



ESTRATÉGIA PARA PREVENÇÃO DO ERRO HUMANO DURANTE A EXECUÇÃO DE MANOBRAS EM SUBESTAÇÕES DE TRANSMISSÃO

**GRUPO DE ESTUDO OPERAÇÃO
DE SISTEMAS ELÉTRICOS**

Sérgio E. C. Dias* | UFCG
Fátima Q. Vieira | UFCG



INTRODUÇÃO

- O erro humano e suas implicações constituem desafio constante para pesquisadores, engenheiros e demais atores envolvidos direta ou indiretamente na realização dos processos;
- O contexto de subestações de transmissão de energia é dos mais críticos;
- Para reduzir erros neste contexto é necessário aprofundar os estudos sobre as atividades desenvolvidas pelo operador do sistema;
- Toda atividade humana tem como característica intrínseca a possibilidade do erro;



INTRODUÇÃO

- As organizações tendem a encarar o erro como consequência apenas da atuação do indivíduo;
- Esta análise é equivocada e também ineficaz na busca de estratégias para prevenção do erro;
- Soluções mais eficazes de prevenção surgem quando a análise considera a interação do operador com o sistema;
- Este trabalho se fundamenta na análise do comportamento do operador humano durante a execução de manobras em subestações e transmissão para elaborar uma estratégia apoiada por software que reduz erros humanos na realização desta atividade.

ESTRATÉGIAS EXISTENTES

Diversas estratégias de redução do erro humano têm sido propostas por pesquisadores ou implantadas em organizações durante manobras em subestações.

Observa-se frequentemente dois contextos:

- Manobras de recomposição;
- Manobras programadas ou de rotina.

Manobras programadas [Alves e Araújo et al.]:

- Utiliza hardware tipo PDA para apoio a execução da tarefa;
- Exibe sequenciamento das ações de manobra;
- Objetos destacados de outros não envolvidos na ação;
- Emite som de alerta em caso de erro.



Manobras de recomposição [Bullus et al.; Sperandio e Coelho, Masselli]:

- Utilização de Controladores Lógicos Programáveis;
- Algoritmos genéticos;
- Baseado em informações do operador para elaborar heurística que apoia à tomada de decisões.

Desvantagens em relação à proposta apresentada:

- Dependência forte do componente humano;
- Manobras de recomposição (maior parte dos erros ocorrem em manobras programadas);
- Dependência de hardware e software sofisticados;
- Questões ergonômicas (PDA).

ESTRATÉGIA PROPOSTA

Três princípios básicos para o projeto de um sistema de redução de erros humanos:

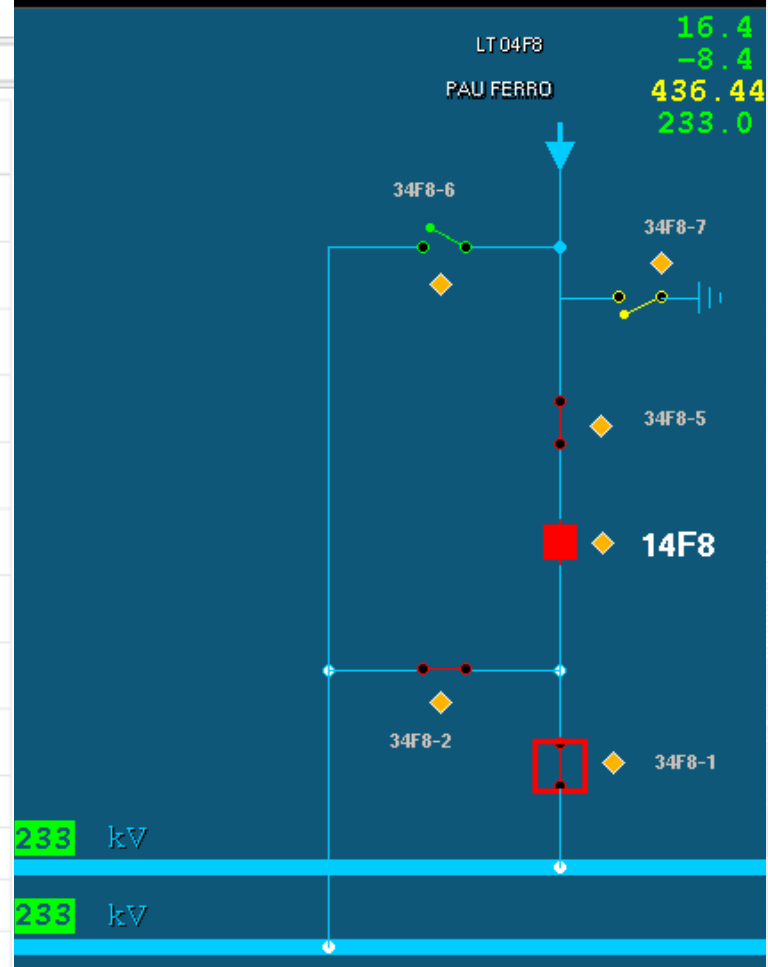
Comportamental – O projeto deve ser robusto ao ponto de evitar erros decorrentes do comportamento baseado nos automatismos em que as tarefas são executadas com baixo nível de atenção;

Resiliência – O projetista deve se concentrar em como o sistema poderá se recuperar das condições latentes que ainda não levaram a execução da tarefa ao momento do ato inseguro, fortalecendo em cascata as barreiras e defesas deste sistema;

Engenharia cognitiva – Deve ser meta de projeto a redução da distância entre os objetivos psicológicos e a ação física na execução da tarefa.

Interface Proposta				
localhost:5000/roteiro/6				
1	LIBERAÇÃO		HORA	AÇÃO
1.1	CTM	Receber do responsável solicitação liberação 14C3	:	<div>Executa</div>
1.2	CTM	Solicitar CROL liberação 14C3.	:	
1.3	CROL	Solicitar COSR-NE autorização liberação 14C3/CTM.	:	
1.4	COSR-NE	Autorizar CROL liberação 14C3/CTM.	:	
1.5	CROL	Autorizar CTM liberação 14C3.	:	
1.6	CTM	Colocar operação da SE no nível 2.	:	
1.7	CTM	Confirmar 14D1 fechado	:	
1.8	CTM	Fechar 34F8-1	:	
1.9	CTM	Abrir 34F8-2.	:	
1.10	CTM	Colocar proteção 14C3 na posição EM TRANSFERÊNCIA	:	
1.11	CTM	Fechar 34C3-6.	:	
1.12	CTM	Abrir 14C3.	:	
1.13	CTM	Abrir 34C3-1 e 34C3-5.	:	
1.14	CTM	Colocar proteção 14C3 na posição TRANSFERIDO	:	
1.15	CTM	Bloquear comando elétrico 34C3-1, 34C3-2 e 34C3-5.	:	

1	LIBERAÇÃO		HORA	AÇÃO
1.1	CTM	Receber do responsável solicitação liberação 14C3	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.2	CTM	Solicitar CROL liberação 14C3.	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.3	CROL	Solicitar COSR-NE autorização liberação 14C3/CTM.	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.4	COSR-NE	Autorizar CROL liberação 14C3/CTM.	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.5	CROL	Autorizar CTM liberação 14C3.	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.6	CTM	Colocar operação da SE no nível 2.	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.7	CTM	Confirmar 14D1 fechado	15:48	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.8	CTM	Fechar 34F8-1	15:50	<input checked="" type="checkbox"/> Executado
1.9	CTM	Abrir 34F8-2.	:	<input type="checkbox"/> Executa
1.10	CTM	Colocar proteção 14C3 na posição EM TRANSFERÊNCIA	:	
1.11	CTM	Fechar 34C3-6.	:	
1.12	CTM	Abrir 14C3.	:	
1.13	CTM	Abrir 34C3-1 e 34C3-5.	:	



RESULTADOS OBTIDOS

Realizado experimento com operadores reais em ambiente de operação real;

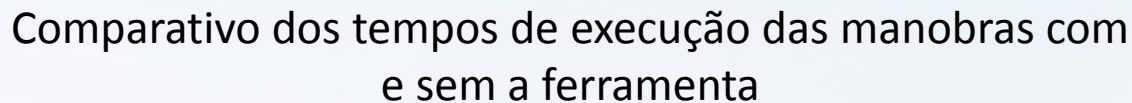
Utilização do ambiente de simulação SAGE/Simulop;

Metodologia:

Cada operador simula e execução de dois roteiros de manobra em dois equipamentos diferentes;

A primeira manobra SEM a ferramenta e a segunda COM a ferramenta;

São registrados os tempos de execução e a quantidade de erros humanos cometidos em cada etapa.



ESTRATÉGIA PARA PREVENÇÃO DO ERRO HUMANO DURANTE A EXECUÇÃO DE MANOBRAS EM SUBESTAÇÕES DE TRANSMISSÃO



Diferença média na liberação	Diferença média na normalização	Tempo Médio Total de Execução da Tarefa (min)		Diferença no tempo total de execução
12,03% (1,33 min)	22,40% (2,55 min)	SEM FERRAMENTA	COM FERRAMENTA	18,40% (4,18 min)
		22,73	18,55	



Ocorrência de erros humanos durante os testes SEM a utilização da ferramenta (método atual)



Sessão	1	6	7	11
Idade do operador	50 anos	60 anos	47 anos	50 anos
Tempo experiência na função (anos)	30	30	< 1	< 1
Procedimento	Liberação	Normalização	Liberação	Liberação
Tempo de manobra SEM Estratégia (min)	12	16	11	12
Tempo de manobra COM Estratégia (min)	10	8	10	8
Roteiro do erro observado	RTM-CTM-14C3	RTM-CTM-14F8	RTM-CTM-14F8	RTM-CTM-14W1
Item de manobra em que ocorreu o erro	1.10 - Colocar proteção 14C3 na posição EM TRANSFERÊNCIA	2.13 - Colocar 14F8 na posição NORMAL	1.11 - Abrir 34F8-2 e 34F8-5	1.11 - Fechar 34W1-6
Classificação (GUERRERO, 2006)	Ação correta sobre objeto errado	Ação omissa	Ação correta sobre objeto errado	Ação sem relação ou inapropriada

- Não houve incidência de erro humano COM a utilização da ferramenta;
- Tempos de manobra SEM a ferramenta superiores aos registrados COM a ferramenta
- Erros SEM a ferramenta foram cometidos por operadores experientes e inexperientes
- Análise dos tempos de execução com e sem a ferramenta sugere que é possível aumentar a segurança da manobra e reduzir o tempo de execução;
- Obteve-se um índice de confiança estatística da amostra de 93,7%. Probabilidade de que os resultados obtidos na amostra de operadores do experimento sejam observados no universo amostral de operadores da empresa Chesf.

CONCLUSÕES


- A estratégia mostrou-se promissora em relação à redução de erros humanos durante manobras em subestações;
- É mais eficaz considerar a relação operador-tarefa-sistema ao planejar estratégias de prevenção do que observar a atuação do indivíduo isoladamente;
- Apesar de ser um protótipo testado em experimento, os resultados obtidos indicam que a aplicação em escala deverá alcançar resultados semelhantemente positivos;
- A estratégia proposta neste trabalho poderá ser utilizada em outras plantas industriais cujas tarefas são desempenhadas com apoio de automação;
- Não há restrições ao uso da ferramenta em manobras de recomposição de sistemas, entretanto pode haver necessidade de adaptações em função das características destas manobras.

SÉRGIO EDOARDO CORREA DIAS

 (83) 2101-2426

 (83) 98899-9094

 sergiod@chesf.gov.br

 www.chesf.gov.br