



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

LUCAS DE OLIVEIRA SILVA	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	silvalucasoliveira@gmail.com
Thiago Teibel Okuyama	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	thiago.okuyama@enersul.com.br
Thiago Martins de Moraes	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	thiago.martins@enersul.com.br
Nelson Tomohico Shinzato	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	nelson.shinzato@enersul.com.br
Douglas Monteiro Alvarenga	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	d.monteiro@oi.com.br
Denise Barros dos Santos Silva	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	denise.barros@enersul.com.br
Dácio Lopes de Almeida	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	daciolopes@gmail.com
Antonio Mauricio de Matos Gonçalves	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	antonio.matos@enersul.com.br
Aluísio de Barros Leite	Empresa Energética do Mato Grosso do Sul S.A.	aluisio.leite@enersul.com.br

Experiência da Enersul na implantação de Lógicas de Recomposição Automática via Sistema Supervisório a partir do Centro de Operação do Sistema Elétrico.

Palavras-chave

Alimentação Alternativa
Lógica de Recomposição
Recomposição Automática
Sistema de Distribuição

Resumo

A Enersul, Empresa Energética de Mato Grosso do Sul, buscando aumentar a confiabilidade, disponibilidade do sistema e a constante melhoria dos indicadores de continuidade da ANEEL (DEC, FEC, DIC, FIC e DMIC), tem procurado alternativas como a implantação de rotinas computacionais no seu SCADA, a fim de restabelecer, de forma automática e remota, a alimentação de localidades estratégicas em casos de contingência em seu sistema.

A solução encontrada foi à implantação de lógicas de recomposição automáticas dentro do SCADA que atuam remotamente sobre o sistema elétrico, de maneira a restabelecer a alimentação de cargas afetadas em tempo inferior ao que levaria para ser feito manualmente evitando a possível violação dos indicadores de continuidade e diminuindo o desconforto dos clientes.

Essas lógicas são aplicadas em localidades com alternativas de alimentação pré-definidas, respeitando as condições sistêmicas e operativas desta nova fonte.

O processo de recomposição é dado a partir de um algoritmo que identifica a localização e isola o defeito, avalia as condições da nova fonte, realiza as checagens necessárias e remaneja a carga.

Este trabalho visa detalhar o processo de restabelecimento automático do sistema através das lógicas de recomposição implantadas no SCADA do Centro de Operação da Enersul.

1. Introdução

Muitos esforços têm sido despendidos nas diversas áreas da engenharia elétrica, principalmente na automação de processos utilizando equipamentos que possibilitem um melhor desempenho na tentativa de sanar problemas relacionados com a qualidade, confiabilidade e disponibilidade do sistema elétrico.

Com a finalidade de melhorar a cada dia a disponibilidade de seu sistema, a Enersul tem buscado alternativas para otimizar os serviços de operação, como reduzir o tempo de restabelecimento da alimentação de determinadas regiões em casos de contingência. Os principais objetivos são melhorar os indicadores de continuidade da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), diminuir o acúmulo de tarefas sobre o operador do sistema, principalmente em situações onde há um grande número de ocorrências, o que o torna mais passível a erros, e conseqüentemente aumentar a confiabilidade do sistema.

Essa implementação, deve-se principalmente aos modernos sistemas de automação e comunicação, de propriedade da empresa, que proporcionam uma alta flexibilidade, confiabilidade, velocidade e integridade dos dados. É também importante salientar que a empresa detém o “know-how” de todo o processo, desde a concepção do projeto, estudos de proteção e fluxo de potência, automação, programação, confecção das telas do SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) e por fim a instalação do equipamento no campo, o que se torna um grande diferencial na viabilização, facilidade e agilidade do processo.

Para tal atendimento à sua área de concessão a Enersul conta com aproximadamente 5.850 Km de linhas de subtransmissão, 60.428 Km de rede de média tensão e 12.172 Km de rede de baixa tensão, 94 subestações 100% automatizadas nas tensões de 138 kV, 69 kV e 34,5 kV, incluindo duas subestações móveis, bem como 380 religadores de rede, todos supervisionados e telecomandados a partir do Centro de Operação localizado na capital Campo Grande.

O sistema SCADA utilizado pela Enersul é o SCATEX da empresa portuguesa EFACEC, que é baseado em plataforma livre, o que permite a execução de vários processos simultâneos, seja de comunicação, controle de equipamentos, aquisição e processamento de dados.

As lógicas são implementadas em um conjunto de rotinas denominadas “derivs”, dentro do sistema SCADA-SCATEX, e são acionadas de maneira automática. Nos “derivs” podem ser elaborados códigos que executam cálculos e ações diversas no sistema elétrico, utilizando os dados obtidos em tempo real.

As lógicas de recomposição são concebidas a partir de alternativas de alimentação previamente estabelecidas, onde são analisados todos os parâmetros elétricos, fluxo de potência, condições de carga, equipamentos já disponíveis, telecomunicação e automação no trecho envolvido. De acordo com esses parâmetros são estabelecidas as condições de operação, partidas e sequência de manobras das lógicas. Algumas condições importantes são analisadas para a criação dessas alternativas, como necessidades do local, expansão da rede, novos pontos de alimentação e carga, localidades estratégicas e viabilidade do investimento.

Após esse estudo detalhado são desenvolvidos o fluxograma, a programação e a tela de supervisão dos passos e ações da lógica. Em seguida são realizados todos os testes em bancada, sendo utilizado um servidor de desenvolvimento onde é possível simular todos os parâmetros e condições do tempo real, o que

possibilita mensurar os tempos mínimos e máximos de atuação da lógica, bem como analisar os comportamentos da mesma e realizar ajustes caso necessário. Após o sucesso em toda a bateria de testes a lógica entra em operação.

Atualmente, no Sistema Enersul existem cinco lógicas em operação, realizando a recomposição automática em cinco regiões diferentes do sistema elétrico.

2. Desenvolvimento

As lógicas de recomposição têm se tornado uma ferramenta de auxílio às salas de operação com o benefício de reduzir a quantidade de análises e ações tomadas pelos operadores do sistema, por otimização no tempo de recomposição e maior confiabilidade e segurança na tomada de decisão uma vez que a mesma é concebida avaliando todos os quesitos técnicos e de segurança à vida e aos equipamentos, o que poderia estar comprometido em situações de contingências múltiplas requerendo dos operadores uma grande quantidade de ações e tomadas de decisões simultâneas.

As lógicas implementadas no sistema Enersul são elaboradas para iniciarem seu processo de forma automática pelo SCADA-SCATEX no momento em que alguma das condições de partida é identificada pelo sistema, e a partir disso o sistema executa todos os passos estabelecidos na lógica.

Este processo pode ser facilmente acompanhado pelo operador através de uma tela alimentação alternativa específica para cada região e uma tela de acompanhamento da lógica a qual discrimina cada estágio de execução, podendo acompanhar toda a sequência ou identificar o passo o qual ocasionou o insucesso da mesma e ainda caso necessário, bloquear a atuação a qualquer momento.

Iniciado o processo de recomposição um alarme sonoro e visual é emitido no Sistema de Supervisão e Controle para o operador. Durante a execução da lógica são checadas várias condições:

- Sinalização de atuação de proteção ou falta de tensão na fonte, condições estas utilizadas para o “start” da lógica;
- Comunicação entre os equipamentos e o centro de operação, uma vez que a lógica é executada no servidor no centro de operação;
- Estado dos equipamentos, confirmando a configuração do sistema elétrico em questão;
- Medida de grandezas elétricas, tais como tensão e corrente de forma a confirmar através de medidas as etapas anteriores bem com atender às condições impostas, como despacho mínimo de tensão, limite de remanejamento e etc.

Após o sucesso de todas as condições impostas na lógica, disjuntores e religadores são acionados de forma a realizar o remanejamento da carga. Em caso de falha da lógica é emitido um alarme para o operador que, analisando a tela de acompanhamento, pode identificar em qual passo a mesma foi interrompida e avaliar os motivos, podendo tomar ações no sentido de possibilitar a conclusão do remanejamento.

A Enersul hoje conta com 5 regiões contempladas com alimentação alternativa já operando com lógicas de recomposição automática as quais seguem em citação:

- Lógica de recomposição automática da região de Antônio João e Bela Vista;
- Lógica de recomposição automática da região de Jaraguari e Bandeirante;
- Lógica de recomposição automática da região de Itaporã e Rio Brilhante;
- Lógica de recomposição automática da região de Alcinópolis
- Lógica de recomposição automática da região de Água Clara / Ribas do Rio Pardo e Mimoso.

Estas cinco regiões atendem 6 cidades e 1 distrito, com população 87.407 habitantes conforme Senso IBGE/2010, todas elas atendidas por sistema de distribuição em 34,5 kV totalizando 690 km de linhas tronco.

Além das lógicas já em operação apresentadas, estão em fase final de elaboração mais duas lógicas para atendimento as regiões de Bataguassú e Sete Quedas / Tacurú, bem como estão em fase de estudo outros pontos do sistema com possibilidade de implantação de lógicas.

O diagrama esquemático da última alimentação alternativa implementada em 12/01/2012 é apresentado na Figura 1, a qual abrange três subestações com vistas a alimentação da carga da SE Ribas do Rio Pardo via Mimoso (configuração normal) ou via Água Clara (alternativa) através de manobra dos religadores de rede normalmente aberto (NA) e normalmente fechado (NF). A Figura 2 apresenta a tela de acompanhamento dos passos seguidos pela lógica citada anteriormente, tela esta na qual o operador pode acompanhar e identificar cada passo, bem como o passo em que a lógica parou, em caso de não atendimento à critérios pré-estabelecidos.

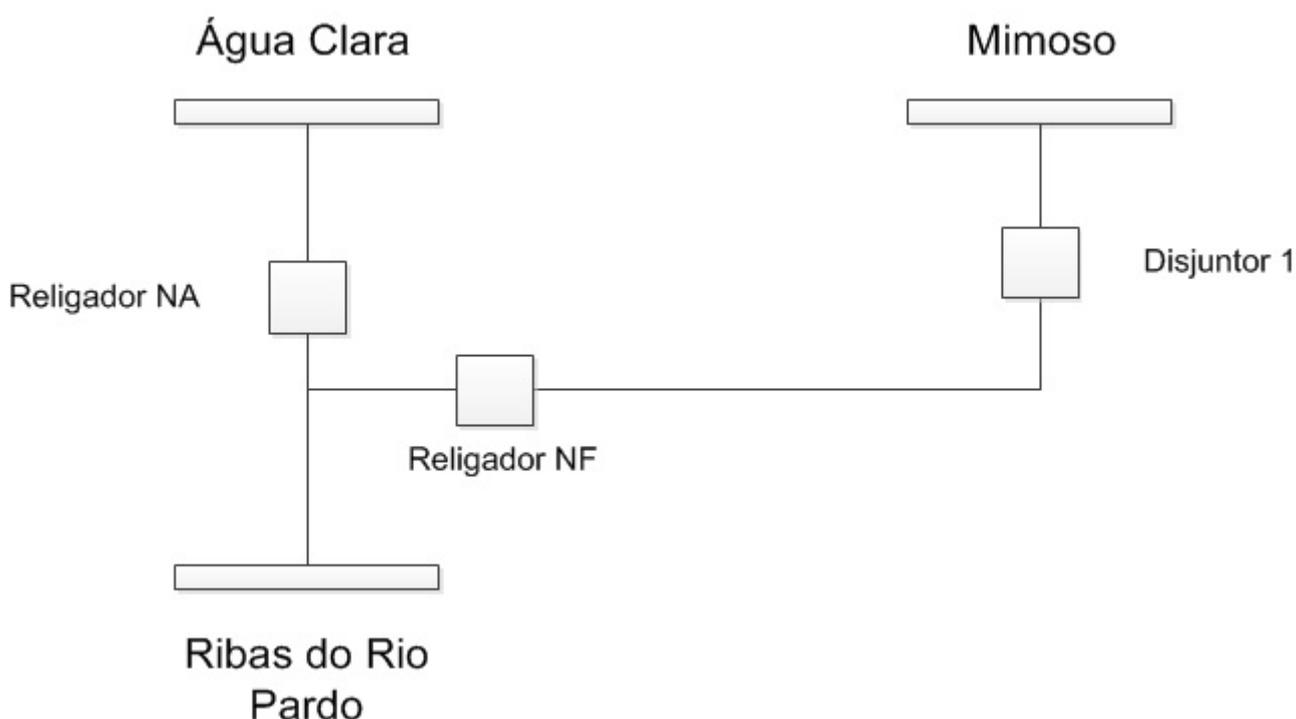


Figura 1: Esquemático da Alimentação Alternativa Ribas do Rio Pardo / Água Clara / Mimoso.

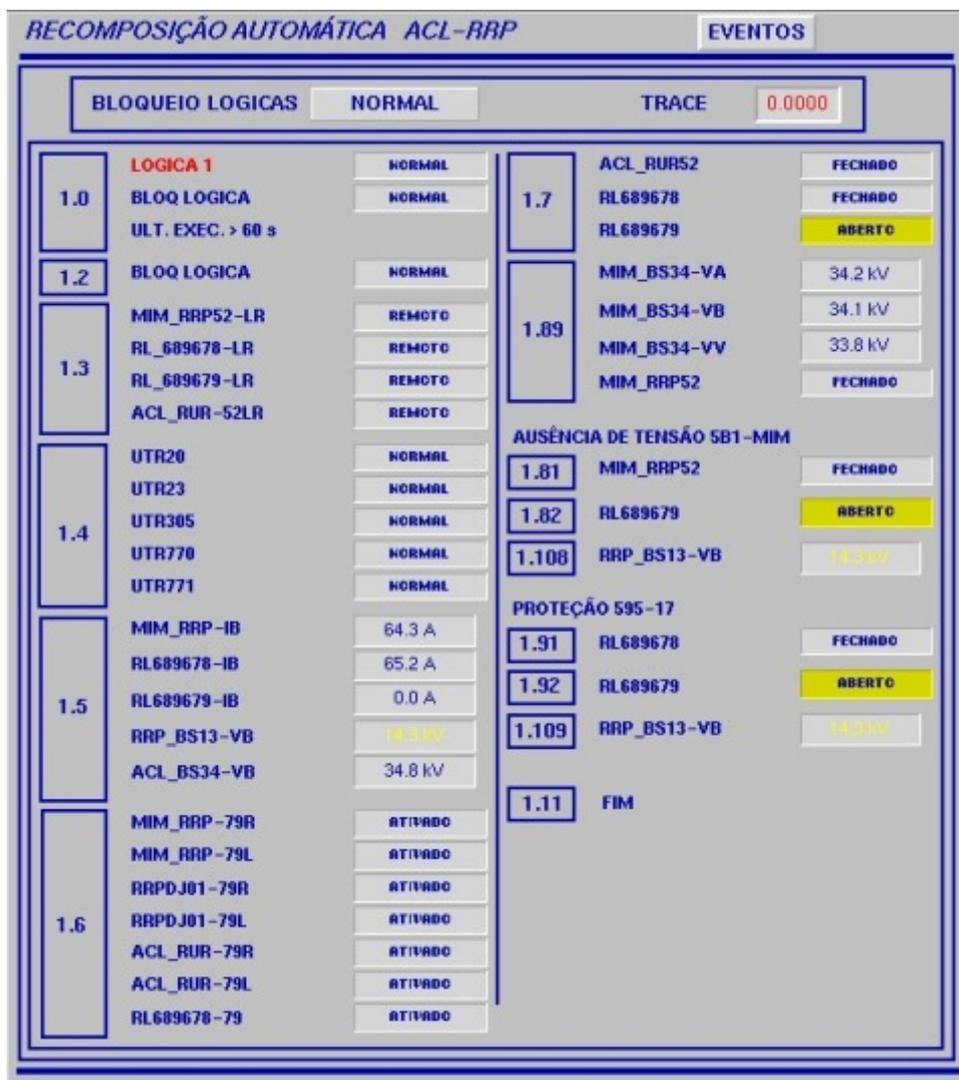


Figura 2: Tela de acompanhamento dos passos da Lógica.

As condições de partida das lógicas variam de acordo com as condições estabelecidas em cada alternativa, sendo que as lógicas atualmente implementadas no Sistema Enersul partem por atuação de proteção em disjuntores e religadores ou por ausência de tensão em barras fonte, há também casos de lógicas com mais de uma condição de partida. O fluxograma de Figura 3 ilustra resumidamente a filosofia de construção das lógicas, desde a partida até conclusão da recomposição.

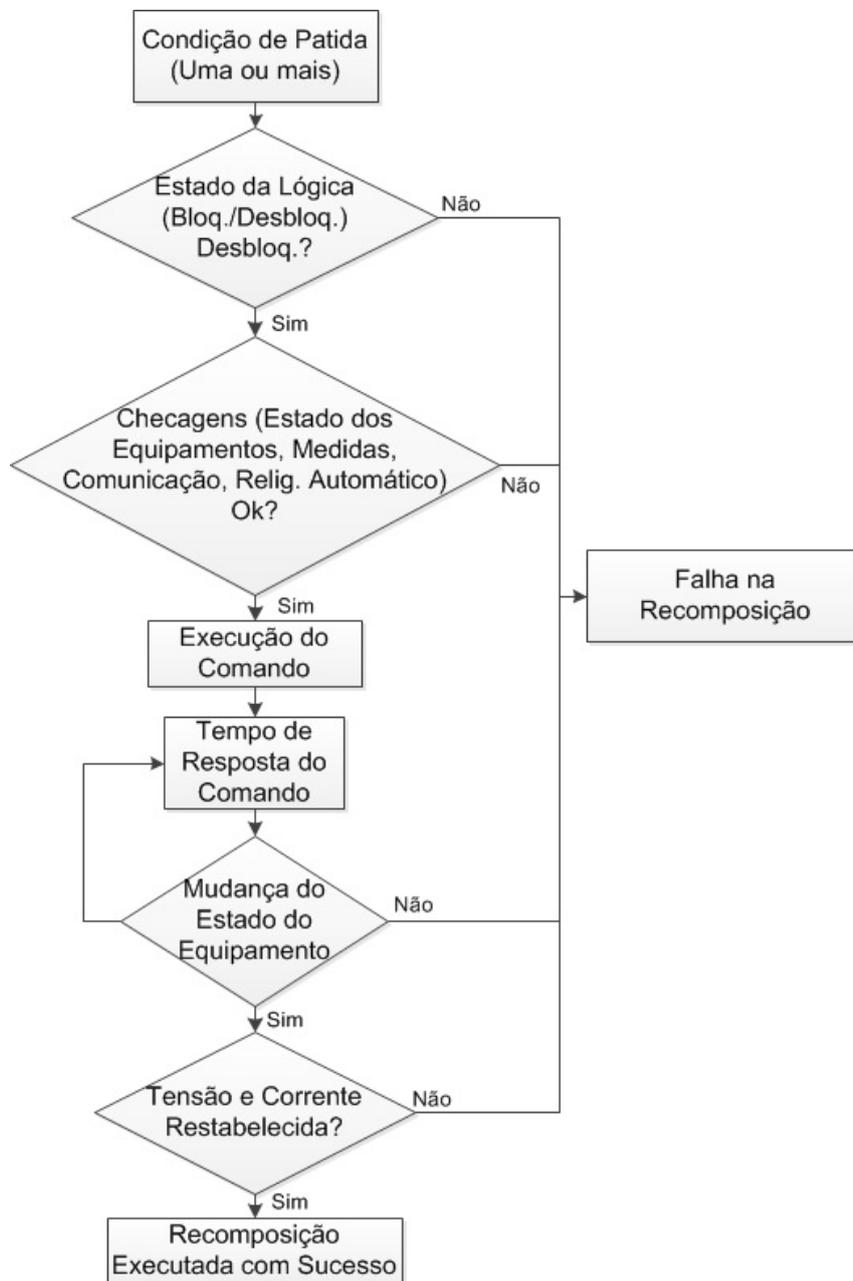


Figura 3: Fluxograma Genérico de Filosofia das Lógicas.

Todos os eventos são armazenados no servidor e podem ser consultados através de uma tela específica pelo operador.

Data/Hora	Descritivo				
26/04/2012 17:19:00	LOGICAS RECOMP	RECOMP. AUT. ACL-RRP	LOGICA RECOMP ACL-RRP	ATIVADA	
26/04/2012 17:18:54	LOGICAS RECOMP	RECOMP. AUT. ACL-RRP	LOGICA RECOMP ACL-RRP	BLOQUEADA	
26/04/2012 12:16:10	LOGICAS RECOMP	RECOMP JAG-BAN	LOGICA 2 RECOMP JAG-BAN	NORMAL	
26/04/2012 12:16:10	LOGICAS RECOMP	RECOMP JAG-BAN	LOGICA RECOMP JAG-BAN	NORMAL	
26/04/2012 12:16:07	LOGICAS RECOMP	RECOMP JAG-BAN	LOGICA RECOMP JAG-BAN	FALHA	
26/04/2012 12:15:37	LOGICAS RECOMP	RECOMP JAG-BAN	LOGICA 2 RECOMP JAG-BAN	ATIVADA	
26/04/2012 10:28:29	LOGICAS RECOMP	RECOMP AJO-BVI	LOGICA 1 RECOMP AJO-BVI	NORMAL	
26/04/2012 10:28:29	LOGICAS RECOMP	RECOMP AJO-BVI	LOGICA RECOMP AJO-BVI	NORMAL	
26/04/2012 10:28:26	LOGICAS RECOMP	RECOMP AJO-BVI	LOGICA RECOMP AJO-BVI	FALHA	
26/04/2012 10:27:52	LOGICAS RECOMP	RECOMP AJO-BVI	LOGICA 1 RECOMP AJO-BVI	ATIVADA	
26/04/2012 07:52:21	LOGICAS RECOMP	RECOMP AJO-BVI	LOGICA RECOMP AJO-BVI	ATIVADA	
26/04/2012 07:37:50	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA 1 RECOMP ITAPORA	NORMAL	
26/04/2012 07:37:50	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA RECOMP ITAPORA	NORMAL	
26/04/2012 07:37:47	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA RECOMP ITAPORA	FALHA	
26/04/2012 07:37:17	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA 1 RECOMP ITAPORA	ATIVADA	
25/04/2012 16:54:28	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA RECOMP ITAPORA	ATIVADA	
25/04/2012 14:02:39	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA 1 RECOMP ITAPORA	NORMAL	
25/04/2012 14:02:39	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA RECOMP ITAPORA	NORMAL	
25/04/2012 14:02:36	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA RECOMP ITAPORA	FALHA	
25/04/2012 14:02:06	LOGICAS RECOMP	RECOMP ITAPORA	LOGICA 1 RECOMP ITAPORA	ATIVADA	
25/04/2012 11:01:15	LOGICAS RECOMP	RECOMP. AUT. ACL-RRP	LOGICA RECOMP ACL-RRP	ATIVADA	
25/04/2012 11:00:29	LOGICAS RECOMP	RECOMP JAG-BAN	LOGICA RECOMP JAG-BAN	ATIVADA	
25/04/2012 11:00:26	LOGICAS RECOMP	RECOMP JAG-BAN	LOGICA RECOMP JAG-BAN	BLOQUEADA	
25/04/2012 09:43:30	LOGICAS RECOMP	RECOMP COX-ALC	LOGICA RECOMP COX-ALC	ATIVADA	
25/04/2012 09:43:27	LOGICAS RECOMP	RECOMP COX-ALC	LOGICA RECOMP COX-ALC	BLOQUEADA	

Figura 4: Tela de Eventos.

Ao longo do tempo as lógicas têm demonstrado um alto índice de eficiência uma vez que toda a estrutura de sistema tanto elétrico, computacional, de telecomunicações tem um alto índice de disponibilidade, acarretando assim em vários benefícios tais como: maior agilidade na recomposição, uma maior lista de “check” de possibilidade e impossibilidades, implicando em maior segurança nas tomadas de decisão, uma vez que a mesma é elaborada criteriosamente considerando todos os aspectos técnicos e operacionais.

Com isso a Enersul tem colhido excelentes resultados nas recomposições automáticas do sistema, podendo ser acompanhado através da Tabela 1, a qual apresenta um levantamento estatístico da quantidade de atuações das lógicas, apresentando um índice de 72% dos casos em que as lógicas de recomposição automática atuaram com sucesso. Nos trechos as siglas representam as subestações envolvidas (CGB – Campo Grande Cuiabá, JAG – Jaraguari, BAN – Bandeirantes, DOM – Dourados Maxwell, ITA – Itaporã, JAR – Jardim, BVI – Bela Vista, CRH – Costa Rica Hidro, ALC – Alcionópolis, ACL – Água Clara, RRP – Ribas do Rio Pardo).

Tabela 1: Percentual de Sucesso nas Recomposições

Trecho	Ano	Total de Ocorrências	Recomposto Pela Lógica	Percentual (%)
CGB-JAG-BAN	2010	4	1	25,00
	2011	16	14	87,50
	2012	7	4	57,14
DOM-ITA	2010	1	1	100,00
	2011	7	5	71,43
	2012	3	2	66,67
JAR-BVI	2011	9	1	11,11
	2012	4	4	100,00
CRH-ALC	2012	2	2	100,00
ACL-RRP	2012	1	1	100,00
Total				71,88

O tempo médio de recomposição das lógicas em operação no sistema variam entre 30 segundos e 1,33 min, atendendo aos limites dos indicadores de continuidade, sendo determinante o tempo de varredura das informações entre o campo e o servidor no centro de operações onde a lógica de recomposição automática fica rodando.

3. Conclusões

De acordo com o comportamento das lógicas em operação, conseguimos obter informações para aperfeiçoar cada passo e reduzir cada vez mais o tempo de recomposição.

Visando cada vez mais a excelência nos serviços prestados ao consumidor, a Enersul, tem investido na modernização das Unidades Terminais Remotas (UTR) de suas subestações, nos últimos 6 anos foram substituídas 29 UTR's e para 2012 temos a previsão de entrada de mais 12 novas unidades, o que também nos possibilita um maior leque de tecnologias à serem implementadas futuramente em nosso sistema.

As estatísticas apresentadas demonstram a eficácia do processo de recomposição automática e os benefícios que trazidos por ele principalmente em condições de vendavais, na qual demanda uma grande quantidade de ações dos operadores do sistema, possibilitando aos mesmos priorizar as ações no sistema de subtransmissão bem como ocorrências de maior vulto, tendo a confiança de que estando o sistema elétrico e de telecomunicação em operação normal estas regiões estarão atendidas de forma automática e sem qualquer intervenção humana.

Esse trabalho demonstra um grande avanço nas formas alternativas de recomposição do sistema, proporcionando benefícios como redução dos indicadores de continuidade, melhoria da imagem da empresa, redução de custos operacionais (multa por transgressão de indicadores de continuidade, deslocamento de equipes, hora extra, serviços de Call Center) e diminuição do desconforto dos clientes, buscando condições seguras de operação, eficiência e confiabilidade no atendimento utilizando ao máximo os recursos tecnológicos já disponíveis bem como o "know-how" acumulado ao longo dos anos.

4. Referências bibliográficas

Senso IBGE, 2010
