentos da Operação do ONS, por serem comuns aos agentes da operação de sistemas elétricos. Mas é importante frisar que também é possível utilizar o SOS em instruções internas às empresas, mensagens operativas, ou outros documentos. Uma vez incluídas no modelo de visualização, quaisquer documentos podem ser acessados, sendo apenas necessário acrescentar na aplicação o endereço onde estará disponível a última versão do documento (intranet ou internet) para que a aplicação conclua o backup off-line e disponibilize o documento na interface de pesquisa rápida para novos filtros de pesquisa.

Na avaliação do software pelos usuários muitos sugeriram a integração da ferramenta ao sistema de supervisão e controle sem que a aplicação tomasse uma das telas disponibilizadas para este fim. A criação deste recurso também é factível e depende apenas do software (instalado na máquina da rede corporativa) receber, uma mensagem da console do sistema de supervisão e controle informando a qual o equipamento o usuário se refere. Assim, é possível que a aplicação busque nos seus filtros de pesquisa os possíveis encontros para esta mensagem palavra-chave. A divisão de automação, supervisão e controle da Eletrobras FURNAS está estudando uma possível integração com o programa.

A solução apresentada no SOS é de simples aplicação/implantação, oferece acesso seguro e ágil a conteúdo atualizado, independe de recursos relacionados ao sistema de supervisão, pode ser adaptada e embarcada em plataformas móveis como Android/iOS/Windows Phone para smartphones ou tablets devido à forma como dispõem seus documentos, e todas suas entradas dependem apenas de configurações externas feitas pelo usuário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BRASIL. Lei nº 7.783, de 28 de Junho de 1989 - Define as Atividades Essenciais, Regula o Atendimento das Necessidades Inadiáveis da Comunidade, e dá Outras Providências.
- [2] ANEEL. Resolução Normativa nº 270 de 26 de Junho de 2007.
- [3] <http://apps05.ons.org.br/procedimentorede/mpo/mpo.aspx/>, acessado em 24/07/16.
- [4] BRASIL. Decreto nº 5.081, de 14 de Maio 2004 – Regulamentação de Dispositivos, Normas, Coordenação, Controle, Sistema de Geração, Concessionária, Permissionária e Comercialização de Energia Elétrica.
- [5] <http://www.ons.org.br/home/>, acessado em 24/07/16.
- [6] SAM Rizvi, “Information Extraction Using Web Usage Mining, Web Scrapping and Semantic Annotation”, Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), 7-9 Oct. 2011, pp. 465 – 469.
- [7] <http://www.openxmldeveloper.org/>, acessado em 24/07/16

BIOGRAFIA DO AUTOR

FILIPE SALLES DE OLIVEIRA é técnico em eletrotécnica e estudante de graduação em engenharia elétrica na UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. Trabalha na empresa Eletrobras FURNAS desde 2011, atuando como operador de sistemas elétricos no CTRS.O - Centro de Operação Regional São Paulo.

E-mail: FILIPESO@FURNAS.COM.BR ; FSAOLIVE@GMAIL.COM

Fone: (19) 3031-7233

Promoção:



Operador Nacional
do Sistema Elétrico

Organização:

