



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Lucas Henriques Félix Nascimento

**Interface para criação de eventos no sistema de treinamento Gerador de
Cenários**

CAMPINA GRANDE

ABRIL DE 2015

Interface para criação de eventos no sistema de treinamento Gerador de Cenários

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica

Área de Concentração: Sistema Supervisório do Sistema Elétrico

Orientadora: Maria de Fátima Queiroz Vieira

CAMPINA GRANDE

ABRIL DE 2015

Interface para criação de eventos no sistema de treinamento Gerador de Cenários

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica

Maria de Fátima Queiroz Vieira

Professora Orientadora

CAMPINA GRANDE

ABRIL DE 2015

Agradecimentos

Agradeço a meus pais, Heli Henriques Alcântara Nascimento e Luiza Maria Tavares Félix, bem como meu padrasto João Ricardo Maia de Magalhães e minha madrastra Carina Faria Lemos Nascimento, por todo amor, carinho e ensinamentos durante toda minha vida.

Agradeço também a toda minha família, que mesmo com a distância, sempre acompanhou de perto meu crescimento pessoal e profissional.

Meus agradecimentos aos amigos feitos durante a graduação, companheiros de trabalhos e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação, e que espero que possam continuar presentes em minha vida.

Agradeço a professora e orientadora Maria de Fátima Queiroz Vieira pela orientação, paciência e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

E finalmente, gostaria de agradecer ao corpo docente, à direção e à administração por seu trabalho na formação de todos os alunos desta instituição.

Resumo

Neste relatório do trabalho de final de curso é apresentado o projeto e validação de uma nova interface com o usuário para a criação de eventos temporais e condicionais que compõem um cenário de treinamento de operadores gerado no ambiente do Gerador de Cenários, atualmente em desenvolvimento na UFCG, enquanto projeto de P&D para a empresa CHESF. O Simulop replica o ambiente real de supervisão e operação do sistema elétrico, interligando o Simulador Digital de Redes Elétricas: Eprí OTS, com o Sistema SAGE de Gerenciamento de Energia, possibilitando o treinamento dos operadores do sistema elétrico, com realismo e eliminando o risco aos operadores e ao sistema elétrico. Este trabalho consistiu no reprojeto da interface original, com base no método MCIE, visando torná-la mais ergonômica e intuitiva. O projeto foi validado junto a um representante da empresa CHESF.

Abstract

This paper proposes the development and validation of a new user interface for creating temporal and conditional events that make up operators training in Gerador de Cenários environment, currently under development at UFCG as an R & D project for the electricity company CHESF. The Simulop replicates the actual environment supervision and electrical system operation, connecting the Digital Simulator Grids: Epri OTS with the SAGE System Power Management, allowing the training of power system operators, with realism and eliminating the risk to operators and the electrical system. This work was the redesign of the original interface based on MCIE method, aiming to make it more ergonomic and intuitive. The project was validated with a representative of the company CHESF.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
2	APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	16
2.1	SIMULOP.....	16
2.1.1	<i>Criação de Eventos no Simulop</i>	16
2.2	GERADOR DE CENÁRIOS	30
2.2.1	<i>Criação de Eventos no Gerador de Cenários</i>	31
3	OUTRAS FERRAMENTAS ESTUDADAS	41
3.1	SIMULINK	41
3.1.1	<i>Utilização do Software</i>	41
3.2	RSLOGIX	44
3.2.1	<i>Utilização do Software</i>	44
3.3	AVALIAÇÃO CRÍTICA DAS FERRAMENTAS	45
4	PROJETO DA IHM DO GERADOR DE CENÁRIOS	46
4.1	NECESSIDADES E OBJETIVOS DO CLIENTE.....	48
4.2	PERFIL DO USUÁRIO.....	49
4.3	INSPEÇÃO DE USABILIDADE DE PRODUTOS SIMILARES.....	50
4.4	MODELO ANALÍTICO DE DESCRIÇÃO DA TAREFA (MAD)	52
4.5	MODELO DE INTERAÇÃO	53
4.6	CASOS DE USO.....	56
4.7	ANÁLISES DOS RESULTADOS	58
5	TESTE DE USABILIDADE	60
5.1	ROTEIRO DE CRIAÇÃO DE EVENTOS	60

5.1.1	<i>Construção de um Evento Temporal</i>	63
5.1.2	<i>Construção de um Evento Condicional</i>	68
5.2	CRÍTICAS E MODIFICAÇÕES SUGERIDAS	72
5.2.1	<i>Instruções de Comparações</i>	72
5.2.2	<i>Detalhes das Instruções</i>	73
5.2.3	<i>Configurações e Filtros</i>	74
5.2.4	<i>Delay</i>	75
5.2.5	<i>Eventos não permitidos</i>	76
5.2.6	<i>Barra de Arquivos</i>	77
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

Lista de Figuras

<i>Figura 1 – Tela do PowerSimulator do OTS.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2 – Tela de grupos de eventos no OTS.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 3 – Tela para edição dos dados do grupo de eventos.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 4 – Tela de Eventos do OTS.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 5 – Tela para edição de um evento.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6 – Tela para cópia dos grupos de eventos.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7 – Esquema para construção de eventos condicionais</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8 – Tela com tabela de medidas.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9 – Edição de medidas.</i>	<i>25</i>
<i>Figura 10 – Tela com tabela de funções.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11 – Edição de funções.</i>	<i>27</i>
<i>Figura 12 – Tela com tabela de comparações.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 13 – Tela de edição de comparações.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 14 – Tela com tabela de blocos lógicos.</i>	<i>29</i>
<i>Figura 15 – Tela de edição de blocos lógicos.</i>	<i>30</i>
<i>Figura 16 – Tela inicial do Gerador de Cenários.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 17 – Tela principal do Gerador de Cenários.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 18 – Aba para criação de evento.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 19 – Aba para criação de eventos temporais - detalhes habilitados.</i>	<i>33</i>
<i>Figura 20 – Tela de busca de equipamentos.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 21 – Tela de seleção do tipo de ação.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 22 – Seleção do tipo de disparo.</i>	<i>35</i>

<i>Figura 23 – Tela de criação do evento concluída.</i>	36
<i>Figura 24 – Aba para criação de medidas.</i>	37
<i>Figura 25 – Tela de criação da medida concluída.</i>	37
<i>Figura 26 – Aba para criação de eventos condicionais.</i>	38
<i>Figura 27 – Tela de um novo evento condicional.</i>	39
<i>Figura 28 – Tela da criação do evento condicional concluída.</i>	39
<i>Figura 29 – Tela da situação proibida do processo de criação do evento condicional.</i>	40
<i>Figura 30 – Tela inicial do Simulink.</i>	42
<i>Figura 31 – Tela da área para construção dos sistemas.</i>	43
<i>Figura 32 – Tela inicial do RSLogix.</i>	45
<i>Figura 33 – Caso de Uso – Construção de um evento temporal.</i>	57
<i>Figura 34 – Caso de exceção – Construção de um evento condicional.</i>	58
<i>Figura 35 – Tela inicial da nova interface do Gerador de Cenários.</i>	61
<i>Figura 36 – Tela inicial habilitada da nova interface do Gerador de Cenários.</i>	62
<i>Figura 37 – Tela de utilização do bloco “Tempo”.</i>	63
<i>Figura 38 – Tela de configurações do bloco “Tempo”.</i>	64
<i>Figura 39 – Representação da utilização de um tipo de ação.</i>	64
<i>Figura 40 – Representação da conexão entre os blocos “Tempo” e “ação”.</i>	65
<i>Figura 41 – Representação da utilização do bloco “Equipamentos”.</i>	65
<i>Figura 42 – Representação da seleção do equipamento - Subestação.</i>	66
<i>Figura 43 – Representação da seleção do equipamento – Nível de Tensão.</i>	66
<i>Figura 44 – Representação da seleção do equipamento – Tipo de Equipamento.</i>	67
<i>Figura 45 – Tela da criação do evento temporal na nova interface concluída.</i>	68

<i>Figura 46 – Representação da utilização de medidas e constantes.</i>	69
<i>Figura 47 – Representação da utilização dos blocos de instruções.</i>	69
<i>Figura 48 – Representação da utilização de eventos como entrada.</i>	70
<i>Figura 49 – Janelas de configurações das operações e blocos lógicos – Adição e porta AND.</i>	70
<i>Figura 50 – Representação da atualização do número de entradas do bloco - Adição.</i>	71
<i>Figura 51 – Representação da utilização do tipo de ação e equipamento.</i>	71
<i>Figura 52 – Representação das conexões dos blocos.</i>	72
<i>Figura 53 – Correção – Representação das “Comparações”.</i>	73
<i>Figura 54 – Correção – Atalhos – Representação dos Blocos Lógicos.</i>	74
<i>Figura 55 – Correção – Janela de configurações dos blocos – Porta AND.</i>	75
<i>Figura 56 – Correção – Janela de configurações dos blocos – Porta AND.</i>	75
<i>Figura 57 – Correção – Representação do botão de geração de tempo e delay aleatórios.</i>	76
<i>Figura 58 – Correção – Representação da sinalização de situações proibidas.</i>	77
<i>Figura 59 – Visualização da área de trabalho em grade.</i>	78
<i>Figura 60 – Representação do menu “Arquivos”.</i>	78
<i>Figura 61 – Representação do menu “Editar”.</i>	79
<i>Figura 62 – Representação do menu “Visualizar”.</i>	79

Lista de Tabelas

<i>Tabela 1 – Ações disponíveis no OTS.</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 2 – Continuação – Ações disponíveis no OTS.</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 4 – Tipos de equipamentos.</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 5 – Aspectos avaliados para produtos similares.</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 6 – Modelo de Interação.</i>	<i>53</i>
<i>Tabela 7 – Continuação – Modelo de Interação.</i>	<i>54</i>
<i>Tabela 8 – Continuação – Modelo de Interação.</i>	<i>55</i>
<i>Tabela 9 – Continuação – Modelo de Interação.</i>	<i>56</i>

1 Introdução

O Sistema Elétrico Brasileiro está crescendo em tamanho e complexidade, passando por alterações decorrentes do maior grau de exigência da sociedade. Neste contexto os agentes do setor elétrico estão sujeitos à aplicação de penalidades, somadas à condição de operação do sistema próxima aos seus limites físicos e, com o funcionamento sujeito a fenômenos tais como: perda de sincronismo, queda de frequência, colapso de tensão, corte de geradores e cargas, etc.

Em resposta à grande renovação do quadro de operadores e à dinâmica das mudanças no ambiente de Setor Elétrico, a CHESF adota a estratégia de treinamento de seus operadores no ambiente de simulação SAGE/SIMULOP, facilitando a aquisição do conhecimento através da interação com situações realistas representadas no simulador e assim diminuindo riscos tanto ao sistema elétrico quanto aos operadores [1].

O SAGE (Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia) é um *software* supervisor desenvolvido pelo CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica). Este supervisor realiza funções de gerenciamento de energia nos sistemas elétricos de potência, sendo configurável para diferentes plataformas instaladas em subestações e Centros de Operação de Sistemas [2].

O supervisor SAGE é utilizado largamente em empresas nacionais pertencentes ao grupo Eletrobrás, com destaque para a empresa CHESF (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco). O SAGE executa em ambiente LINUX e é composto por vários módulos dentre os quais se destaca o módulo SAGE/SCADA, responsável pela aquisição, controle e supervisão de dados do sistema.

O OTS (Operator Training Simulator) é um software capaz de simular o comportamento de um sistema elétrico de potência, com resposta em tempo-real às condições operativas e eventos sistêmicos. Ou seja, na ocorrência de um evento, o OTS realiza cálculos de modo a simular a resposta do sistema real [3].

Juntos, o OTS e o SAGE formam o ambiente de simulação conhecido como Simulop. O Simulop replica o ambiente real de uma sala de comando, interligando o Simulador Digital de Redes Elétricas: Epri OTS, com o Sistema SAGE de Gerenciamento

de Energia, possibilitando o treinamento dos operadores do sistema elétrico, com realismo e eliminando o risco aos operadores e ao sistema elétrico.

O projeto do Gerador de Cenários, atualmente em desenvolvimento na UFCG no projeto de P&D para a empresa CHESF, objetiva facilitar o processo de edição de cenários para o Simulop, uma vez que esta é uma atividade difícil para a maioria dos tutores responsáveis pela elaboração de treinamentos na empresa.

Entretanto, o Gerador de Cenários herda características provenientes do Simulop, devido à implementação de uma interface e lógica similar à versão anteriormente utilizada.

Observando as duas versões disponíveis podem-se destacar principalmente dois pontos importantes quanto a sua utilização. Primeiramente, não existe uma padronização em termos de interface no que se refere à mecânica de construção de eventos temporais e condicionais. Soma-se o fato de não possuir uma interface mais ergonômica.

Este trabalho apresenta uma avaliação aprofundada dos pontos anteriormente citados, bem como a especificação de um projeto de interface visando corrigir tais problemas.

Todavia, o foco deste trabalho é a interface com o tutor para a criação dos eventos condicionais, devido sua complexidade de construção nos programas existentes e, portanto demandam uma interface que seja mais ergonômica ao usuário: facilidade de aprendizado e facilidade de utilização. A lógica desse tipo de evento é definida a partir de condições associadas a: “medidas”, “funções”, “comparações” e “blocos lógicos” [4].

Este relatório está organizado em cinco capítulos incluindo esta introdução. No capítulo 2 é apresentada a revisão do estado da arte. No Capítulo 3 é apresentado o modelo MCIE. No Capítulo 4 é discutida a validação conceitual do projeto. E, finalmente, no Capítulo 5 são apresentadas as considerações finais.

2 Apresentação do Problema

Neste capítulo é apresentada a revisão do estado da arte e a definição do problema abordado neste estudo.

2.1 Simulop

O Simulop foi concebido originalmente para o treinamento de operadores de sistema, porém recentemente a empresa CHESF o vem utilizando no treinamento de operadores de subestação. O SIMULOP é um dos simuladores mais utilizados pelas empresas geradoras de energia no país por oferecer um subsistema educacional, o qual disponibiliza um conjunto de recursos para o desenvolvimento dos cenários de treinamento. Cada cenário corresponde a um ou mais grupo de eventos, associado a um caso base (caso padrão). Este simulador possibilita ao instrutor monitorar e, gravar as ações dos treinados no ambiente (log) para análise posterior. No entanto não oferece suporte para efetuar esta análise, dependendo apenas da experiência do tutor [5].

Uma das características mais interessantes do Simulop é a programação de eventos que deverão ocorrer durante a execução de um treinamento, possibilitando desde a simulação da abertura súbita de uma linha de tensão até a simulação de um esquema de proteção de grande porte.

O tutor, uma vez familiarizado com a criação de eventos e considerando os objetivos de um treinamento, utiliza-se do conhecimento sobre as características da instalação e dos normativos da empresa para criação de situações de treinamento desejadas.

Entretanto, apesar do Simulop atualmente ser muito utilizado na criação de cenários para treinamento, seu processo de criação é longo e a interface o torna cansativo, como será mostrado adiante.

2.1.1 Criação de Eventos no Simulop

Uma simulação consiste em representar, a partir de eventos, uma série de situações reais ou didáticas (cenários). Os eventos possíveis no simulador Simulop podem ser classificados em [6]:

- Evento Temporal Absoluto: O evento acontece precisamente no tempo pré-determinado;
- Evento Temporal Relativo: O evento acontece logo após o tempo selecionado, em relação à ativação de um evento;
- Evento Condicional (único): O evento acontece apenas uma vez, após a condição de disparo (expressão lógica) tornar-se verdadeira;
- Evento Condicional (repetitivo): O evento acontece sempre que a condição de disparo (expressão lógica) tornar-se verdadeira.

2.1.1.1 Criação de Eventos Temporais

O primeiro passo para a criação de eventos no Simulop consiste em, através do *PowerSimulator* no menu “OTS”, escolher “OTS Events” e em seguida “Event Groups”, como apresentado na Figura 1.

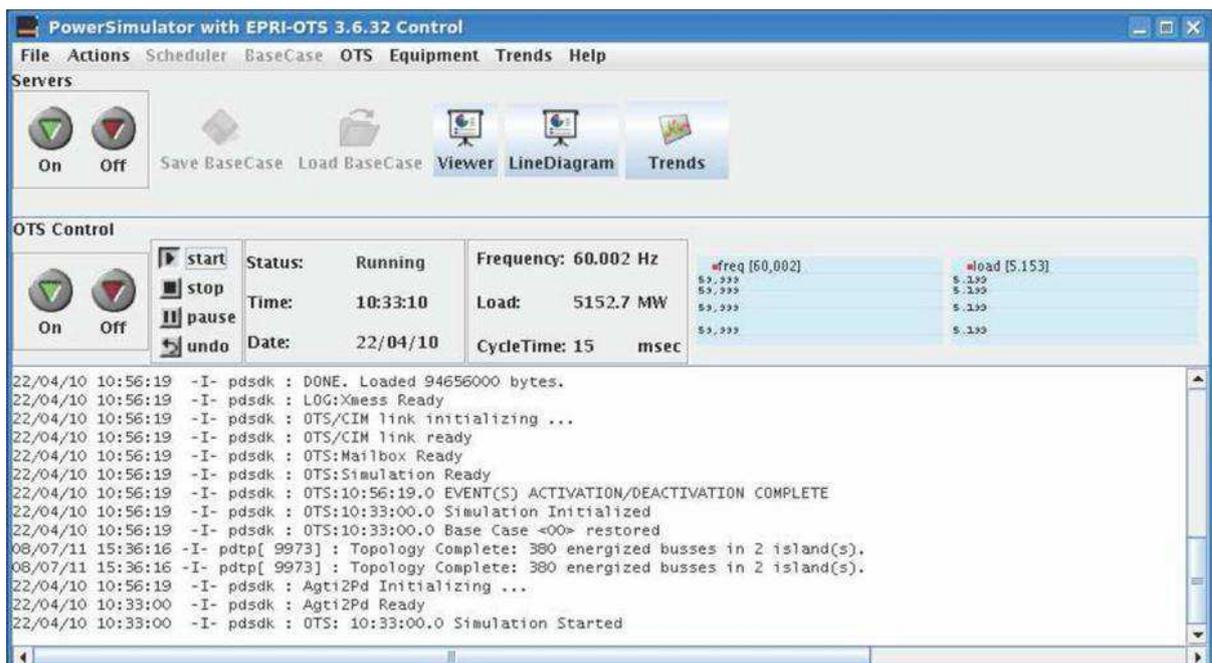


Figura 1 – Tela do PowerSimulator do OTS.

Em resposta, será aberta a janela ilustrada na Figura 2, contendo uma lista com os grupos de eventos disponíveis para edição.

EventGroup	Description	Valid?	Active?
001		No	No
002		No	No
003		No	No
004		No	No
005		No	No
006		No	No
007		No	No
008		No	No
009		No	No
010		No	No
011		No	No
012		No	No
013		No	No
014		No	No
015		No	No
016		No	No
017		No	No
018		No	No
019		No	No
020		No	No

Buttons: Edit, Delete, Delete All, Activate, Deactivate, Copy, Events, Record, HSB Load, Close

Figura 2 – Tela de grupos de eventos no OTS.

O cenário consiste em um conjunto de grupos de eventos, no editor do Simulop cujo número é fixo e limitado a 20 grupos. Um grupo de eventos, por sua vez, contém um conjunto de eventos, também com um número fixo e limitado a 99 eventos.

Na tela de grupo de eventos (Figura 2), a coluna “*Description*” lista a descrição dos grupos. O Simulop faz a validação dos dados inseridos nos eventos e indica se um grupo é válido através da coluna “*Valid?*”. Na coluna “*Active?*” é indicado se o grupo está ativo na simulação.

A edição dos campos da tabela é feita por meio da seleção do campo desejado e a ativação de “*Edit*”. Uma nova janela é aberta (Figura 3) contendo campos relativos às colunas da tabela exibida na Figura acima. O botão “*OK*” atualiza a tabela com os dados inseridos.



Figura 3 – Tela para edição dos dados do grupo de eventos.

Para a criação dos eventos em um grupo de eventos seleciona-se uma linha da tabela e pressiona-se “Events”. Uma nova janela novamente será aberta (Figura 4), contendo a lista dos 99 eventos correspondentes ao grupo de eventos selecionado na primeira tabela. A edição de umas das linhas da tabela de eventos equivale à criação de um evento. Para isso, se seleciona a linha que será editada e ativa-se o botão “Edit”. Como resultado, a janela ilustrada na Figura 5 será aberta.

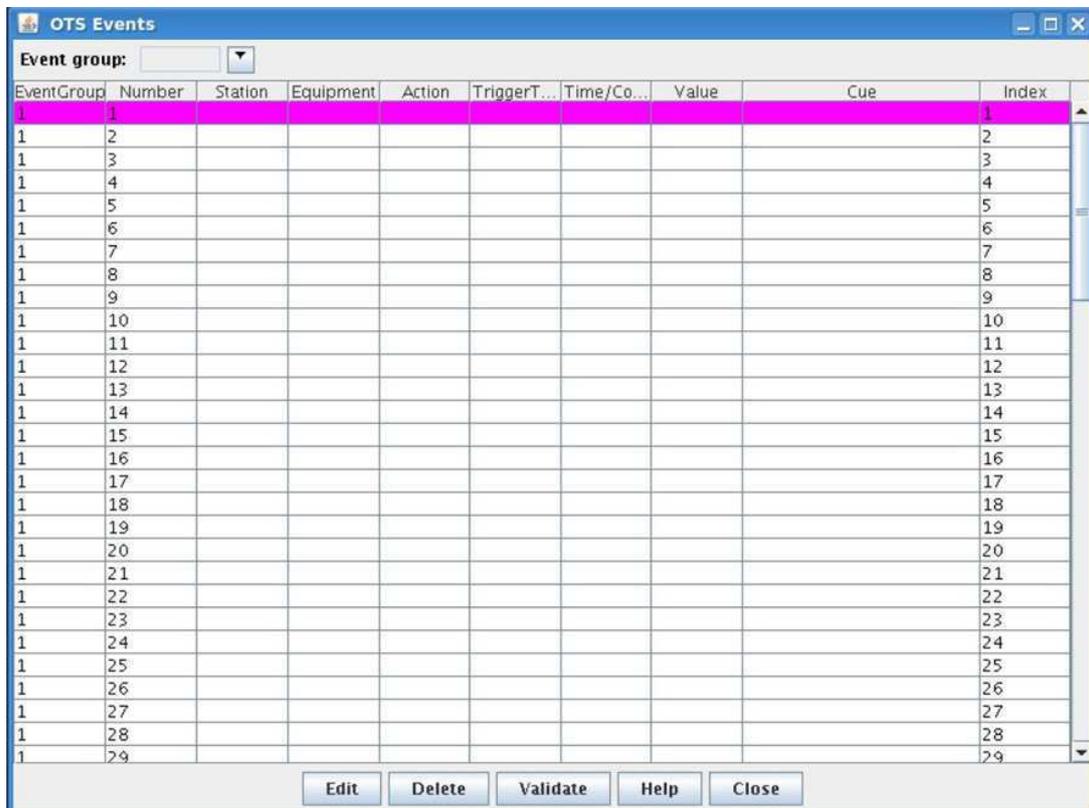


Figura 4 – Tela de Eventos do OTS.

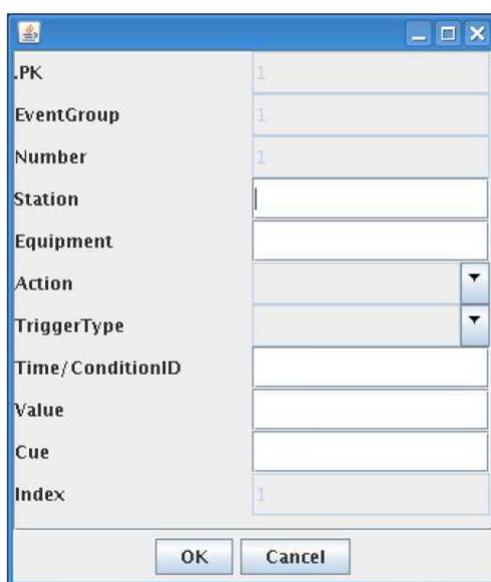


Figura 5 – Tela para edição de um evento.

Apenas alguns campos da Janela de Evento são editáveis, dentre eles “*Station*”, no qual é colocado o nome da subestação onde o evento deve ocorrer. No campo “*Equipment*” é colocado o nome do equipamento que será acionado neste evento. Nesse campo é importante que o tutor preste atenção na identificação correta do equipamento, pois a CHESF faz uso de dois padrões para nomeá-los. O padrão antigo contém o nome do equipamento e da subestação ao qual pertence, separados por um hífen (Ex.: 12J5-JZD). No padrão novo há o nome da subestação, o nome do equipamento e o código ANSI 1 para os equipamentos de subestações, todos separados por dois pontos (Ex.: RIB:12L5:52).

Na caixa de seleção “*Action*” é selecionada a ação aplicada ao equipamento. As Tabelas 1 e 2 listam e descrevem estas ações. As ações permitidas para os equipamentos dependem do seu tipo, porém a interface admite a aplicação de qualquer ação para qualquer tipo de equipamento. Caso seja escolhida uma ação não aplicável ao equipamento selecionado, o Editor não validará o evento.

Na caixa de seleção “*TriggerType*” deve-se escolher o tipo de disparo do evento. No campo “*TimeCondition/ID*” coloca-se o tempo ou o identificador de uma condição, conforme o tipo de disparo escolhido. O tempo ou identificador da condição deve ter seis

caracteres. Se o tipo de disparo for o tempo absoluto ou relativo deve-se colocar o tempo na forma h:mm:ss (hora, minutos e segundos).

Se a ação consistir em alterar alguma grandeza, campo “*Value*” deve ser preenchido com o valor desta grandeza. No campo “*Cue*” pode ser inserida uma mensagem que será exibida na tela de alarmes do sistema supervisorio no momento em que a ação ocorrer.

Código	Nome	Descrição
BAI	<i>Balancing Area Isolate</i>	Gera uma ilha no sistema, balanceando a mesma
BKC	<i>Circuit Breaker Close</i>	Fecha o disjuntor
BKD	<i>Circuit Breaker Disable</i>	Desabilita o comando do disjuntor
BKE	<i>Circuit Breaker Enable</i>	Habilita o comando do disjuntor
BKT	<i>Circuit Breaker Trip</i>	Abre o disjuntor
CUE	<i>Instructor Cue</i>	Envia mensagem ao treinando/tutor
FLT	<i>Branch Fault</i>	
GOUT	<i>Generator MW Output</i>	Modifica geração de uma unidade geradora
GOVB	<i>Governor Signal Blocked</i>	Bloqueio de comando para o gerador
GOVR	<i>Governor Signal Restore</i>	Retira o bloqueio do comando do gerador
GUDC	<i>Generator Max Operating Limit</i>	Máxima geração da máquina
GUNR	<i>Generator Non Response to AGC</i>	Gerador não responde ao CAG (Controle Automático de Geração)
GUR	<i>Generator Response to AGC</i>	Gerador responde ao CAG
LDD	<i>Load Disable</i>	Desabilita a carga de um alimentador
LDE	<i>Load Enable</i>	Habilita a carga de um alimentador

Tabela 1 – Ações disponíveis no OTS.

LDE	<i>Load Enable</i>	Habilita a carga de um alimentador
LDS	<i>Load MW Spike</i>	Modifica a potência ativa do alimentador
LDQ	<i>Load MVAR Spike</i>	Modifica a potência reativa do alimentador
LDZ	<i>Zone Load Step</i>	Coloca um degrau de carga de uma determinada zona
LDZS	<i>Zone Load Spike</i>	Modifica a carga de uma determinada zona
NISC	<i>Change Interchange Schedule</i>	Modifica o intercâmbio programado
PAUS	<i>Pause Simulation</i>	Pausa a simulação
PXA	<i>Replace External Analog Point</i>	Faz a varredura de um ponto analógico
PXD	<i>Replace External Digital Point</i>	Faz a varredura de um ponto digital
RLYD	<i>Disable Relay</i>	Desabilita um relé
RLYE	<i>Enable Relay</i>	Habilita um relé
RTL	<i>RTU Loss</i>	Causa a perda de uma remota
RTR	<i>RTU Restore</i>	Restaura uma remota
STOP	<i>Stop Simulation</i>	Para a simulação
VRGU	<i>Change Unit Regulating Voltage</i>	Modifica o status do regulador de tensão
VRMN	<i>Change LTC Regulating Voltage (min)</i>	Modifica o valor de tensão mínima do regulador
VRMX	<i>Change LTC Regulating Voltage (max)</i>	Modifica o valor de tensão máxima do regulador
XTPD	<i>Disable LTC</i>	Desabilita o regulador de tensão
XTPE	<i>Enable LTC</i>	Habilita o regulador de tensão
TPHI	<i>Tap High Side Change</i>	Eleva o tap do transformador ao valor solicitado
TPLO	<i>Tap Low Side Change</i>	Diminui o tap do transformador ao valor solicitado

Tabela 2 – Continuação – Ações disponíveis no OTS.

A Tabela 3 lista as descrições para cada tipo de disparo presente na caixa de seleção “triggerType”.

Tipos de Disparo	Descrição
<i>(A) - Absolute Time</i>	O evento acontece precisamente no horário determinado
<i>(R) - Relative Time</i>	O evento acontece depois do tempo selecionado, relativo à ativação do evento
<i>(C) - Conditional (once)</i>	O evento vai acontecer apenas uma vez, a partir da condição da expressão lógica definida tornar-se verdade
<i>(D) - Conditional (repeat)</i>	O evento vai acontecer sempre que a condição da expressão lógica definida tornar-se verdade

Tabela 3 – Tipos de disparo dos eventos.

É possível, também, no editor de cenários do Simulop, fazer a cópia de um grupo existente de eventos para um novo grupo. Para tanto, se seleciona na janela do editor a linha do grupo que será copiado e então aciona o botão “Copy”. A tela ilustrada na Figura 6 será então aberta e nela será possível digitar o número do grupo que receberá a cópia.

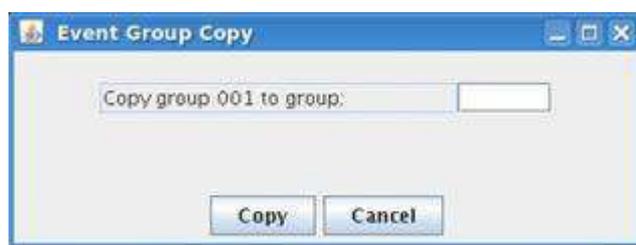


Figura 6 – Tela para cópia dos grupos de eventos.

Por fim, as ações nos botões “Delete” e “Delete All” causam a exclusão do grupo de eventos selecionado e a exclusão de todos os eventos no grupo, respectivamente.

2.1.1.2 Criação de Eventos Condicionais

A partir do uso de eventos condicionais, o tutor pode aumentar a complexidade do cenário, definindo condições para que uma ação seja executada. A programação desses eventos pode ser feita no próprio Editor.

A lógica dos eventos condicionais é montada a partir das funcionalidades:

- *Measurements* (medidas);
- *Functions* (funções);
- *Comparison* (comparações);
- *Logic* (blocos lógicos)

Na Figura 7 é ilustrado um exemplo de esquema para construção de eventos condicionais.

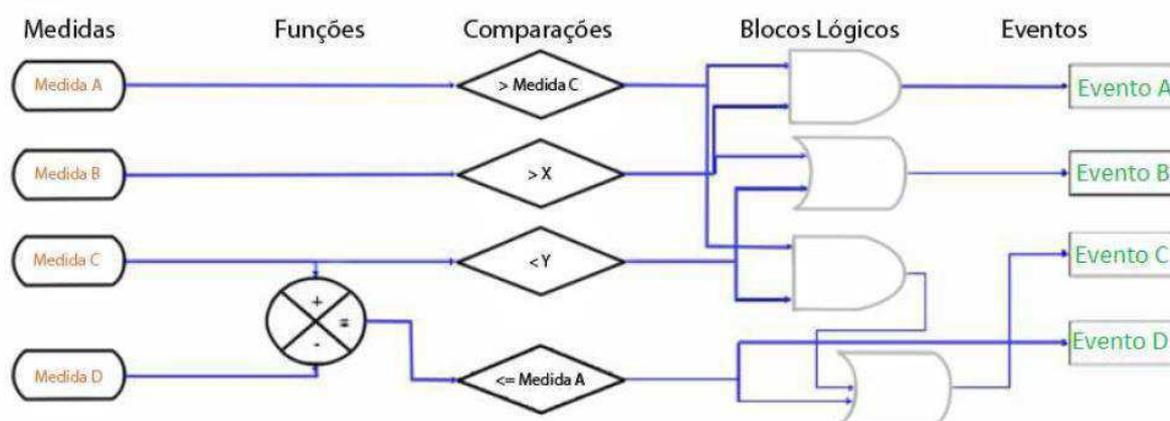


Figura 7 – Esquema para construção de eventos condicionais

(Fonte: [6] Manual Básico de Utilização do OTS).

- Medidas

Nos eventos condicionais, os parâmetros de comparação nos blocos condicionais são as medidas. No mundo real esses valores são os parâmetros monitorados na subestação e obtidos a partir de sensores. Para a utilização de medidas em eventos condicionais é necessária sua criação a partir do menu do OTS, opção *Conditional Events – Measurements*.

Será aberta uma janela (Figura 8) contendo uma tabela na qual são exibidas as medidas existentes. Para editar uma medida seleciona-se uma linha na tabela e o botão “*Edit Row*”. Na coluna “*Value*” será exibido o valor atual da medida.

Number	Measurement	Equipment T...	Equipment St...	Equipment N...	Sub-ID	Measurement	Value
1							0.0
2							0.0
3							0.0
4							0.0
5							0.0
6							0.0
7							0.0
8							0.0
9							0.0
10							0.0
11							0.0
12							0.0
13							0.0
14							0.0
15							0.0
16							0.0
17							0.0
18							0.0
19							0.0
20							0.0
21							0.0
22							0.0

Figura 8 – Tela com tabela de medidas.

A janela de edição de medidas está ilustrada na Figura 9. No campo “*MeasurementID*” deve ser inserido o nome adotado para a medida, limitado até seis caracteres. A caixa de seleção “*Equipment Type*” contém os tipos de equipamento a qual a medida se refere. Esses tipos se encontram na Tabela 4.

Nos campos “*Equipment Station*” e “*Equipment Name*”, são inseridos respectivamente o código da subestação onde será realizada a medida e o nome do equipamento. A caixa de seleção “*Measurement Type*” contém o tipo de medida referente ao equipamento.

Figura 9 – Edição de medidas.

Tipo	Descrição
<i>None</i>	Nenhum
AR	Área de Controle
FD	Alimentador
GU	Unidade geradora
LD	Carga
LE	Extremo da linha
NV	Nó
PS	Defasador
SH	Shunt
SS	TCSC
SW	Chave ou Disjuntor
SY	Sistema
XA	Medida analógica
XD	Medida digital
XF	Transformador

Tabela 3 – Tipos de equipamentos.

- Funções

A edição das funções no menu do OTS, a partir da opção “*Conditional Events – Functions Blocks*”. Ao seleccionar este botão será aberta a janela com a tabela de funções para edição (Figura 10), que pode ser feita acionando o botão “*Edit Row*”.

Number	FunctionID (...)	Type	Input1Type	Input1ID/C...	Input2Type	Input2ID/C...	Description	Value
1								0.0
2								0.0
3								0.0
4								0.0
5								0.0
6								0.0
7								0.0
8								0.0
9								0.0
10								0.0
11								0.0
12								0.0
13								0.0
14								0.0
15								0.0
16								0.0
17								0.0
18								0.0
19								0.0
20								0.0
21								0.0
22								0.0

Figura 10 – Tela com tabela de funções.

A janela de edição das funções (Figura 11) contém os seguintes campos: “*FunctionID*”, nome adotado para função, devendo ter até 6 caracteres; “*Type*” tipo de função que será utilizado e deve ser escolhido na caixa de combinação – Os tipos podem ser “*Add*”, “*Divide*”, “*Multiply*” ou “*Subtract*”; “*Input1Type*”, tipo da variável de entrada, podendo ser uma constante, uma medida ou outra função; e “*Input1 ID/Constant*”, nome da medida ou função, ou no caso de constante, o valor da mesma.

Figura 11 – Edição de funções.

- Comparações

A edição das comparações é feita no menu do OTS, a partir da opção “*Conditional Events – Comparison Blocks*”. Será aberta a janela ilustrada na Figura 12, a qual exibirá uma tabela com as comparações existentes.

Para editar uma comparação, seleciona-se uma linha na tabela e pressiona-se o botão “*Edit Row*”.

Number	Comparis...	Input 1 Ty...	Input 1 Co...	Comparis...	Input 2 Ty...	Input 2 Co...	Delay (sec)	Description	Value
1							0		False
2							0		False
3							0		False
4							0		False
5							0		False
6							0		False
7							0		False
8							0		False
9							0		False
10							0		False
11							0		False
12							0		False
13							0		False
14							0		False
15							0		False
16							0		False
17							0		False
18							0		False
19							0		False
20							0		False
21							0		False
22							0		False

Figura 12 – Tela com tabela de comparações.

.PK: 1
Number: 1
ComparisonID (6 char):
Input 1 Type: [dropdown]
Input 1 Constant/FunctionId/MeasurementID:
Comparison Type: [dropdown]
Input 2 Type: [dropdown]
Input 2 Constant/FunctionId/MeasurementID:
Delay (sec): 0
Description:
Value: False

OK Cancel

Figura 13 – Tela de edição de comparações.

A janela de edição das comparações (Figura 13) contém os seguintes campos: “*ComparisonID*”, nome adorado para comparação, limitado a 6 caracteres;

“*Input 1 Type*”, tipo da variável de entrada, podendo ser uma constante, uma medida ou outra função. “*Input 1 Constant/FunctionID/MeasurementID*”, nome da medida ou função, ou no case de constante, o valor da mesma. “*Comparison Type*”, tipo de comparação feita entre as variáveis de entrada.

Os tipos podem ser, “*equal to*”, “*greater than or equal to*”, “*greater than*”, “*less than or equal to*”, “*less than*” ou “*not equal*”; “*Input2Type*”, tipo da segunda variável de entrada; “*Input 2 Constant/FunctionID/MeasurementID*”, nome da segunda medida, função ou valor da constante; “*Delay*”, tempo que deve ser considerado para a comparação ser dada como válida; “*Description*”, descrição para a comparação.

- Blocos Lógicos

Os blocos lógicos seguem a lógica booleana de operações com o resultado de comparações e de medidas digitais (estado do equipamento). A saída do bloco lógico normalmente é a chave de ativação da condição para atuação do evento.

Number	LogicBlock	Input1Type	Input1ID	Logic Type	Input2Type	Input2ID	Delay (sec)	Description	Value
1							0		False
2							0		False
3							0		False
4							0		False
5							0		False
6							0		False
7							0		False
8							0		False
9							0		False
10							0		False
11							0		False
12							0		False
13							0		False
14							0		False
15							0		False
16							0		False
17							0		False
18							0		False
19							0		False
20							0		False
21							0		False
22							0		False

Figura 14 – Tela com tabela de blocos lógicos.

A edição de um bloco lógico é feita através do menu do OTS, opção “*Conditional Events – Logic Blocks*”. Na Figura está ilustrada a janela contendo a lista de blocos lógicos. Ao acionar o botão “*Edit Row*” é aberta a tela de edição de blocos lógicos (Figura 14).

A janela de edição dos blocos lógicos (Figura 15) contém os seguintes campos: “*LogicBlockID*”, nome adotado para o bloco lógico, limitado a 6 caracteres; “*Input1Type*”, tipo da variável de entrada, podendo ser uma comparação, ou mesmo outro bloco; “*Input1ID*”, nome da comparação ou do bloco lógico; “*Logic Type*”, tipo de operação lógica aplicada às variáveis de entrada. As operações lógicas podem ser AND, OR, NAND e NOR; “*Input2Type*”, tipo da segunda variável de entrada; “*Input2ID*”, nome da segunda comparação ou bloco; “*Delay*”, tempo que teve ser considerado para o bloco lógico ser dado como válido; “*Description*”, descrição do bloco lógico.

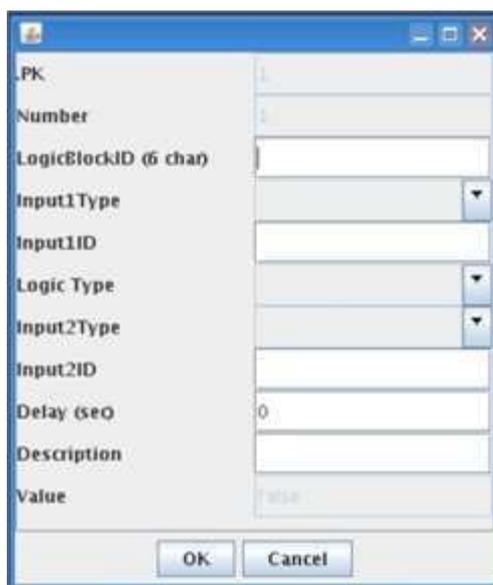


Figura 15 – Tela de edição de blocos lógicos.

2.2 Gerador de Cenários

Como dito anteriormente, o Gerador de Cenários do LIHM é uma ferramenta, atualmente em desenvolvimento para apoiar os tutores da CHESF na criação, edição e armazenamento organizado de cenários de treinamento.

O projeto da IHM do Gerador de Cenários, objeto deste trabalho, será apresentado no próximo capítulo. A nova IHM deve manter um padrão de semelhança com a interface do editor do Simulop e da atual do Gerador de Cenários, mas oferecendo recursos para superar as limitações destes existentes.

Na sequência será apresentada a criação de eventos temporais e a criação dos eventos condicionais na atual interface do Gerador de Cenários. Percebe-se que a utilização da ferramenta apresentou grande evolução, entretanto não existe padronização entre os dois tipos de criação.

2.2.1 Criação de Eventos no Gerador de Cenários

Serão apresentados na sequência, a criação de eventos temporais e condicionais na ferramenta do Gerador de Cenários.

2.2.1.1 Criação de Eventos Temporais

Ao iniciar o programa, é apresentada a tela de abertura (Figura 16). Para início da criação de eventos em geral deve-se selecionar a opção “*Criar Novo Cenário*” gerando a Figura 17, essa é a tela principal do Gerador de Cenários.



Figura 16 – Tela inicial do Gerador de Cenários.

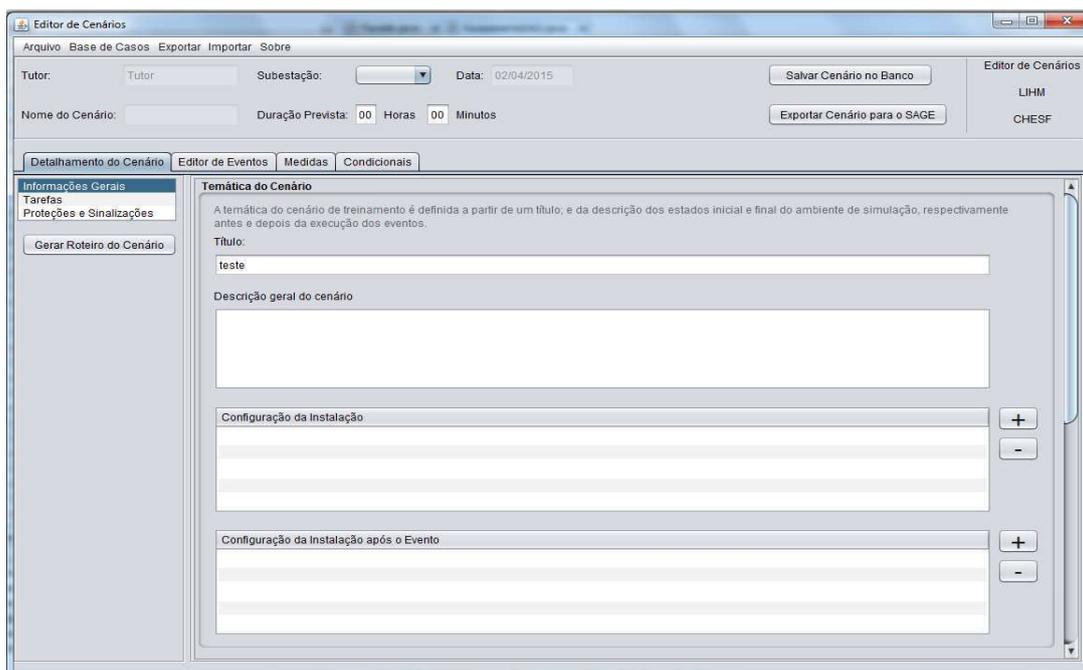


Figura 17 – Tela principal do Gerador de Cenários.

Em um primeiro momento, nota-se que é possível preencher todas as informações gerais necessárias para criação do cenário, entre elas: subestação, duração prevista, título, descrição geral do cenário, configuração da instalação, configuração da instalação, configurações das tarefas e proteções e sinalizações.

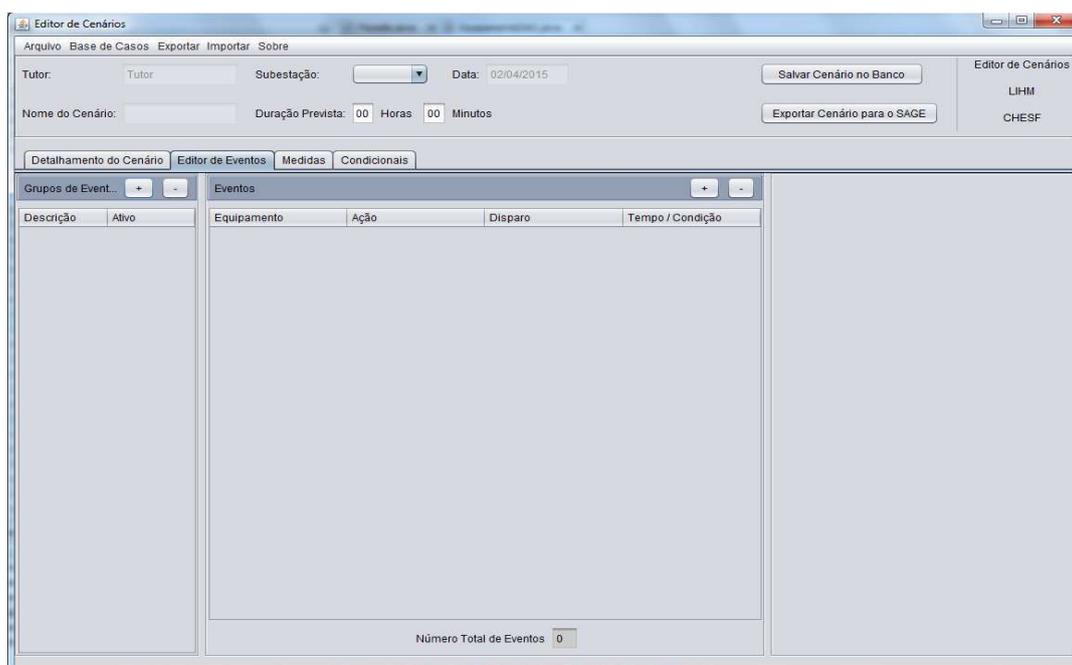


Figura 18 – Aba para criação de evento.

Diferentemente do Simulop, a quantidade de janelas é reduzida drasticamente e a faz-se presente a utilização de abas para criar medidas e eventos, como pode ser vista na Figura 17. Selecionando a aba “*Editor de Eventos*”, aparecerá a imagem da Figura 18 que corresponde à área de criação de eventos sejam temporais ou condicionais.

A princípio, deve-se adicionar um grupo de eventos no botão de soma no lado esquerdo da tela ao lado do nome “*Grupo de Eventos*”. Assim, os eventos poderão ser editados (Figura 19). Ao clicar no botão de busca na área “*Detalhes*” um filtro será apresentado em uma nova tela (Figura 20), onde se pode escolher o equipamento associado àquele evento.

A busca do equipamento pode ser feita digitando o próprio ID do equipamento ou até mesmo determinando apenas a subestação em que se encontra, o nível de tensão associado e o tipo de equipamento correspondente. Por fim, seleciona-se o equipamento desejado e pressiona-se o botão “*Confirmar*” para carregá-lo na tela principal de criação.

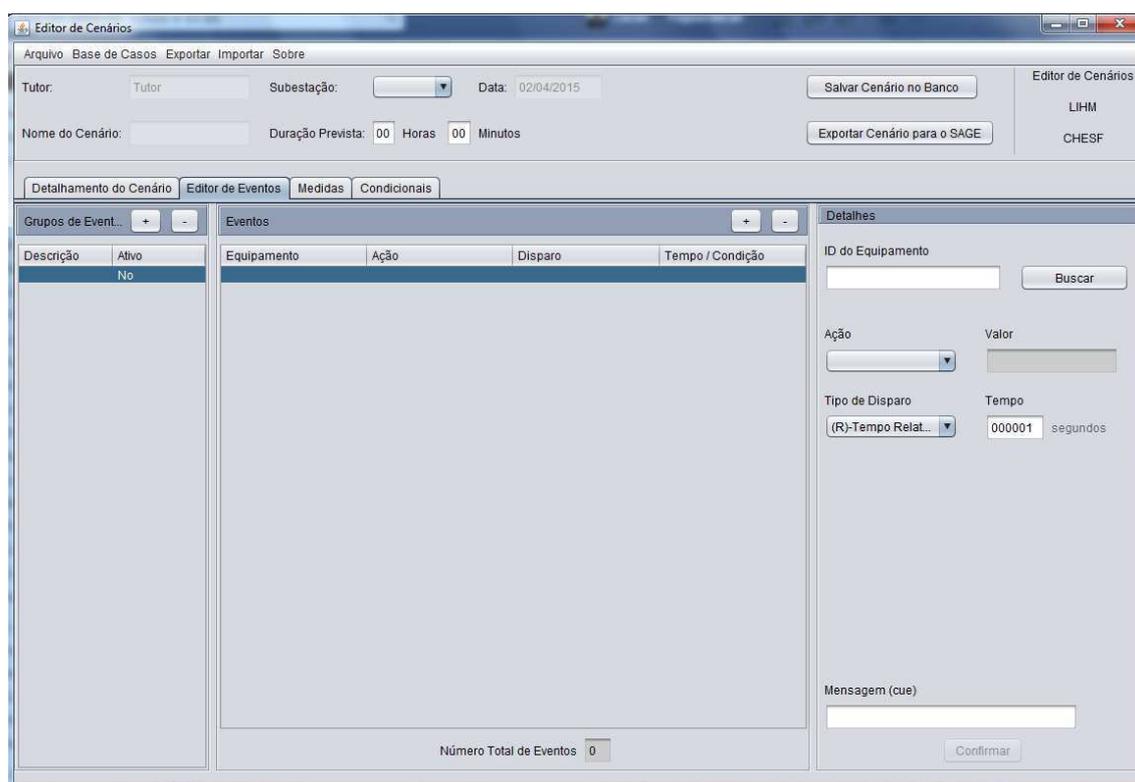


Figura 19 – Aba para criação de eventos temporais - detalhes habilitados.

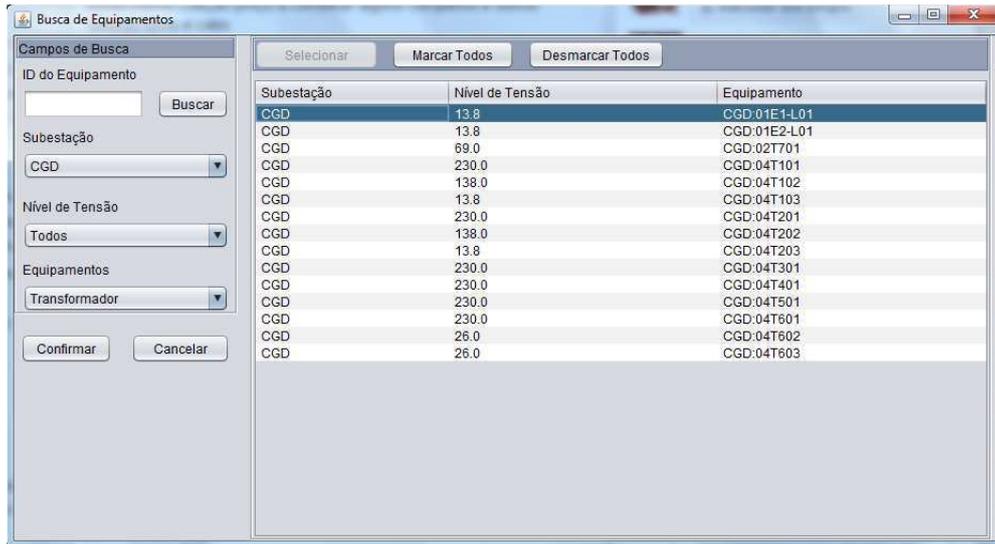


Figura 20 – Tela de busca de equipamentos.

Como no Simulop, será preciso determinar o tipo de ação. Agora o usuário só é permitido selecionar uma dentre as disponíveis (Figura 21) para o(s) equipamento(s).

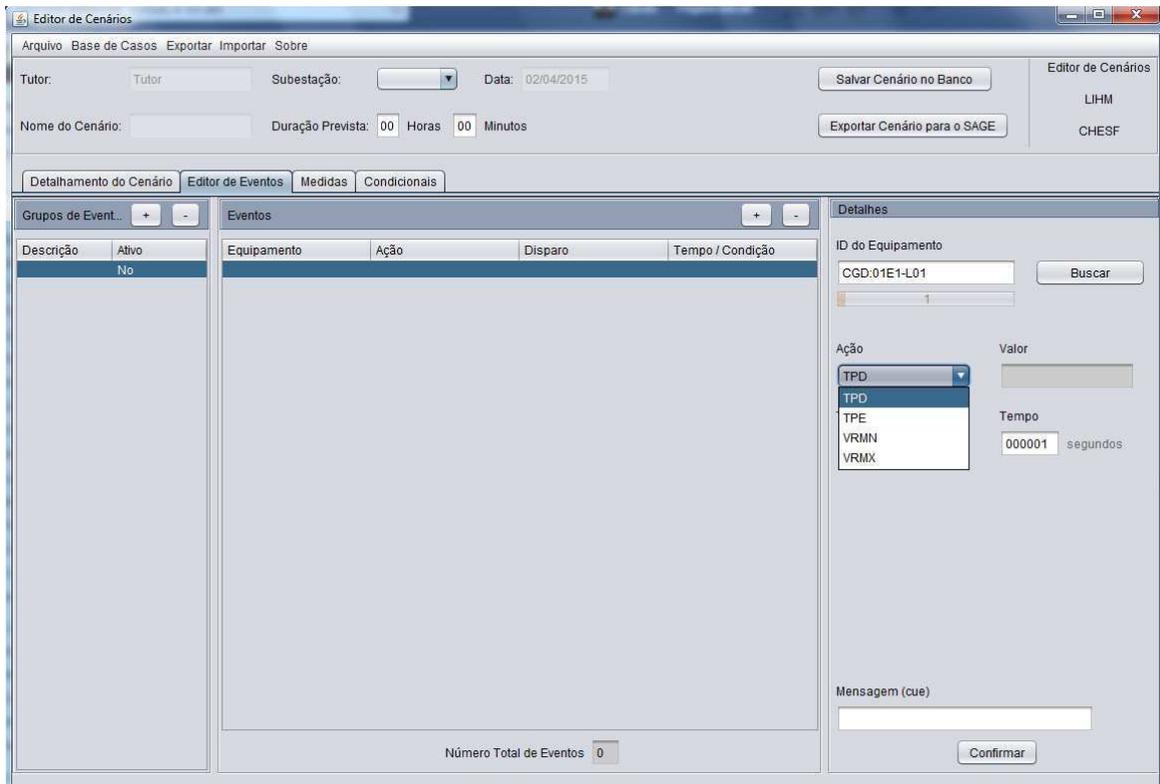


Figura 21 – Tela de seleção do tipo de ação.

Além disso, deverá determinar o tipo de disparo (valor *default*: tempo relativo), ou seja, a natureza do evento (Figura 22) e o tempo e mensagem relacionados com o evento, quando necessários.

Finalmente, após clicar em “*Confirmar*” o evento temporal está concluído (Figura 23). Sua grande vantagem é a possibilidade de reeditar um evento já concluído, basta clicar no evento desejado na área “*Eventos*” e modificar o tipo da ação, tipo de disparo, tempo ou mensagem normalmente.

A adição de novos eventos deve ser feita clicando no botão de subtração localizado na área “*Eventos*” e repetir os passos detalhados na construção de eventos temporais. Para excluir um determinado evento ou grupo de eventos, deve-se selecionar o desejado e clicar no botão de subtração localizados na área “*Eventos*” e “*Grupos de Eventos*”, respectivamente.

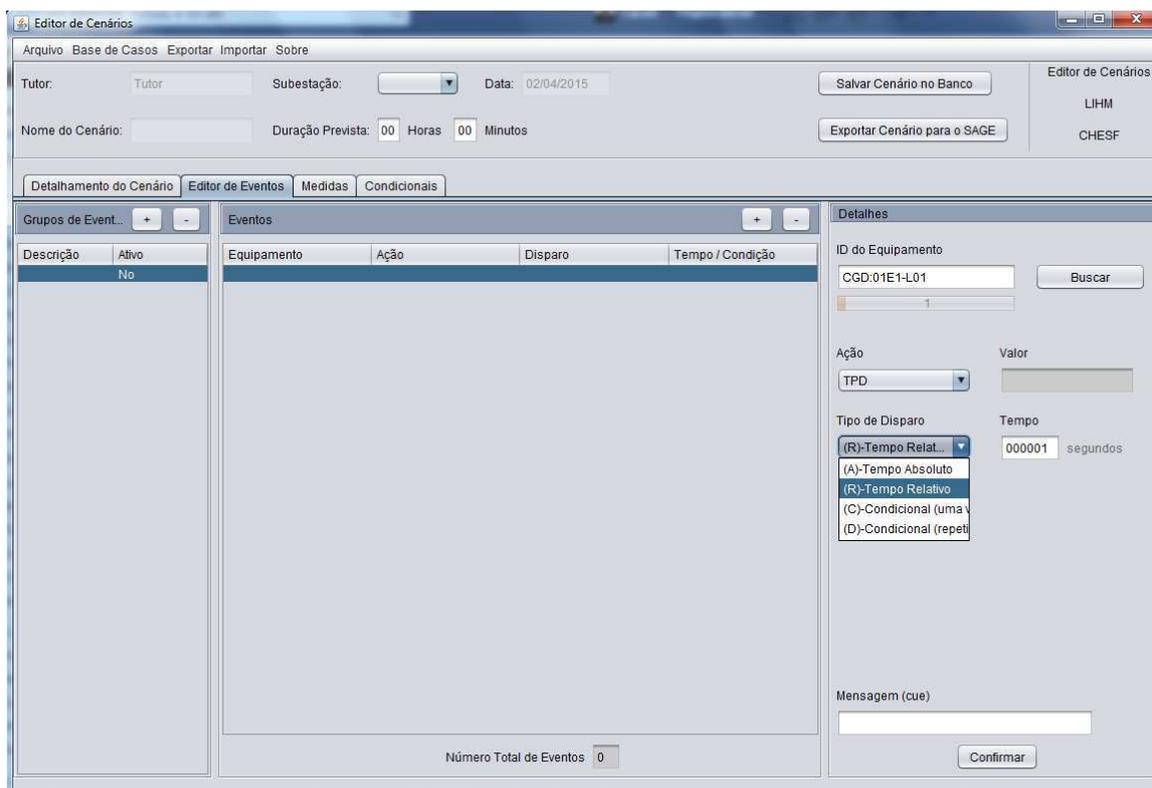


Figura 22 – Seleção do tipo de disparo.

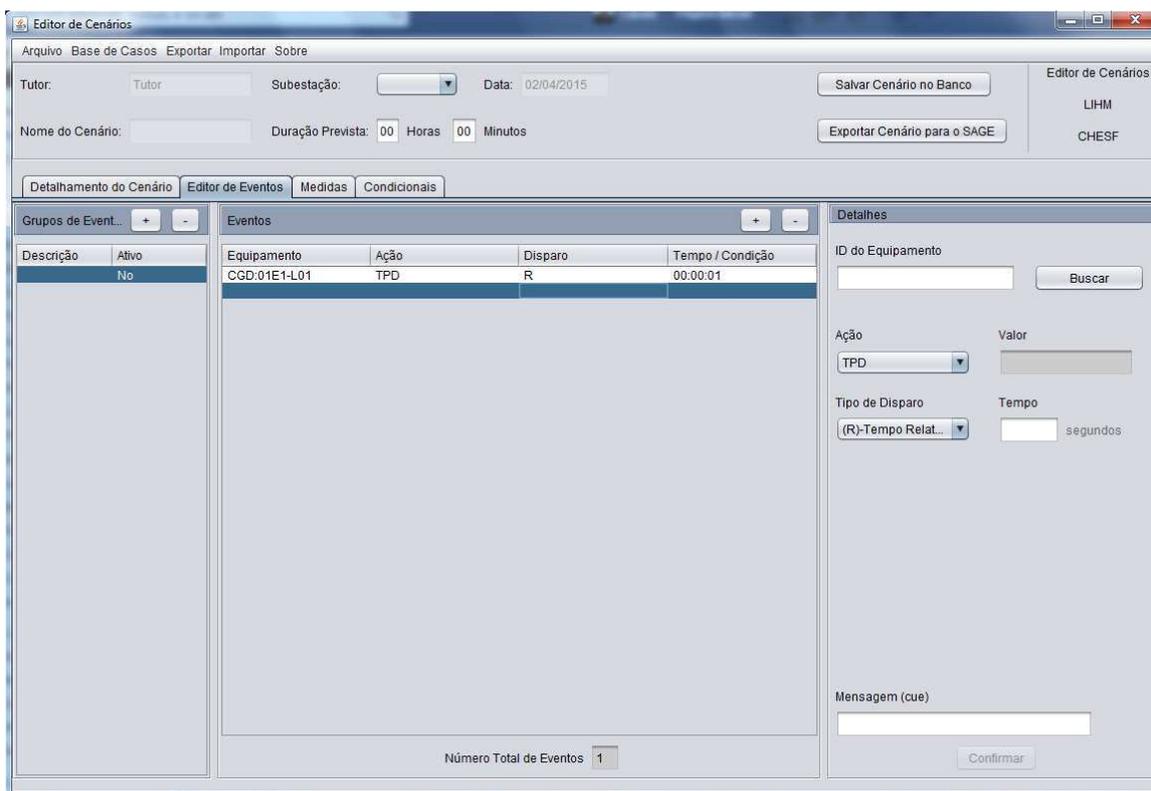


Figura 23 – Tela de criação do evento concluída.

2.2.1.2 Criação de Eventos Condicionais

O caminho inicial para criação de eventos condicionais é bem similar aos eventos temporais, entretanto, como visto anteriormente, deve-se lembrar do esquema de construção de eventos condicionais (Figura 7). Para isso, é preciso criar as medidas e constantes as quais serão utilizadas, esse procedimento é realizado na aba “*Medidas*” (Figura 24).

Da mesma maneira, deve-ser clicar no botão de soma a esquerda de “*Detalhes*” para que possa ser criada uma nova medida apresentado na Figura 25 e assim os detalhes para criação estarão agora disponíveis para edição e visualização. Ao clicar em “*Buscar*” uma tela será aberta e igual a apresentada na criação dos eventos temporais (Figura 20). O processo final é similar ao da criação de eventos, deve-se confirmar o equipamento desejado, selecionar o Sub-ID e o tipo de medida. Todavia, para que se possa concluir a criação da medida, é necessário especificar o seu ID (Figura 25).

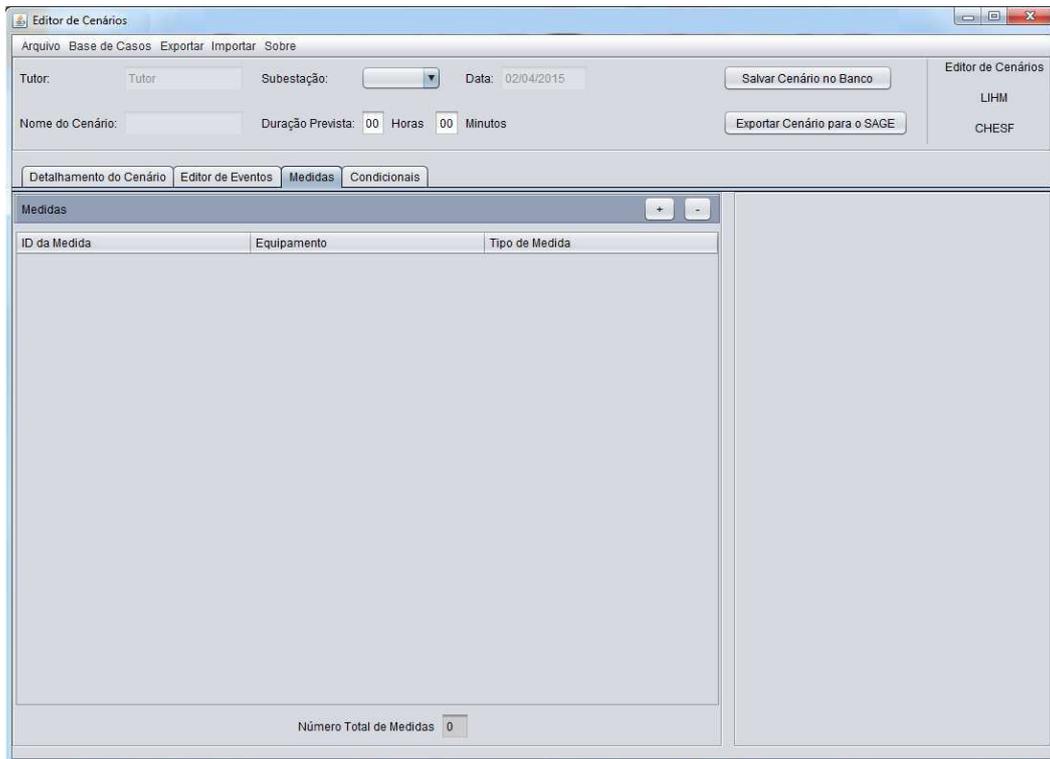


Figura 24 – Aba para criação de medidas.

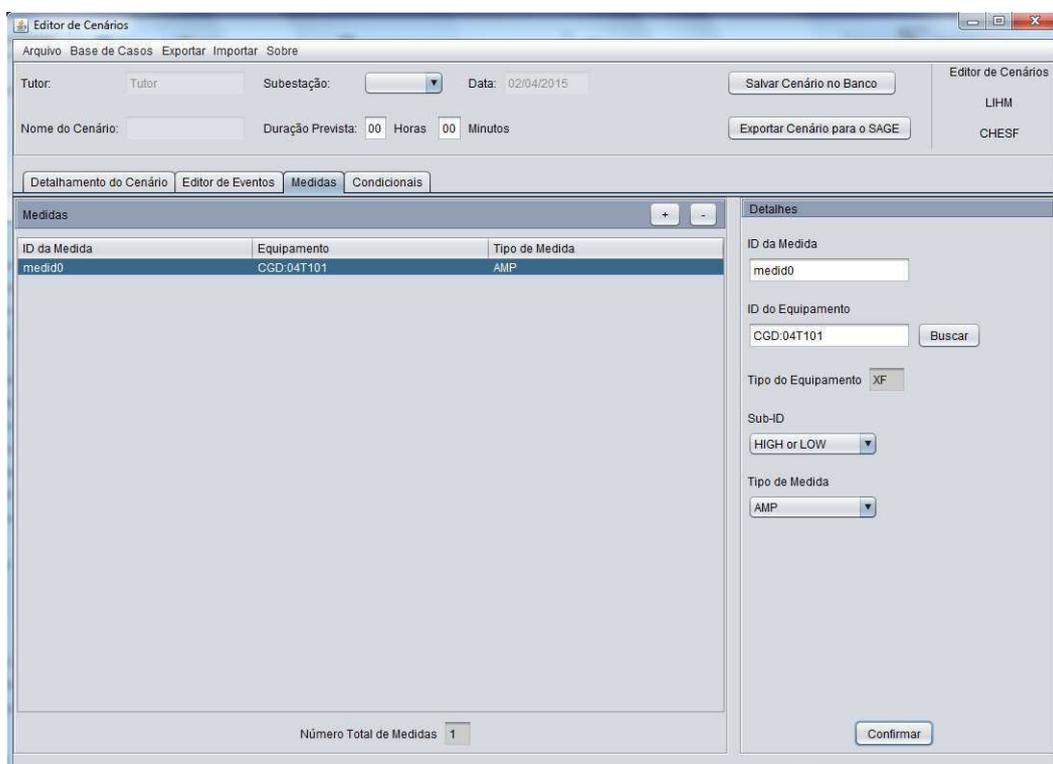


Figura 25 – Tela de criação da medida concluída.

Após a criação das entradas desejadas, deve-se partir para a criação dos eventos condicionais clicando na aba “*Condicionais*” (Figura 26). Devido à melhor construção da interface, é intuitivo perceber que para iniciar a construção de um evento condicional é essencial clicar no botão de soma localizado na extrema direita da atual aba (Figura 27).

No lado esquerdo, encontram-se todas as possíveis instruções ligadas aos eventos condicionais (“*Funções*”: Soma, subtração, multiplicação e divisão; “*Comparações*”: maior, menor, igual, etc; “*Blocos Lógicos*”: AND, OR, NAND, etc). Logo abaixo, estão localizadas as medidas criadas anteriormente, bem como as entradas resultantes de comparações e funções construídas na presente aba.

A construção do evento também é bastante intuitiva, basta arrastar a instrução de interesse ou digitar e em seguida clicar no botão “*Confirmar*” (Figura 28).

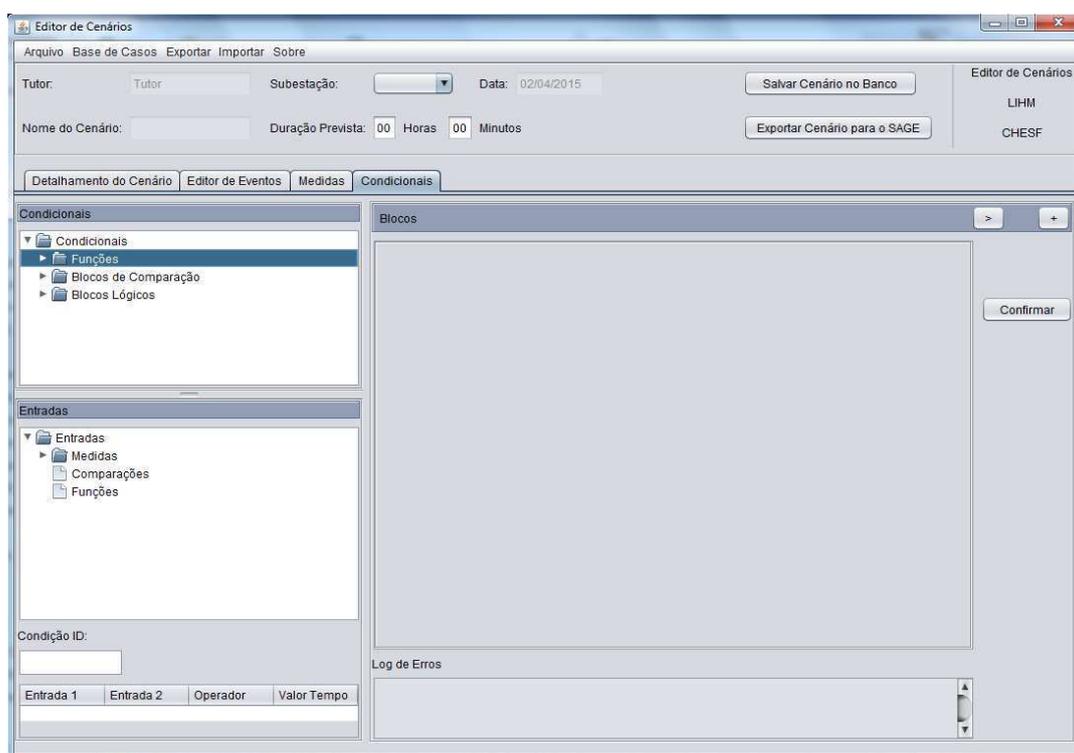


Figura 26 – Aba para criação de eventos condicionais.

Situações não permitidas serão alertadas como apresentado na Figura 29 e as informações necessárias para correção estarão explícitas na área “*Log de Erros*”. Para excluir um evento, basta clicar no botão de subtração ao lado da estrutura individual dos

eventos condicionais. E, finalmente, para criação de novos eventos deve-se repetir todo o processo descrito.

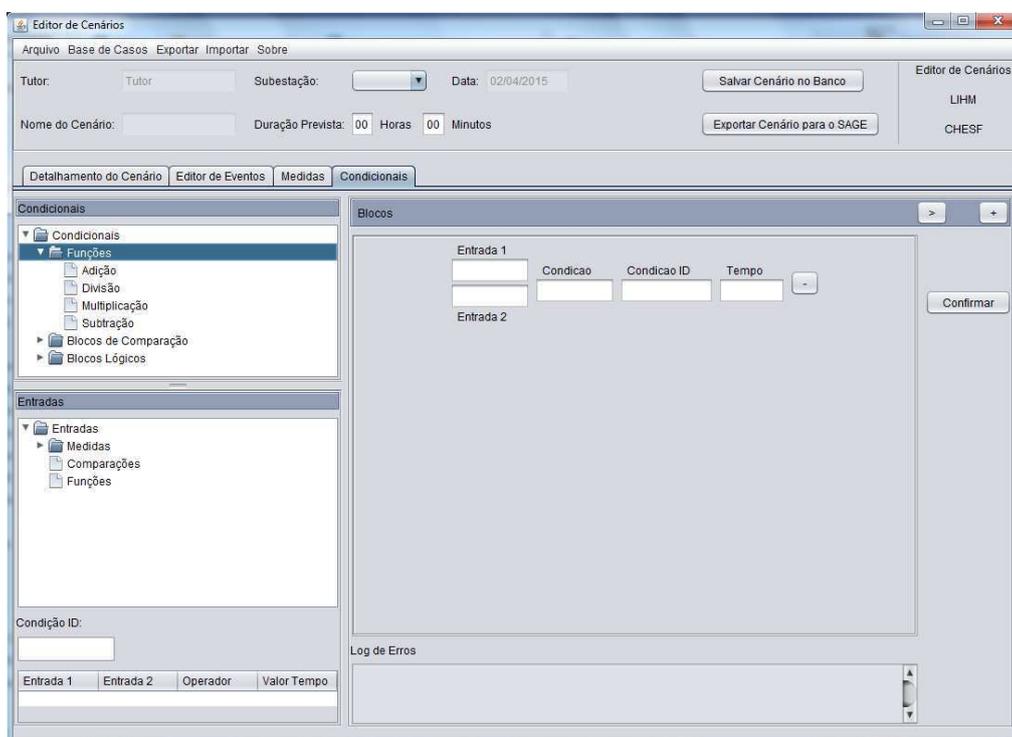


Figura 27 – Tela de um novo evento condicional.

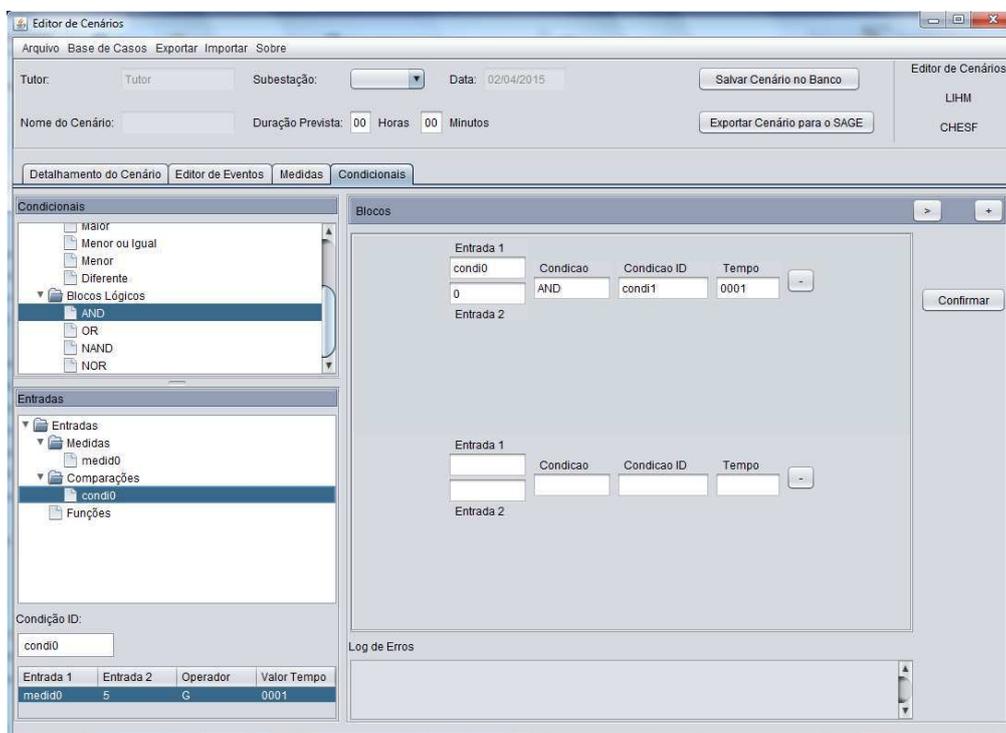


Figura 28 – Tela da criação do evento condicional concluída.

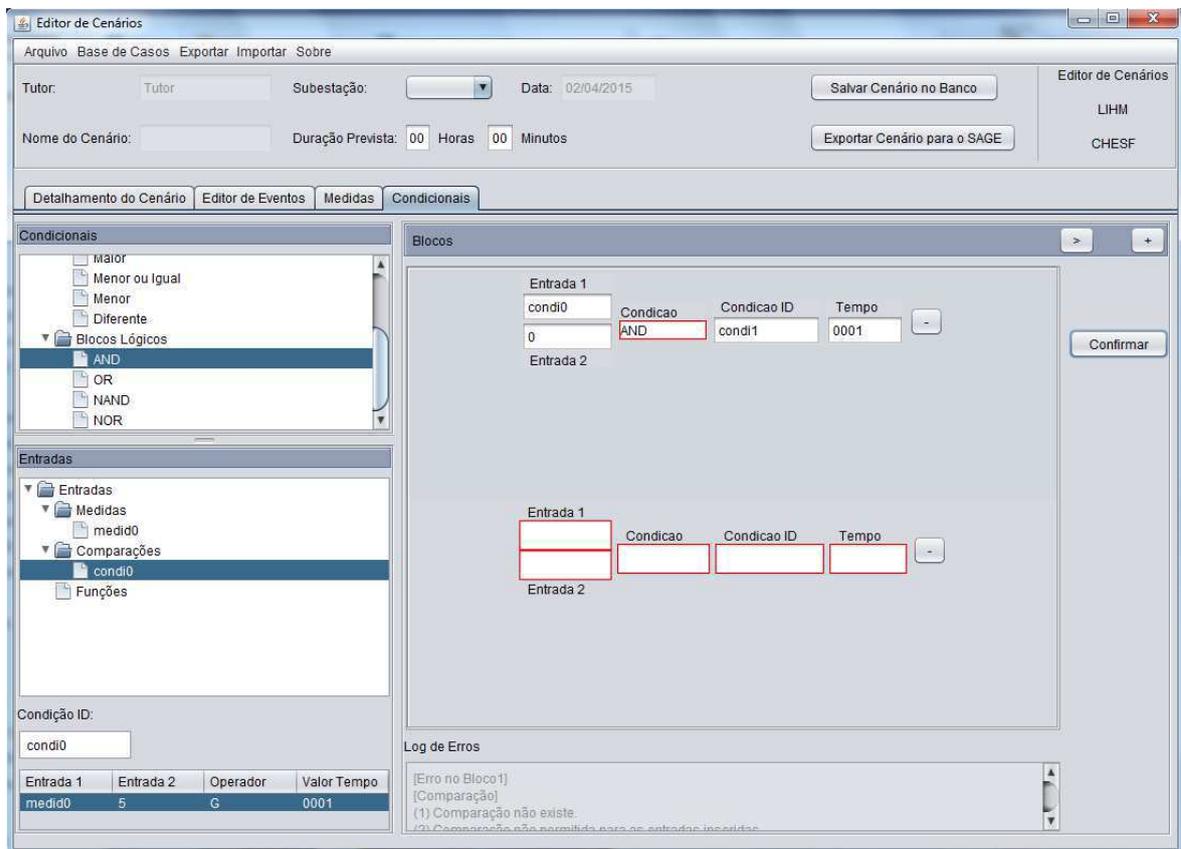


Figura 29 – Tela da situação proibida do processo de criação do evento condicional.

Uma das possíveis alternativas para solução do problema seria a construção dos cenários, particularmente os eventos, fundamentada na representação de blocos lógicos. A partir dessa ideia, no próximo capítulo são avaliados os pontos positivos e negativos em bibliotecas de softwares existentes no mercado, de modo a integrar características e validar a implementação, ou não, da nova interface no Gerador de cenários.

3 Outras Ferramentas Estudadas

Os softwares utilizados na comparação e no estudo da representação de blocos lógicos foram o Simulink e o RSLogix, por serem ferramentas gráficas que utilizam a representação de diagrama de blocos para construção de sistemas, ou seja, ferramentas com programação visual de eventos. Além disso, possuem grande reconhecimento no mercado devido sua qualidade e facilidade de uso.

3.1 Simulink

O Simulink, juntamente com o Matlab, foram desenvolvidos pela empresa privada americana especializada em softwares de computação matemática, The MathWorks, Inc., sendo uma ferramenta de modelagem, simulação e análise de sistemas dinâmicos. Sua interface primária é uma ferramenta de diagramação gráfica por blocos e bibliotecas customizáveis de blocos [7].

3.1.1 Utilização do Software

Ao iniciar o programa MATLAB, o usuário percebe a presença de um botão de acesso (com descrição abaixo) na barra que apresenta diversas funções, barra superior. Ele não se encontra de forma tão evidente para um usuário pouco experiente, entretanto, é apropriado para seu uso, já que nem todos, ou a minoria dos usuários, utilizam a ferramenta.

Para aqueles que conhecem minimamente o software, é intuitivo o atalho oferecido pelo sistema. Ao digitar a palavra “simulink” em sua tela de comando, o programa também é executado.

Após a abertura do programa, nota-se a presença de uma interface compacta com diversos elementos. Em um primeiro momento, o usuário pode achar a tela inicialmente aberta confusa e não conseguir definir sua importância. A janela em questão trata-se da tela que estão presentes todos os blocos lógicos e blocos com funcionalidades, como apresentado na Figura 30.

Com uma breve investigação, é possível notar a presença de outro pequeno botão no canto superior esquerdo, responsável pela abertura da área à qual será utilizada para a construção do projeto, ou seja, a “área de trabalho” em si. As dimensões desse novo ícone são satisfatórias, visto que sua posição é isolada dos demais botões e atalhos e, portanto, sua existência é evidente também para usuários inexperientes.

Essa nova janela de construção possui interface mais agradável que a anterior devido à presença de poucos elementos na área, e que, ao mesmo tempo, induz o usuário a percepção que esta é a tela onde serão utilizados os blocos lógicos e deve ser construído o circuito (Figura 31).

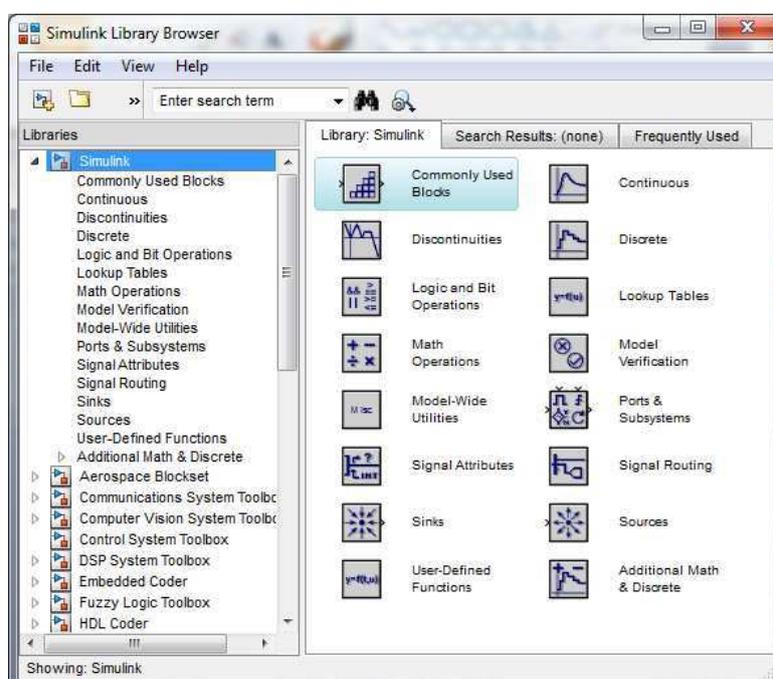


Figura 30 – Tela inicial do Simulink.

A utilização dos blocos é bastante intuitiva, basta arrastá-los e soltá-los na posição desejada. Ao clicar com o botão direito, o usuário percebe uma lista extensa de funções as quais podem ser realizadas com o bloco.

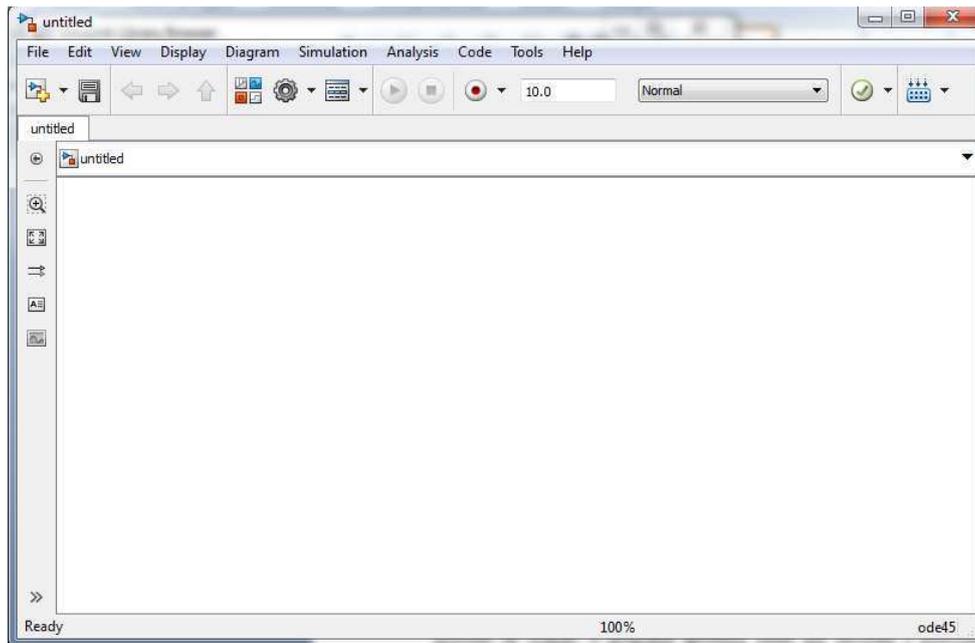


Figura 31 – Tela da área para construção dos sistemas.

Em relação às conexões, basta clicar no ponto de início e arrastar até o ponto de destino para que uma conexão seja efetuada. Além disso, para uma melhor organização, o software permite o deslocamento e ajuste das linhas que ligam os blocos. Durante o processo de criação, o programa apresenta linhas que facilitam o posicionamento dos elementos na área.

A inicialização é rápida e são necessários poucos passos desde a inicialização do programa e a possibilidade de implementação do projeto, tornando o uso do programa pouco desgastante.

De uma maneira geral, o programa é ótimo. Alguns pontos negativos foram percebidos, entre eles pode-se destacar a funcionalidade diferente do scroll do mouse, onde funciona apenas como zoom (não como barra de rolagem) e não foram encontradas opções para personalizar a função do dispositivo. Em segundo plano, o programa só permite que o usuário faça conexões arrastando, a opção de duplo clique seria interessante.

A independência das telas de blocos lógicos e da área de construção do sistema é interessante, mas não é essencial, pois, para a aplicação desejada, geralmente o usuário necessitará das duas ao mesmo tempo para a construção de eventos.

3.2 RSLogix

O RSLogix é uma família de pacotes de programação da lógica ladder, desenvolvida pela Siemens, que ajuda a maximizar o desempenho, poupar tempo de desenvolvimento do projeto e melhorar a produtividade. Esta família de produtos foi desenvolvida para funcionar com os sistemas operacionais Microsoft Windows. O RSLogix oferece principalmente programação CLP para construção de sistemas supervisórios [8].

3.2.1 Utilização do Software

Ao iniciar o programa, percebe-se que já existe um diagrama de circuito criado e pronto para o uso (Figura 32). A interface é bem simples, intuitiva e agradável. Rapidamente o usuário consegue perceber a lógica da organização do *software*.

Para a construção do projeto, existem duas opções que levam os elementos à área de trabalho. Como esperado, pode-se arrastar os blocos até o destino desejado, porém, o programa também permite, como opção adicional, clicar no bloco e em seguida clicar no local de interesse.

Em relação à conexão dos elementos na área, a ferramenta também disponibiliza duas formas de execução. Com um clique no ponto onde se deseja conectar, são apresentadas opções de variáveis possíveis para finalização da conexão. Além disso, a forma padrão também é aceita permitindo que o usuário clique e arraste do início ao destino final.

A organização das funções/blocos lógicos e dos diagramas existentes (localizados no canto direito inferior e superior, respectivamente), em um primeiro momento, é interessante, pois amplia a área de construção do usuário. Contudo, em algumas situações, quando existe certo nível de complexidade no número de diagramas existentes, o tamanho da área onde estão localizadas as “instruções” diminui drasticamente dificultando o uso por parte do usuário.

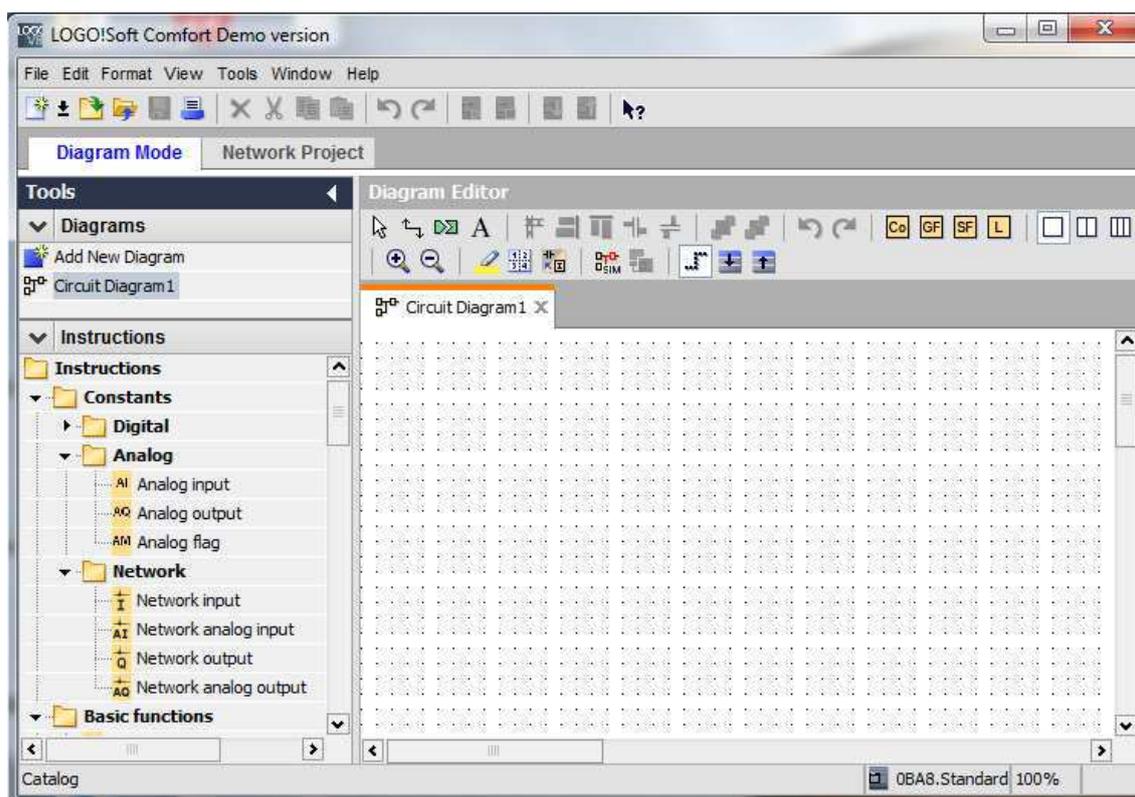


Figura 32 – Tela inicial do RSLogix.

Vale observar a presença de uma barra com atalhos na parte superior ao longo da janela que facilita a construção do diagrama, pois o número de instruções existentes no lado direito é extenso. Soma-se, um dos pontos muito interessante observado, a possibilidade de visualização de dois, ou até três diagramas simultaneamente, com apenas o clique de um botão localizado na barra de ferramentas.

3.3 Avaliação Crítica das Ferramentas

Como discutido, o roteiro de criação de eventos do Simulop mostrou-se confuso e cansativo para desenvolvimento das atividades. Alguns usuários consultados sobre o sistema informaram acerca das dificuldades encontradas, entre elas: dificuldade de reuso (construção de cenários similares), grande quantidade de janelas, alta necessidade de memorização, sequência lógica confusa e grande quantidade de tarefas para construção do cenário.

O projeto do gerador de cenários evolui nesse aspecto, devido ao agrupamento de informações, reduzindo a quantidade de janelas, a memorização e as etapas na construção do cenário e conseqüentemente a sobrecarga do usuário. Por outro lado, em virtude da complexidade da atividade, principalmente a criação de eventos condicionais, a interface atual ainda não é adequada.

As ferramentas Simulink, o RSLogix ambas com grau de complexidade equivalente ao Gerador de Cenários, oferecem a possibilidade de atalhos e opções para realização de diversas atividades que se mostram mais interessante para a edição de cenários.

A comparação com estas ferramentas de projeto na concepção da nova interface resultou da aplicação do método MCIE ao projeto. Este método será detalhado no próximo capítulo.

4 Projeto da IHM do Gerador de Cenários

A criação de cenários é uma das tarefas mais complexas no desenvolvimento de um treinamento utilizando o ambiente real de trabalho dos operadores da CHESF e o conhecimento do sistema, em relação a proteções e particularidades das subestações é de extrema importância em todos os passos desse processo.

A tarefa de concepção de cenários inicia-se com a definição dos objetivos de treinamento, especificando-se as habilidades a serem treinadas, seguindo então para a elaboração de um caso que permita aos operadores colocarem em práticas essas habilidades, como: conhecimento do normativo, comunicação, conhecimento da subestação e tomada de decisão.

Definido o caso, o tutor deve montar o cenário de treinamento, para ser carregado no simulador, com a ajuda de um operador experiente ou responsável pela subestação, esse cenário é montado com a utilização do Gerador de Cenários. Considerando-se que cada evento faz referência a apenas um equipamento do sistema ou ponto de medida de grandeza por vez, a criação do cenário pode demandar muito tempo dependendo do tamanho da subestação e das ações desejadas.

Devido à demanda de treinamento de operadores nas subestações elétricas da CHESF, resultado de expansões, contratação de novos operadores e a procura por manter o padrão de qualidade do serviço, a quantidade e complexidade dos cenários de treinamentos aumenta de forma proporcional, expondo a necessidade de ações para otimizar essa atividade.

A principal tarefa na criação de cenários consiste na criação de eventos, sejam eles temporais ou condicionais. Desse modo, como dito anteriormente, faz-se necessário o projeto e desenvolvimento de uma interface que seja mais ergonômica.

A construção da nova interface para criação de eventos do Gerador de Cenários é apoiado pelo MCIE [9]. O MCIE ou método para concepção de interfaces ergonômicas consiste no desenvolvimento de um projeto baseado em uma sequência lógica predefinida, ou seja, representa um roteiro de criação que dita as sequências de atividades as quais devem ser realizada para construção de interfaces ergonômicas.

Para isso, o método aborda tanto o nível conceitual (a identificação das funções necessárias, o seqüenciamento destas funções e a definição do fluxo da interação), quanto o nível perceptivo (projeto da representação visual para o usuário). Sua principal característica está relacionada com o ciclo de concepção centrado na avaliação, de forma que os resultados de cada etapa são avaliados antes de se prosseguir para a próxima [10].

O processo característico do método está subdividido de acordo com as etapas listadas abaixo:

- Levantamento das necessidades e estabelecimento de objetivos do cliente;
- Levantamento dos perfis dos usuários;
- Análise e modelagem da tarefa;
- Construção do modelo da interação;
- Projeto visual;
- Avaliação do projeto.
- Monitoração do uso e realização de atualizações.

O presente trabalho mostra o estudo, desenvolvimento e validação do projeto baseado nos passos anteriormente mencionados.

4.1 Necessidades e Objetivos do Cliente

Mantendo o caráter de metodologia voltada ao usuário do MCIE, houve diversas discussões com um engenheiro da CHESF e tutor de treinamentos, que utiliza o simulador OTS, em relação à utilização da ferramenta de Geração de Cenários, além de treinamentos para utilização dessa ferramenta. Assim, os objetivos esperados para atingir uma boa qualidade são:

- Redução do tempo gasto na criação de cenários, permitindo ao tutor dedicar mais tempo na elaboração do treinamento e criação de outros cenários;
- Redução do tempo de aprendizado da ferramenta, otimizando o tempo de qualificação de tutores;
- Auxílio na elaboração de cenários e elaboração de relatórios;
- Melhoria na estrutura das telas, reorganizando as informações e facilitando o sequenciamento das ações;
- Facilidade na reutilização de cenários de treinamento;
- Facilidade na busca de cenários e obtenção de informações referentes aos cenários.

4.2 Perfil do Usuário

O perfil do usuário refere-se às características do usuário, escolhidas pelo projetista, de acordo com a relevância, para um projeto em particular, apoiado em dados coletados e analisados. Entre eles: fatos baseados no conhecimento científico, opinião do usuário e dados medidos ou observados. A coleta dos dados pode ser feita por observação, em entrevistas ou preenchimento de questionários pelos usuários.

As principais características geralmente analisadas incluem:

- Idade, sexo, motivações, objetivos, personalidade;
- Frequência de utilização: ocasional / regular;
- Experiência com o sistema: nível de treinamento;
- Conhecimento conceitual: método, tarefa, computadores;
- Estilo cognitivo: curiosidade, persistência;
- Habilidades motoras: velocidade, precisão;
- Habilidades de percepção: visual, auditiva;

Um formulário disponibilizado pelo LIHM (Laboratório de Interface Homem-Máquina) foi utilizado para o levantamento do perfil do usuário (FLPU) e as informações necessárias para seu preenchimento foram concedidas por um engenheiro da CHESF. O formulário preenchido encontra-se no anexo A.

De maneira geral, o usuário do Gerador de Cenários do LIHM deve ter capacitação para trabalhar com sistemas elétricos de potência devido a exigência no conhecimento de subestações elétricas para a elaboração dos treinamento como um todo, contudo, relativamente à criação de cenários e utilização da ferramenta proposta, o conhecimento em sistemas computacionais é suficiente para o início do aprendizado.

Ainda assim, a capacidade de inovação é interessante para a criação de eventos e cenários distintos e que representem bem a realidade, mesmo com algumas limitações impostas pelo simulador.

4.3 Inspeção de Usabilidade de Produtos Similares

A inspeção de usabilidade de produtos similares representa a análise dos pontos fortes e fracos presentes em produtos com características semelhantes facilitando o levantamento de requisitos para o produto, além de conferir vantagem competitiva. Estes critérios podem ser examinados a partir de uma lista de verificação na qual são incluídos aqueles mais relevantes para o contexto de projeto, ou na forma de um questionário a ser respondido pelo avaliador [11].

A maioria dos critérios ergonômicos está listada abaixo:

- Terminologia utilizada;
- Número de operações por tarefa;
- Realimentação informativa: apropriada / precária;
- Sequência de apresentação da informação;
- Tempo de resposta do sistema;
- Acomodação de usuários com diferentes níveis de experiência;
- Possibilidade de utilização de atalhos;
- Carga de memorização;
- Utilidade das mensagens de erro para correção;
- Documentação disponível;
- Nível de atratividade da informação;
- Oferta de recursos para personalização;
- Nível de compatibilidade de recursos;
- Nível de complexidade da interação;
- Qualidade da interface;
- Clareza na estrutura da informação;
- Adequação do conteúdo da informação;
- Clareza e facilidade na navegação;
- Adequação da orientação ao perfil do usuário;
- Legibilidade da informação;
- Entre outros.

Como dito anteriormente, decidiu-se utilizar as quatro ferramentas descritas: Simulop, Gerador de Cenários, Simulink e RsLogix para inspeção de usabilidade. Os

formulários preenchidos encontram-se no anexo B e também foram disponibilizados pelo LIHM. Após a análise dos formulários em anexo pode-se construir a tabela referente aos aspectos avaliados, encontrada na Tabela 5.

ASPECTOS AVALIADOS	Simulop	Gerador de Cenários	Simulink	RSLogic
Identidade Visual	Sim	Não	Sim	Sim
Personalização	Não	Não	Não	Não
Atratividade	Não	Limitada	Sim	Limitada
Compatibilidade	Sim*	Não**	Sim ***	Não
Rapidez	Sim	Não	Sim	Sim
Estrut. complexa	Sim	Limitada	Não	Não
Interface adequada	Não	Não	Sim	Sim
Clareza na Estrutura	Não	Sim	Sim	Sim
Conteúdo adequado	Sim	Sim	Sim	Sim
Clareza na Navegação	Não	Limitada	Sim	Sim
Orientação	Não	Não	Limitada****	Não
Legibilidade	Sim	Não	Sim	Limitada
Profundidade dos níveis da tarefa	Sim	Limitada	Não	Não

Tabela 4 – Aspectos avaliados para produtos similares.

Observações: * Compatibilidade com o SAGE;

** Possui geração de arquivo para importação pelo SAGE;

*** Compatibilidade com o MATLAB;

**** Possui manual de ajuda completo e bem estruturado, entretanto, não se verificou orientação na própria interface.

Como se pode observar, os aspectos avaliados podem ser interpretados como um resumo que apresenta os pontos positivos e negativos de cada software. Eles possuem fundamental importância no desenvolvimento do projeto, pois, por meio deles é possível observar quais características devem ser integradas na interface em desenvolvimento e quais devem ser descartadas.

4.4 Modelo Analítico de Descrição da Tarefa (MAD)

Tarefa é a atividade que o usuário deve realizar durante a preparação, operação e manutenção de um sistema. Além disso, sabe-se que a tarefa pode ser descrita em termos de objetivos, procedimentos, regras de funcionamento e restrições, por exemplo.

O processo de análise e modelagem da tarefa possui o objetivo de determinar a natureza da tarefa, seu propósito, as partes que a compõem e a ordem na qual estas partes devem ser executadas. Ao analisá-la, o projetista deve ser capaz de levantar dados sobre os seguintes aspectos:

- Sequências necessárias e porque são necessárias;
- Papel do usuário no processo;
- Frequência de execução da tarefa;
- Grau de dificuldade para realizá-la (ponto de vista do usuário);
- E, criticalidade na execução da tarefa (gravidade da consequência dos erros).

Para o projeto da nova interface, foi preciso um estudo acerca do antigo diagrama do formalismo MAD (modelo analítico de descrição da tarefa) do Gerador de Cenários [12], presente no Anexo C.1. A partir desse diagrama, da sequência lógica de criação de eventos presente no manual do Simulop, e da atual ferramenta, verificou-se a necessidade de realizar modificações no diagrama. O software existente ao longo de seu desenvolvimento precisou ser modificado, entretanto, o diagrama MAD não foi atualizado.

Vale notar que as correções foram feitas a partir da sub tarefa T2.6.2, ou seja, a criação de eventos. Seu diagrama de formalismo MAD encontra-se no Anexo C.2.

4.5 Modelo de Interação

O modelo de interação é justamente o levantamento dos objetos e das ações envolvidos na realização da tarefa. Em outras palavras, é o mapeamento e a composição de uma lista em forma de tabela contendo todos os objetos e ações elementares (que não podem ser subdivididas) representados no modelo da tarefa.

Assim, é possível perceber que era necessário um estudo correspondente ao modelo de interação do Gerador de Cenários existente (Anexo D), construído com base no antigo diagrama MAD do sistema.

Analogamente, foi preciso realizar modificações, mapeadas do novo diagrama MAD criado. As informações foram colocadas nas Tabelas 6, 7 8 e 9.

Id da tarefa	Modelo da tarefa		Modelo de interação		
	Ação	Objeto	Ação	Id da tarefa	Ação
T2.6.2	Adicionar	Evento	Clicar	Botão	Adicionar
T2.6.2.1	Criar	Evento Temporal			Criar
T2.6.2.1.1	Determinar	Equipamento	Arrastar	Bloco "Equipamento"	Determinar
T2.6.2.1.1.1	Filtrar	Por ID	Digitar	ID no campo "ID"	Tela 3

Tabela 5 – Modelo de Interação.

T2.6.2.1.1.2	Filtrar	Por Subestação	Selecionar	Opção no campo “ <i>Subestação</i> ”	Tela 3
T2.6.2.1.1.3	Filtrar	Por Nível de Tensão	Selecionar	Opção no campo “ <i>Nível de Tensão</i> ”	Tela 3
T2.6.2.1.1.4	Filtrar	Por Tipo de Equipamento	Selecionar	Opção no campo “ <i>Tipo de Equipamento</i> ”	Tela 3
T2.6.2.1.1.5	Selecionar	Equipamento	Selecionar e ativar	Opção no campo “ <i>Equipamentos</i> ” e Botão “ <i>Confirmar</i> ”	Tela 3
T2.6.2.1.2	Determinar	Tempo	Arrastar	Bloco “ <i>Tempo</i> ”	Tela2
T2.6.2.1.2.1	Selecionar	Temporal Absoluto	Marcar	Opção “ <i>Tempo Absoluto</i> ”	Tela 4
T2.6.2.1.2.2	Selecionar	Temporal Relativo	Marcar	Opção “ <i>Tempo Relativo</i> ”	Tela 4
T2.6.2.1.2.3	Informar	Valor	Digitar	Número	Tela 4
T2.6.2.1.3	Determinar	Ação	Arrastar	Bloco do Tipo de Ação	Tela2

Tabela 6 – Continuação – Modelo de Interação.

T2.6.2.2	Criar	Evento Condicional			
T2.6.2.2.1	=T2.6.2.1.1				Tela 3
T2.6.2.2.2	Determinar	Condição Lógica			
T2.6.2.2.2.1	Criar	Operações	Arrastar	Bloco de Operação	Tela 2
T2.6.2.2.2.1.1	Informar	Número de Entradas	Digitar	Número	Tela 5
T2.6.2.2.2.1.2	Informar	Nome do Evento	Digitar	Nome	Tela 5
T2.6.2.2.2.1.3	Informar	Mensagem	Digitar	Mensagem	Tela 5
T2.6.2.2.2.2	Criar	Comparações	Arrastar	Bloco de Comparação	Tela 2
T2.6.2.2.2.1.1	= T2.6.2.2.2.1.1				Tela 6
T2.6.2.2.2.1.2	= T2.6.2.2.2.1.2				Tela 6
T2.6.2.2.2.1.3	= T2.6.2.2.2.1.3				Tela 6
T2.6.2.2.2.3	Criar	Blocos Lógicos	Arrastar	Bloco Lógico	Tela 2

Tabela 7 – Continuação – Modelo de Interação.

T2.6.2.2.2.3.1	= T2.6.2.2.2.1.1				Tela 7
T2.6.2.2.2.3.2	= T2.6.2.2.2.1.2				Tela 7
T2.6.2.2.2.3.3	= T2.6.2.2.2.1.3				Tela 7
T2.6.2.2.3	= T2.6.2.1.3				Tela 2
T2.6.2.2.4	Determinar	Entrada	Arrastar	Medida ou Constante	Tela 2
T2.6.2.2.4.1	Criar	Medida			Tela 1
T2.6.2.2.4.2	Criar	Constante			Tela 1

Tabela 8 – Continuação – Modelo de Interação.

4.6 Casos de Uso

Na notação UML, um caso de uso descreve um fluxo de eventos específicos que ocorre quando um ator (usuário, hardware, outro sistema, etc) se comunica com o sistema. O Caso de Uso deve representar uma tarefa específica que o ator ou sistema quer executar [9].

Cenário de interação representa um plano de realização de tarefa, ou seja, consiste na sequência de passos necessários à realização de uma tarefa com o propósito de resolver um problema. Assim, um cenário de interação pode ser representado como uma instância de um Caso de Uso, na forma de um caminho através do fluxo de eventos do Caso de Uso.

Os propósitos de introduzir Casos de Uso são:

- Capturar melhor o uso do sistema a ser desenvolvido;
- Incrementar o envolvimento e entendimento do desenvolvedor de forma a certificar-se que será construída a interface desejada.

No projeto, foram criados dois casos de uso, o primeiro representa o processo de criação de um evento temporal na nova interface. O segundo representa a criação de um evento condicional. Entretanto, esse último foi planejado de modo a representar uma situação de erro, ou seja, um caso de exceção. Para isso, utilizou-se a ferramenta Astah.

A Astah é uma ferramenta gráfica para desenvolvimentos de projetos na notação UML que incluem diagramas de classes, diagramas de sequência, casos de uso, diagramas de comunicação, entre outros. Os casos de uso utilizados no projeto estão representados a seguir nas Figuras 33 e 34.

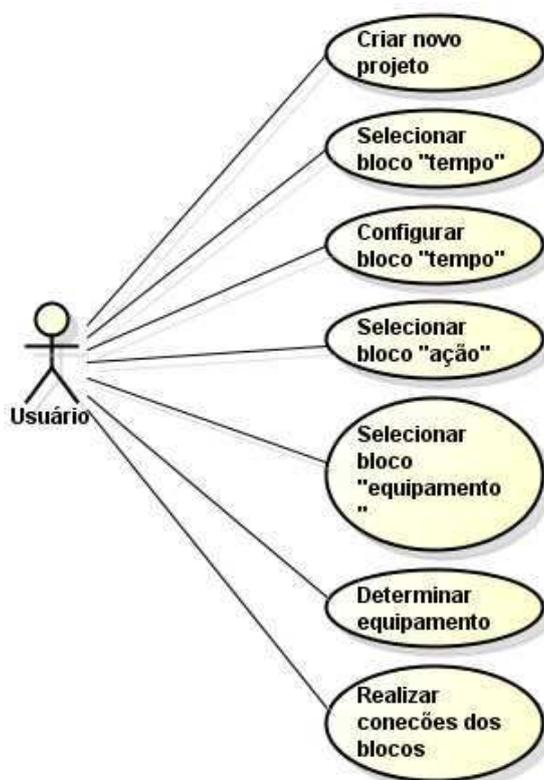


Figura 33 – Caso de Uso – Construção de um evento temporal.

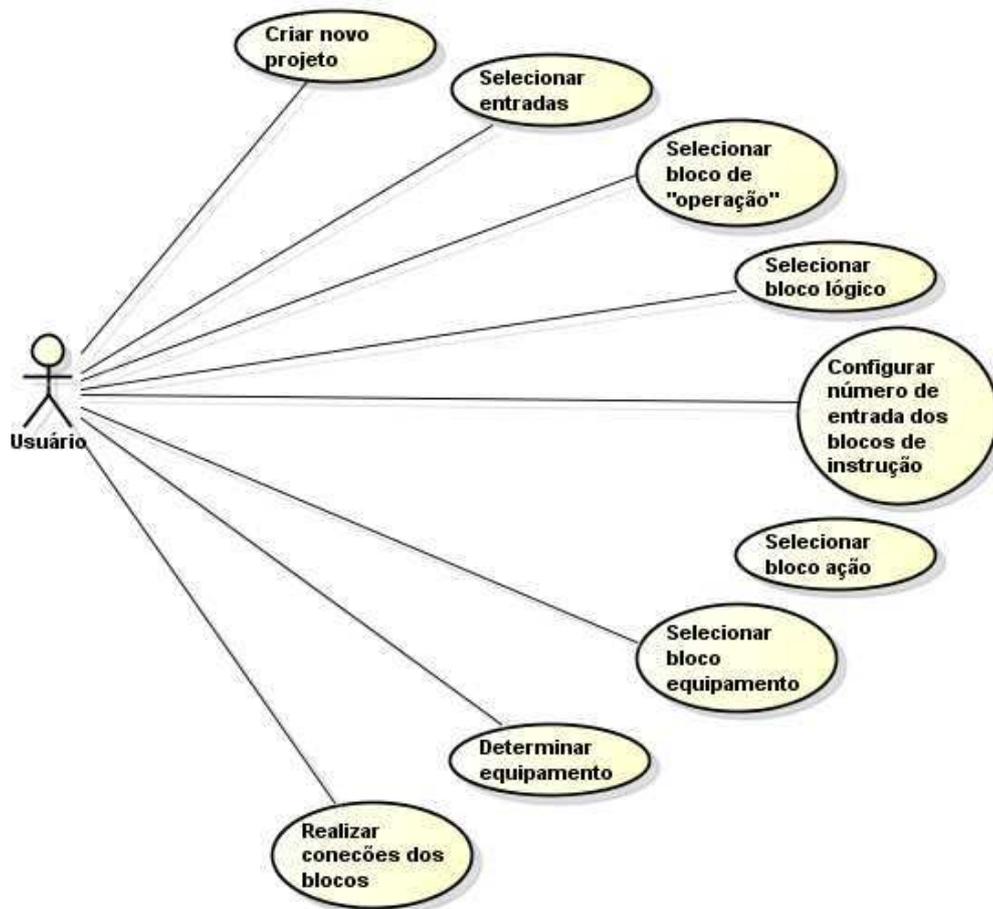


Figura 34 – Caso de exceção – Construção de um evento condicional.

4.7 Análises dos Resultados

A localização dos elementos na tela foi definida de tal maneira que permitisse ao usuário uma localização rápida mesmo em um primeiro momento (clareza na estrutura). A ideia das entradas e saídas (eventos) fixados a esquerda e direita, respectivamente, remete ao esquema da Figura 7, conseqüentemente é intuitiva a noção de que toda a área central da tela está alocada para a construção dos eventos utilizando funções, comparações e blocos lógicos.

Outros pontos como atratividade, legibilidade e profundidade dos níveis das tarefas foram extremamente prioritários na análise e construção da interface. Além disso,

como dito anteriormente, buscou-se a padronização das atividades na ferramenta. Agora, o processo de criação de eventos temporais e condicionais é similar.

No capítulo seguinte, será apresentado o roteiro de apresentação para validação do protótipo da interface. Esse teste constituiu uma apresentação em Power Point para um engenheiro da CHESF, onde toda a mecânica da interface foi abordada. O roteiro mostra a sequência e a forma da criação de um evento temporal e um evento condicional, ou seja, a aplicação dos casos de uso anteriormente abordados.

5 Teste de Usabilidade

Os resultados da avaliação devem gerar informações que permitam a identificação e localização de problemas e sirvam de referência no desenvolvimento de soluções para estes problemas. Geralmente, utiliza-se uma série de questões a fim de perceber e encontrar tais problemas, entre eles:

- A interface é ou não utilizável?
- Por que algumas das opções de navegação não estão sendo utilizadas?
- Quais são as dificuldades encontradas pelos usuários?
- O desempenho do usuário corresponde à sua opinião sobre o usuário?
- A apresentação das informações para o usuário pode ser melhorada?
- A interface permite ao usuário realizar sua tarefa corretamente?

Após o estudo, planejamento e construção de um protótipo da nova interface do Gerador de Cenários, ocorreu um processo de validação conceitual do projeto. Como já enfatizado, esse processo consistiu em uma apresentação de um roteiro de criação de eventos temporais e condicionais para um engenheiro da CHESF. O roteiro, detalhado adiante, permitiu que o usuário pudesse ter uma noção do princípio de funcionamento da nova interface associada à ferramenta, além de sanar possíveis dúvidas. Ao final, o usuário listou alguns problemas e sugestões do protótipo que foram introduzidos no projeto, outros foram discutidos e melhor pensados e, assim, sugeridas algumas alternativas pelo projetista.

5.1 Roteiro de Criação de Eventos

Ao abrir a área de construção de cenários, o usuário encontrará a seguinte janela, correspondente a tela inicial (Figura 35). Nesse momento, é possível observar que suas funcionalidades estão bloqueadas. Entretanto, ao mesmo tempo, já permite a localização do usuário na tela.

À esquerda, encontram-se as entradas (medidas, constantes e eventos) que podem ser utilizadas ou não na construção de novos eventos, vale ressaltar que nesse momento

essas entradas já deveriam ter sido criadas em outra tela (possível na interface atual do Gerador de Cenários).

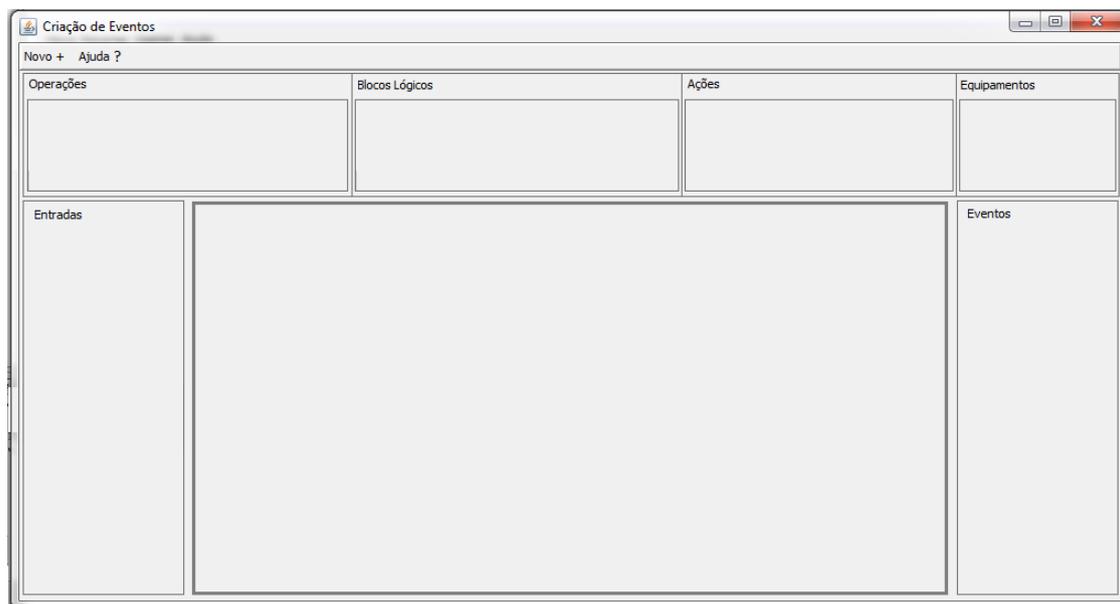


Figura 35 – Tela inicial da nova interface do Gerador de Cenários.

Do lado direito, nota-se a presença dos eventos já criados; e por fim, na parte superior, estão localizados as possíveis operações, blocos lógicos, ações e equipamentos que poderão compor o evento.

Ao clicar no botão novo, o usuário terá acesso a todas as funcionalidades. A área em branco na tela representa a área de trabalho, ou seja, o local reservado a construção dos eventos. O botão salvar, ao lado, representa a ação de salvamento de todo o grupo de eventos se o usuário julgar necessário. A tela inicial, após habilitada encontra-se na Figura 36.

Tentou-se criar uma interface ergonômica para o usuário de modo a facilitar sua atividade. A utilização dos blocos pode ser feita de duas maneiras:

- Clicar no bloco de interesse, segurar e soltar (arrastar) no local de destino dentro da área de trabalho;
- Clicar primeiramente no bloco de interesse e um segundo clique no local de destino dentro da área de trabalho.

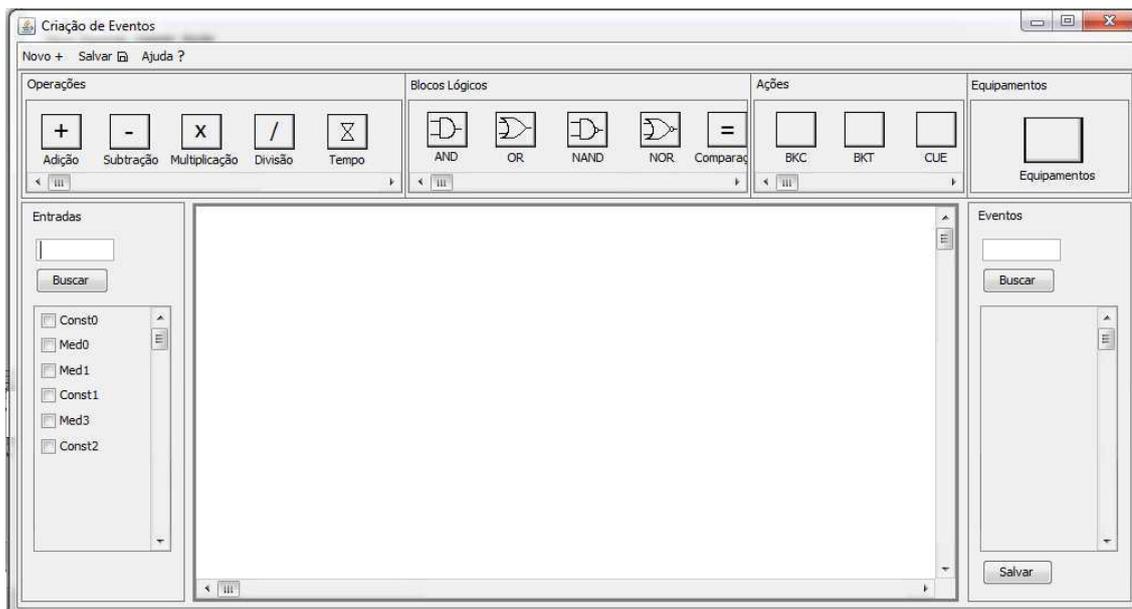


Figura 36 – Tela inicial habilitada da nova interface do Gerador de Cenários.

Pode-se observar que os blocos que serão utilizados possuem uma pequena marcação em um de seus lados a qual indica o sentido de conexão com outros blocos.

Para configurar o bloco de interesse deve-se dar duplo clique e na sequência será uma aberta nova janela (Figura). As janelas correspondentes à maioria dos blocos possuem uma organização padrão básica que determina o número de entradas, as exceções são os blocos “tempo” e “equipamentos”.

Do mesmo modo, a conexão entre blocos também pode ser efetuada de duas maneiras:

- Clicar em um terminal de conexão, segurar e soltar (arrastar) no terminal de conexão de destino em outro bloco;
- Clicar primeiramente em um terminal de conexão e um segundo clique no terminal de conexão de destino em outro bloco.

Todos os eventos criados podem ser salvos individualmente, basta selecionar aqueles desejados e clicar no botão “salvar” no canto inferior direito da tela.

5.1.1 Construção de um Evento Temporal

Os eventos temporais podem ser basicamente interpretados como ações sobre determinados equipamentos, em um tempo especificado (evento temporal absoluto) ou após determinado período (evento temporal relativo). Da mesma maneira, tentou-se seguir a ideia apresentada para a criação dos eventos temporais na nova interface. Ou seja, o processo pode ser dividido em três etapas.

Inicialmente, deve-se arrastar o bloco “tempo”, localizado em “operações” (Figura 37).

Ao acessar as configurações do bloco, observe os tipos de eventos temporais possíveis, mencionados anteriormente (absoluto e relativo). Deve-se escolher a opção desejada e na sequência determinar o momento ou o período até a ativação da ação (Figura 38). Por fim, deve-se clicar no botão confirmar para que as informações possam ser salvas e utilizadas.

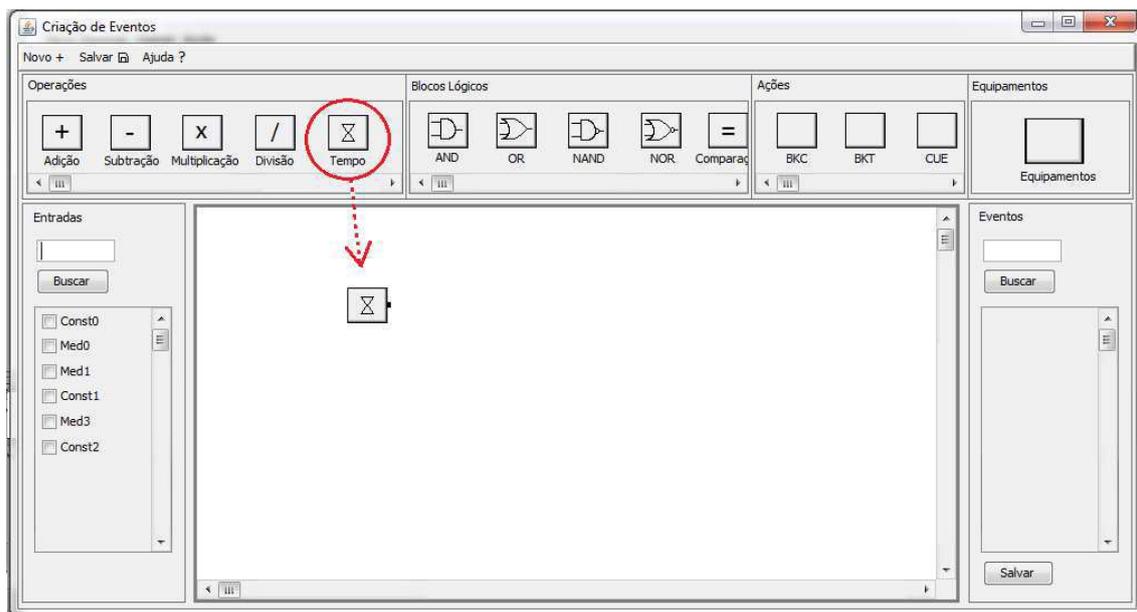


Figura 37 – Tela de utilização do bloco “Tempo”.

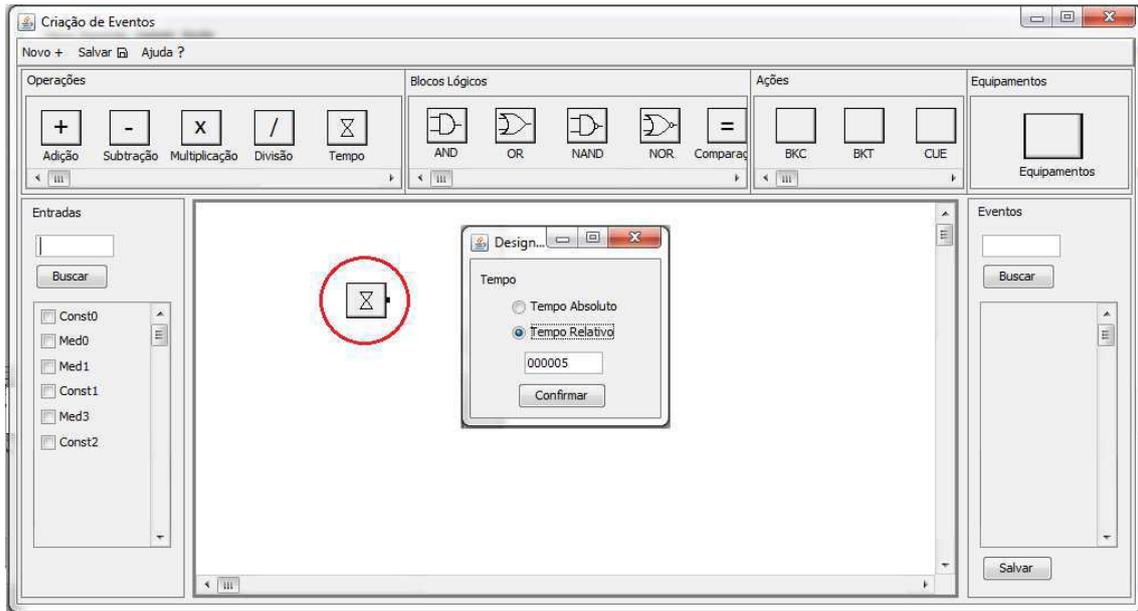


Figura 38 – Tela de configurações do bloco “Tempo”.

Em um segundo momento, deve-se selecionar o tipo de ação que deve ser utilizada no evento (Figura 39) e conectá-la ao bloco de tempo (Figura 40).

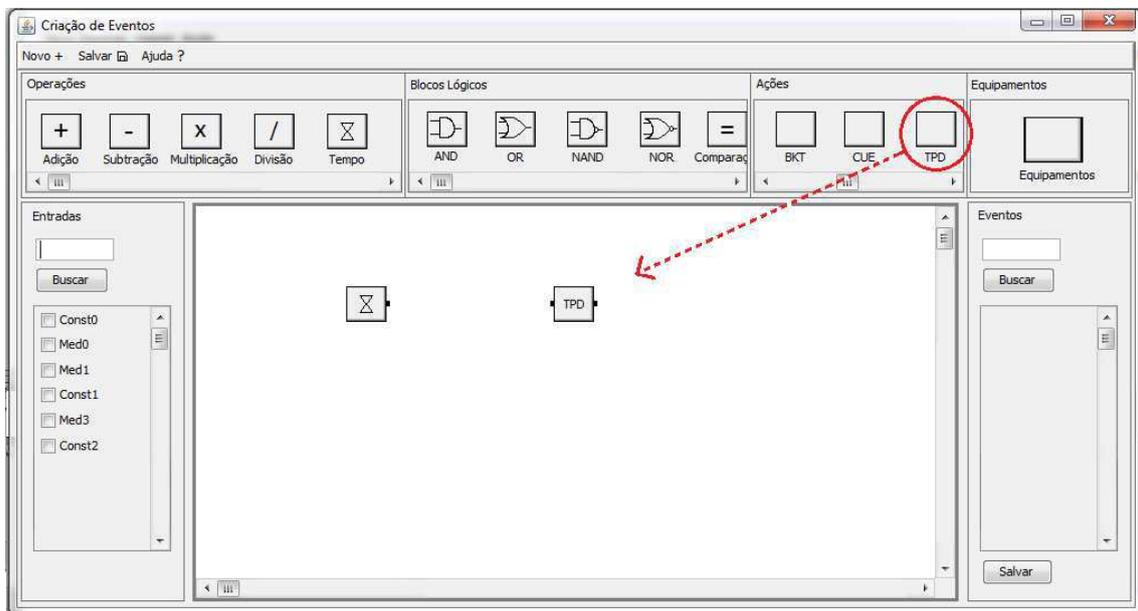


Figura 39 – Representação da utilização de um tipo de ação.

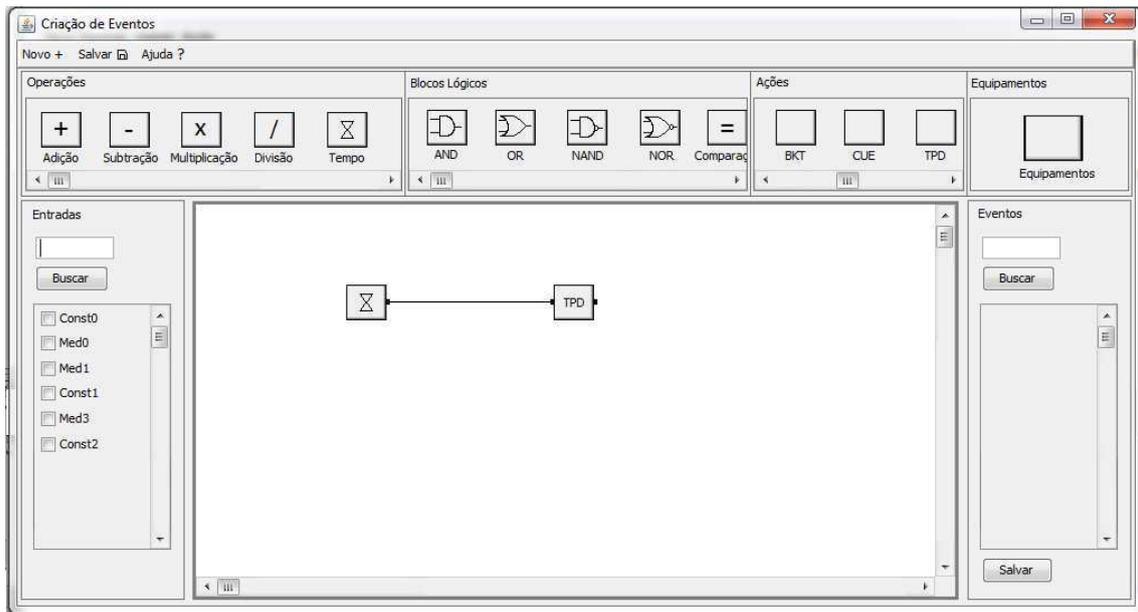


Figura 40 – Representação da conexão entre os blocos “Tempo” e “ação”.

Por fim, deve-se utilizar o bloco equipamentos para determinar sobre qual equipamento será atuada a ação anterior como mostra na Figura 41.

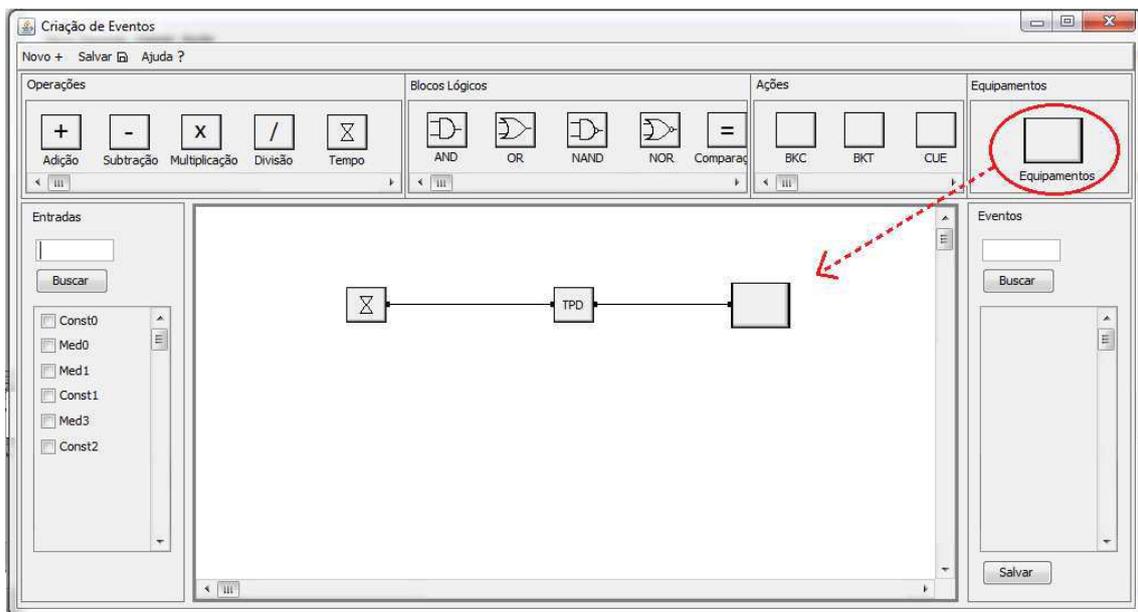


Figura 41 – Representação da utilização do bloco “Equipamentos”.

Ao clicar no bloco de equipamentos, abrirá uma nova janela que permite selecionar o equipamento desejado. Sua seleção pode ser feita por filtros similares à interface atual do Gerador de Cenários. As Figuras 42, 43 e 44 explicitam a situação.

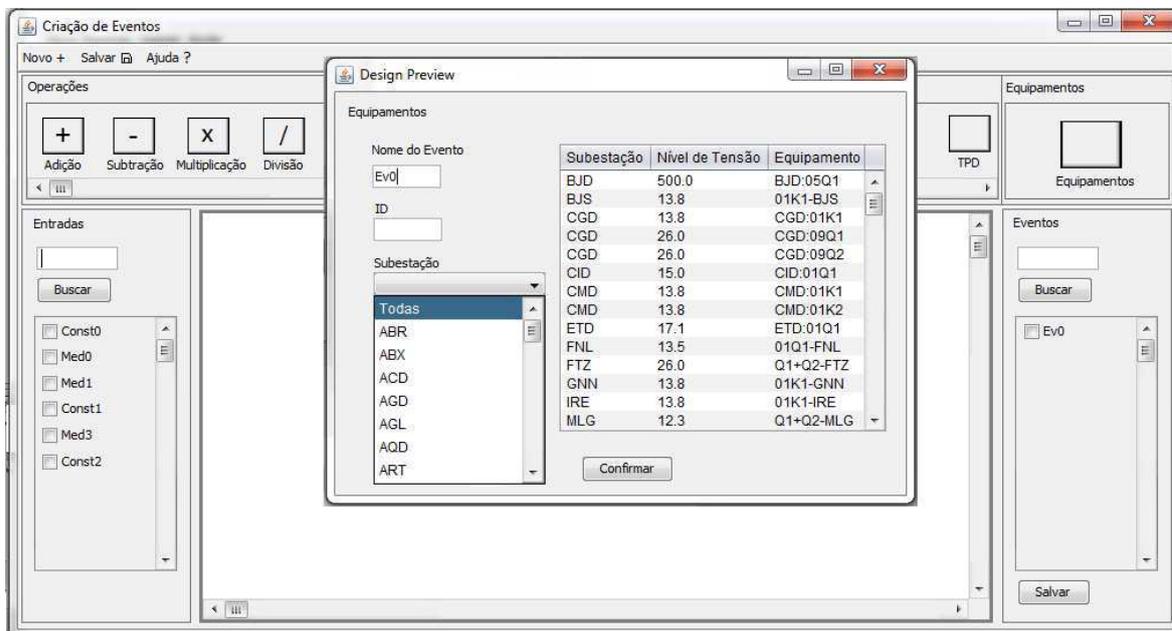


Figura 42 – Representação da seleção do equipamento - Subestação.

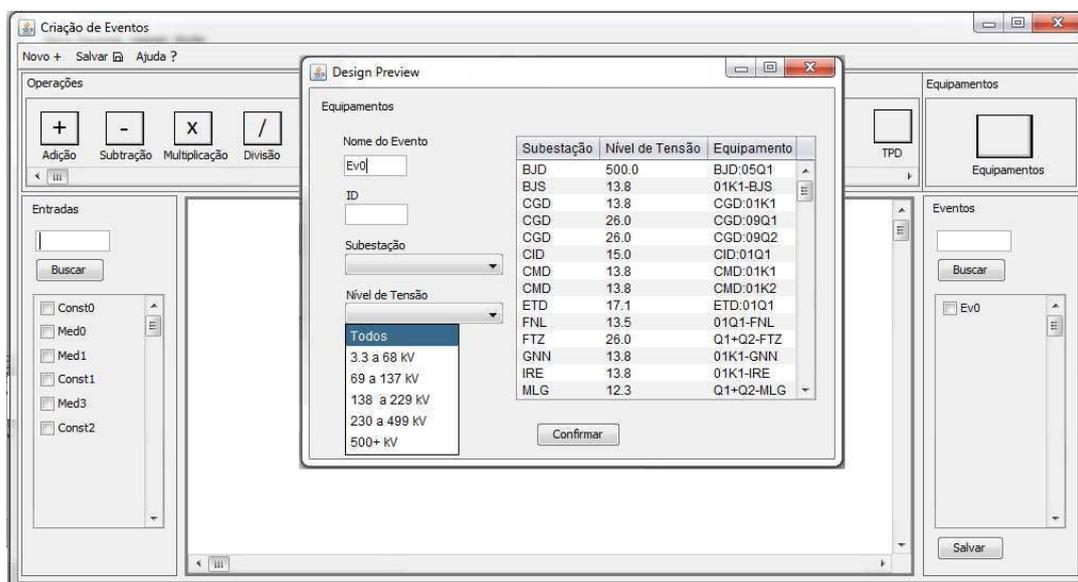


Figura 43 – Representação da seleção do equipamento – Nível de Tensão.

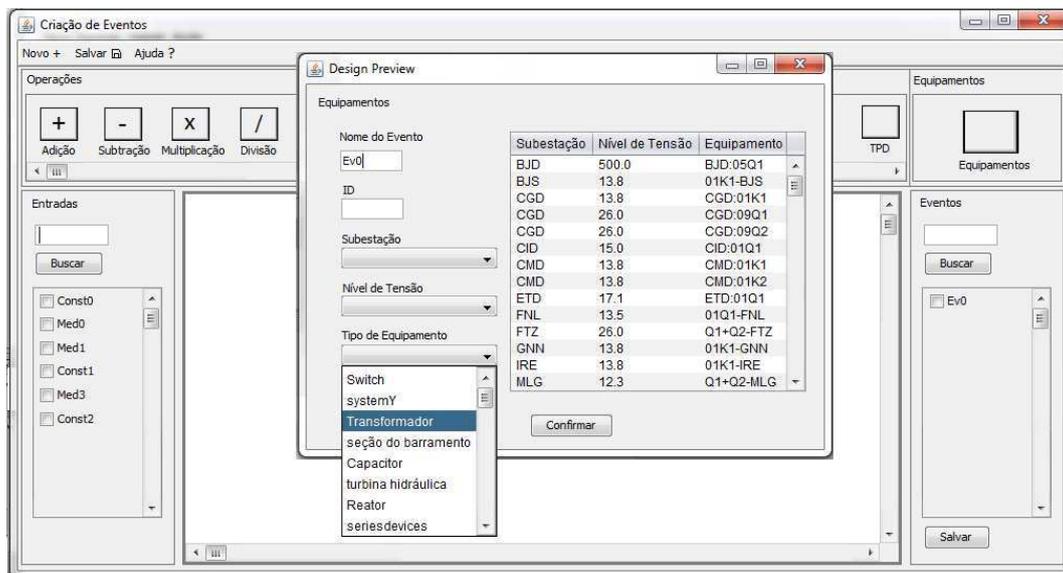


Figura 44 – Representação da seleção do equipamento – Tipo de Equipamento.

É possível também fazer a busca pelo campo “ID”, onde à medida que é digitado um equipamento, as opções possíveis são apresentadas. Caso o usuário tenha interesse, é permitido também nomear o evento na tela em que se encontra. Entretanto, se o usuário não fez a escolha do nome, o evento será nomeado automaticamente e pode ser alterado a qualquer instante, abrindo-se novamente a tela de configuração em questão.

Ao finalizar a seleção do equipamento, deve-se clicar em confirmar, assim, o evento temporal estará criado, seu nome estará presente na coluna “eventos” à direita e poderá servir como entrada para um novo evento (Figura 45).

Se o usuário clicar no bloco de equipamentos criado na área de trabalho, o programa selecionará a opção correspondente na coluna anteriormente referenciada, indicando o nome do evento e onde possivelmente está sendo utilizado.

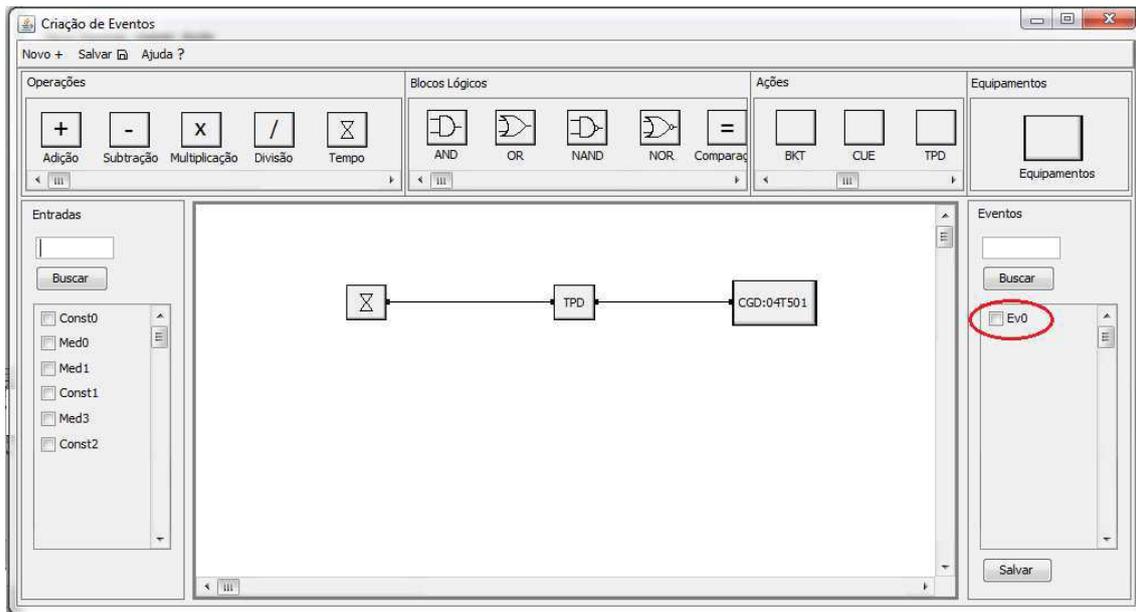


Figura 45 – Tela da criação do evento temporal na nova interface conduzida.

5.1.2 Construção de um Evento Condicional

O processo de criação de um evento condicional é similar à criação de eventos temporais na nova interface, entretanto, a lógica de funcionamento, como já apresentada, é diferente. Em primeiro lugar, agora existe a necessidade da utilização de duas ou mais entradas, que ao relacioná-las, constituirão um evento.

As entradas de interesse devem ser colocadas na área de trabalho e executa um processo similar ao de criação de eventos temporais. É permitido que o usuário arraste as entradas de interesse ou utilize o duplo clique (Figura 46).

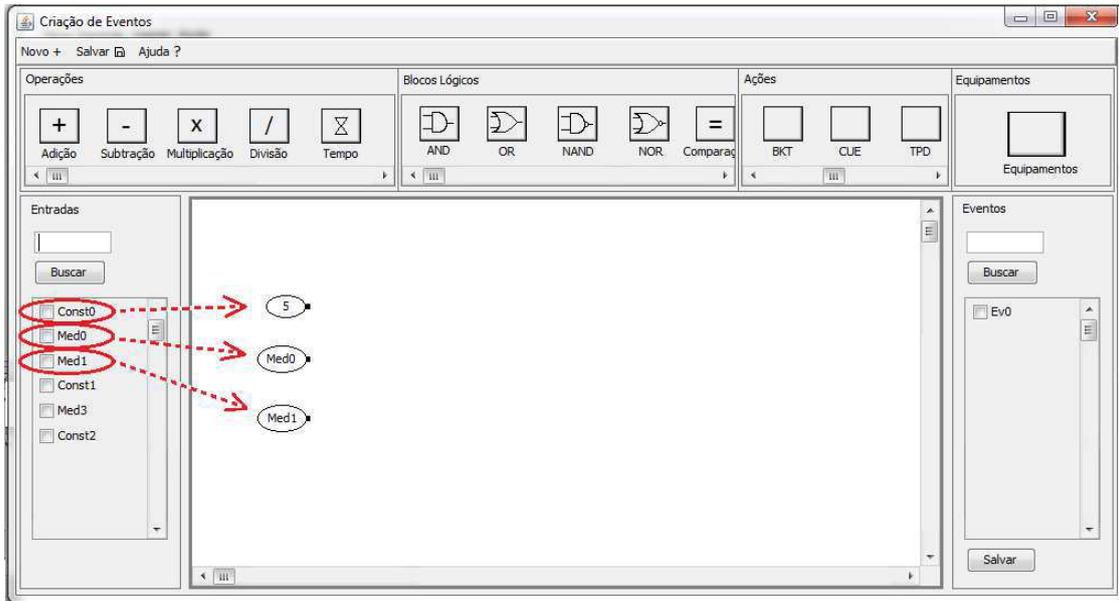


Figura 46 – Representação da utilização de medidas e constantes.

Devem-se seleccionar os blocos de instruções desejados como apresentado na Figura 47.

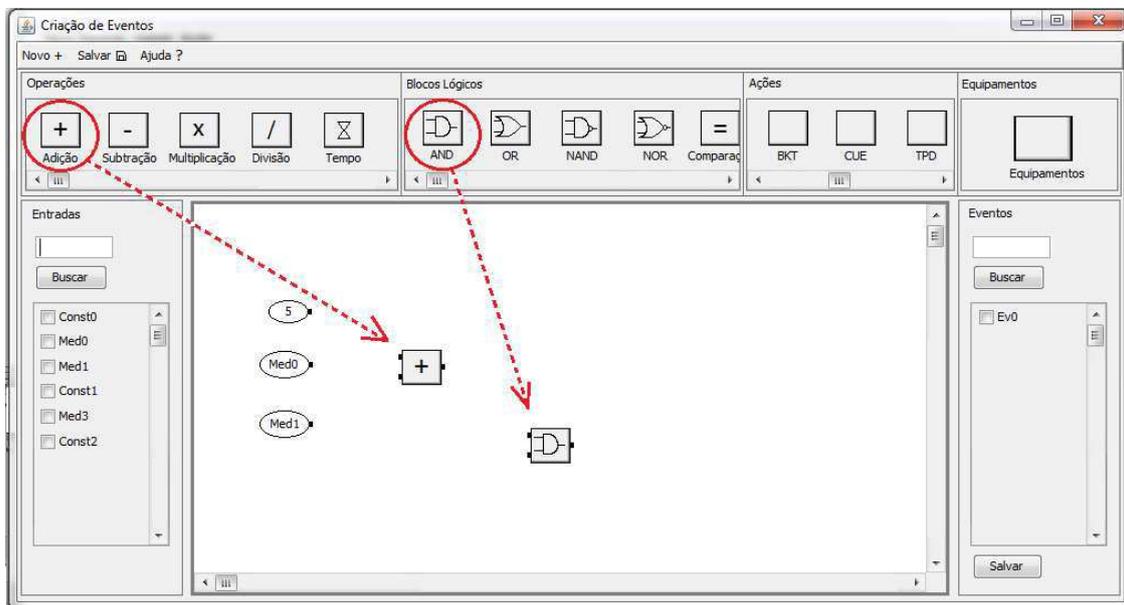


Figura 47 – Representação da utilização dos blocos de instruções.

Como enfatizado anteriormente, o uso de eventos também é possível como entradas para novos eventos (Figura 48).

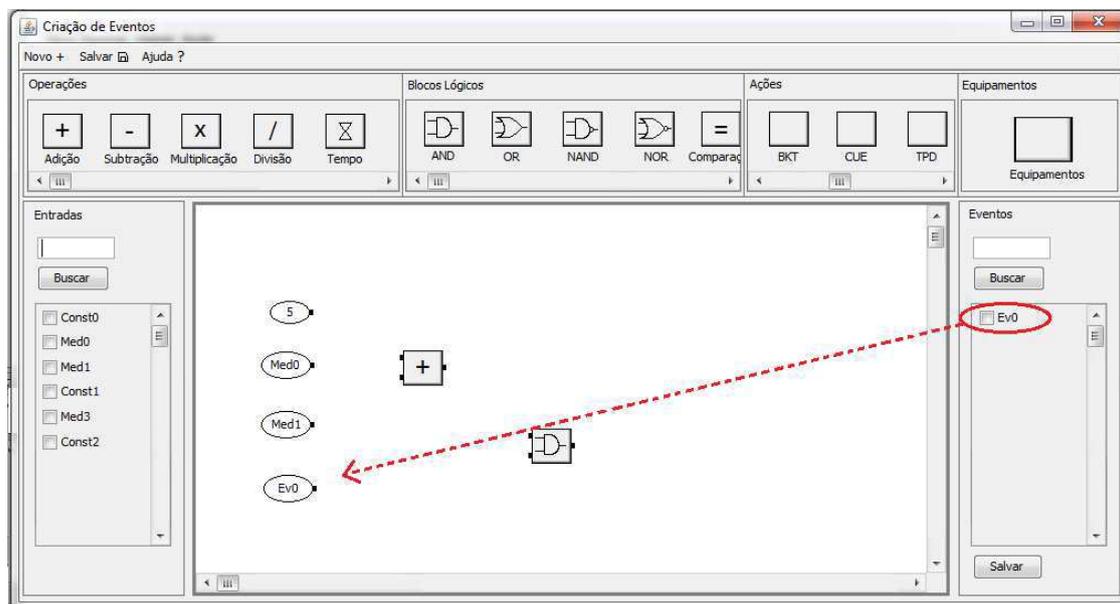


Figura 48 – Representação da utilização de eventos como entrada.

As configurações dos blocos “adição” e “AND” encontram-se abaixo e nelas é possível verificar que o usuário deve definir o número de entradas do bloco (Figura 49).

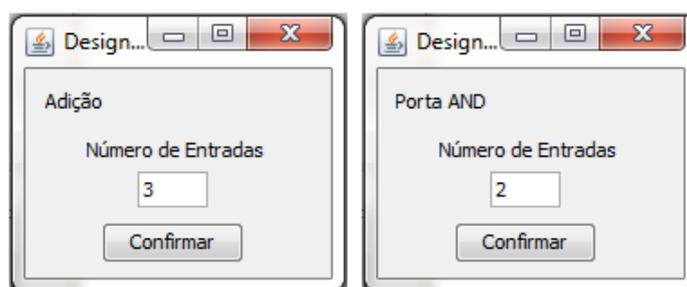


Figura 49 – Janelas de configurações das operações e blocos lógicos – Adição e porta AND.

Na Figura 50, pode-se verificar que a atualização do bloco ocorrerá após a confirmação no botão “confirmar” nas janelas previamente apresentadas

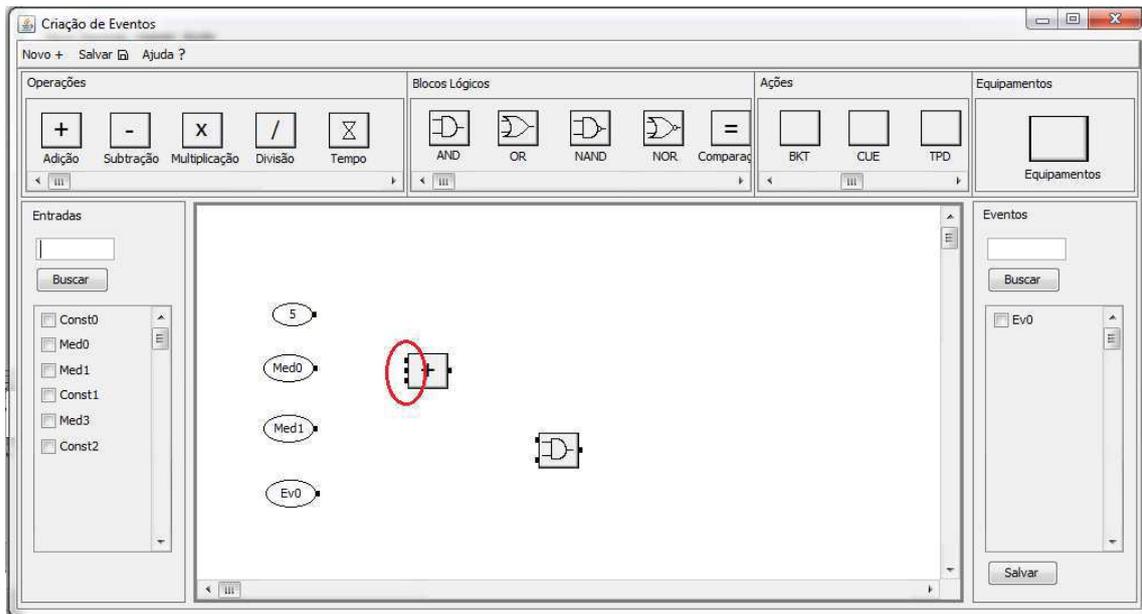


Figura 50 – Representação da atualização do número de entradas do bloco - Adição.

Após definido a relação entre as entradas, deve-se escolher qual ação será acionada e sobre qual equipamento deverá atuar (Figura 51). O processo mais detalhado pode ser verificado na criação dos eventos temporais.

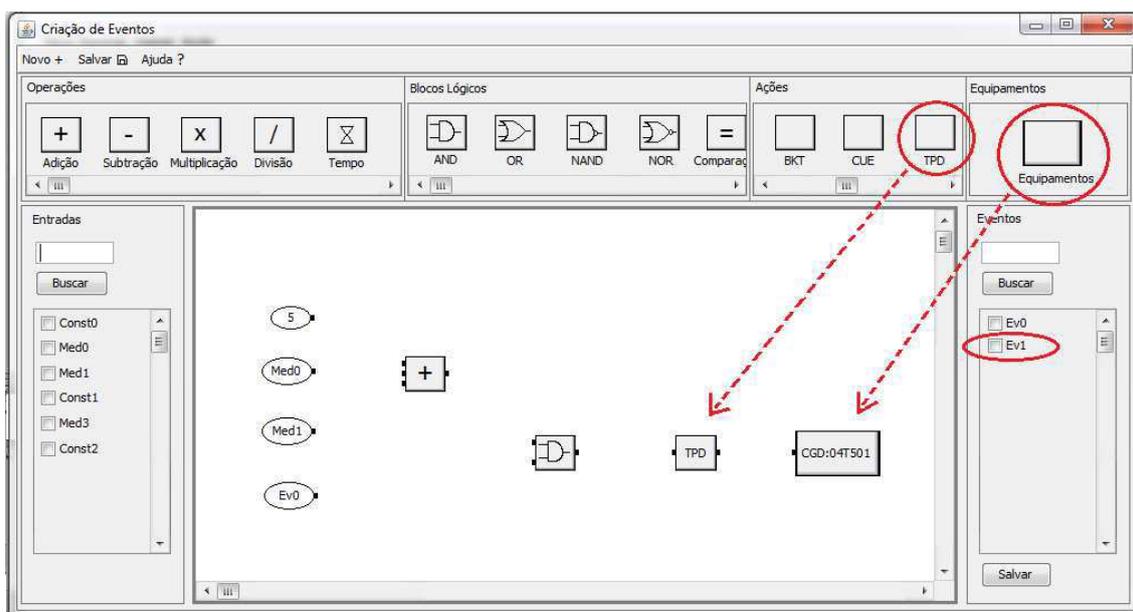


Figura 51 – Representação da utilização do tipo de ação e equipamento.

Por fim, podem ser feitas as devidas conexões e concluir a construção dos eventos condicionais (Figura 52).

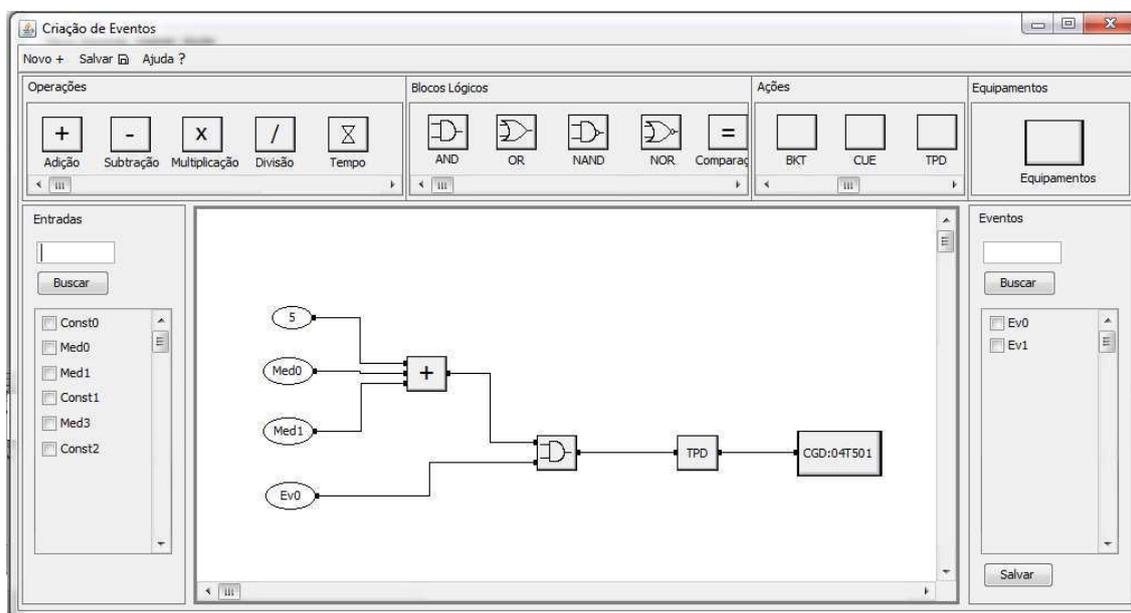


Figura 52 – Representação das conexões dos blocos.

Percebeu-se que o resultado do protótipo foi positivo, porém a ideia é tornar a IHM a melhor ergonomicamente falando possível, assim, as críticas foram inseridas no projeto e algumas alterações puderam ser feitas.

5.2 Críticas e Modificações Sugeridas

As alterações foram feitas após a validação conceitual do projeto. Algumas já eram previstas, outras foram sugestões que tinham o intuito de facilitar a usabilidade da ferramenta.

5.2.1 Instruções de Comparações

O primeiro problema, já previsto, está relacionado com as comparações. No protótipo apresentado, não foi inserido uma área específica para elas, pois a ideia inicial seria agrupar todas as possíveis instruções (operações, comparações e blocos lógicos) em

apenas uma área. Entretanto, não é interessante a organização da tela dessa maneira, porque nem todas as instruções possuem a mesma frequência de utilização, de acordo com o engenheiro presente, as operações existem, mas praticamente não são utilizadas, por exemplo (Figura 53).

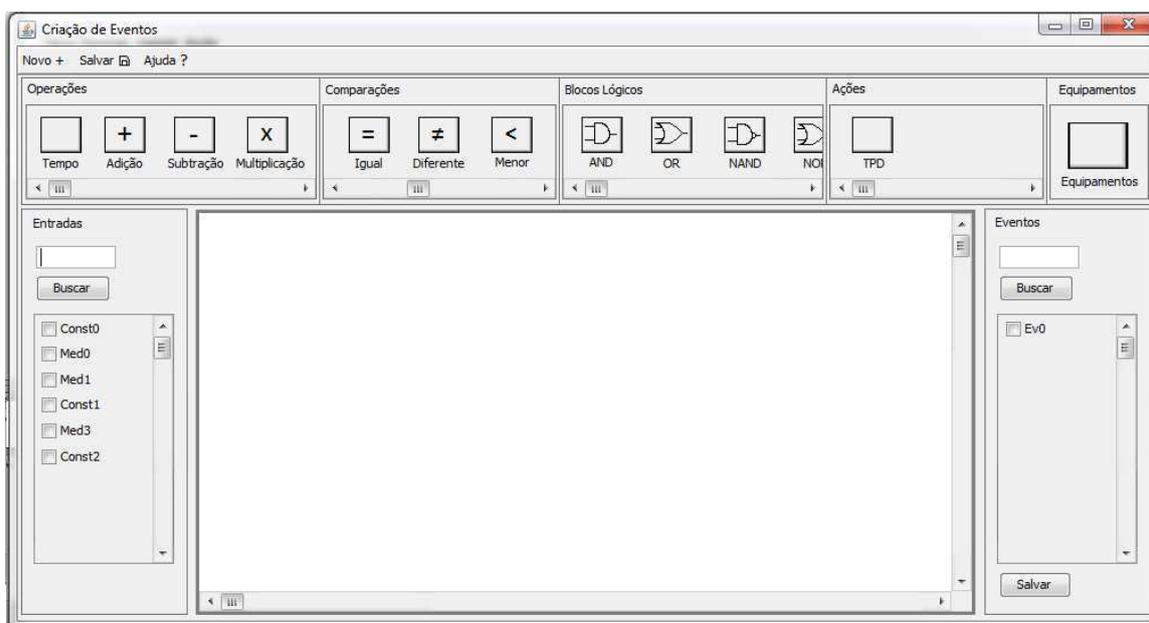


Figura 53 – Correção – Representação das “Comparações”.

5.2.2 Detalhes das Instruções

Esse ponto não foi observado na validação, a ideia seria encontrar uma alternativa prática de trabalhar com blocos que fossem utilizados com maior frequência. Alguns cenários necessitam de uma grande quantidade de blocos de instruções, entretanto, configurá-los todas às vezes pode se tornar uma tarefa cansativa, para isso, pensou-se em um atalho que parece interessante (Figura 54). Ao clicar no nome do tipo de instrução (“Operações”, “Comparações”, “Blocos Lógicos” ou até mesmo “Equipamentos”) o software oferece a possibilidade de escolha de um bloco com 2, 3 ou 4 entradas (blocos mais utilizados).

Observação: No caso dos equipamentos, a variação das opções não estaria relacionada com o número de entradas do bloco, mas sim o tipo de equipamento

desejado, além disso, ainda assim, seria necessário algum tipo de configuração para especificação do equipamento.

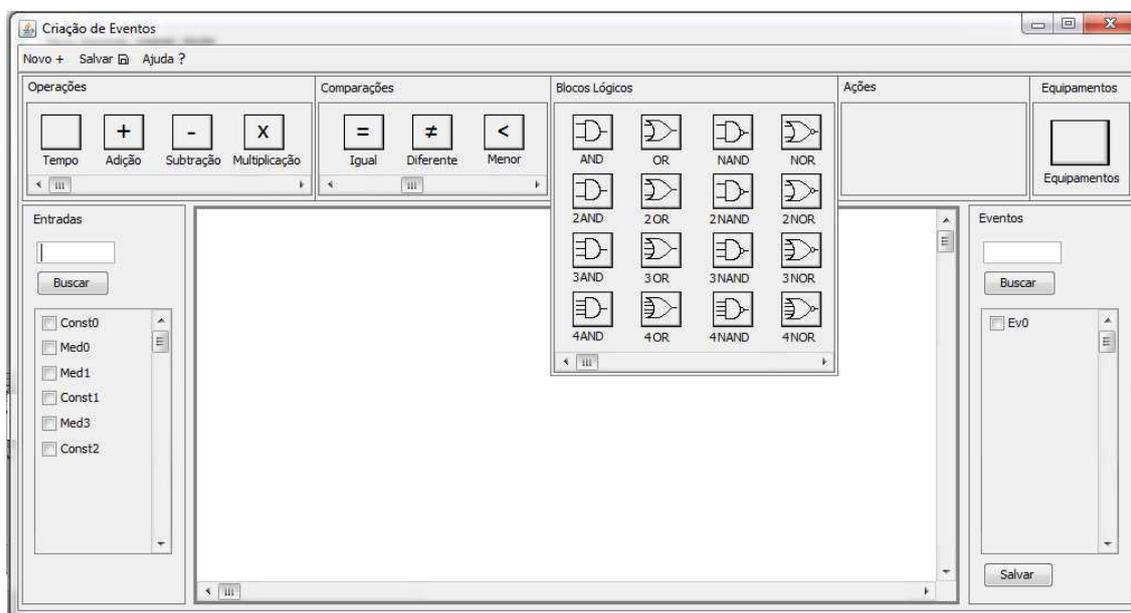


Figura 54 – Correção – Atalhos – Representação dos Blocos Lógicos.

5.2.3 Configurações e Filtros

As janelas de configurações dos blocos de instruções, assim como, a janela dos filtros de equipamentos deveriam conter o nome do evento e uma área destinada às mensagens (Figuras 55 e 56). O nome do evento também é importante nesses locais, pois de acordo com o Simulop, qualquer saída corresponde a um evento.

Por exemplo, a saída de uma porta lógica é considerada um evento; mesmo que não exista ação associada, sua saída poderá ser entrada de outro evento. Todas as saídas devem ser referenciadas, afim de não interferir na lógica de construção dos eventos do Simulop e também, dessa maneira, facilita a construção de eventos na ferramenta, pois não é necessário retornar diversas vezes para eventos passados e reconfigurar suas informações.

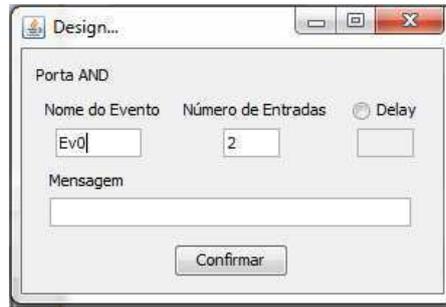


Figura 55 – Correção – Janela de configurações dos blocos – Porta AND.

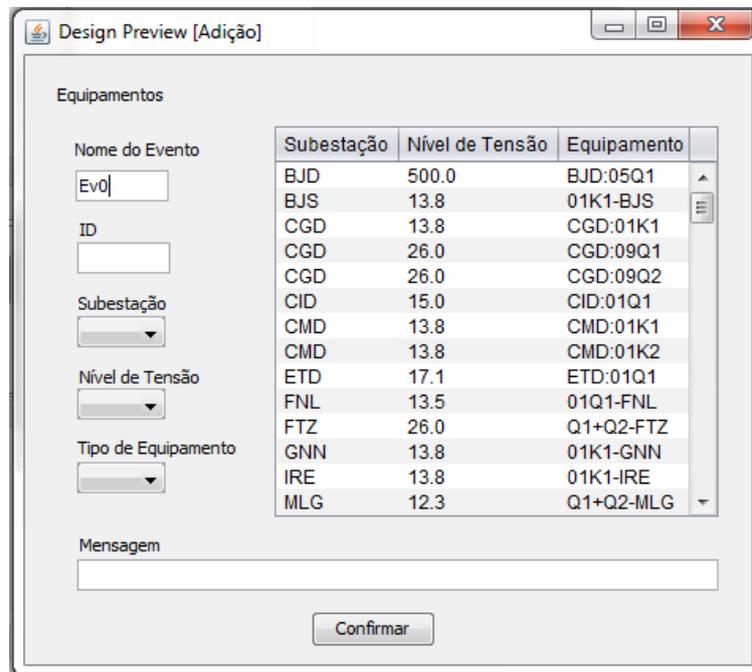


Figura 56 – Correção – Janela de configurações dos blocos – Porta AND.

5.2.4 Delay

O usuário no teste informou que todos os blocos deveriam ter uma opção de informação de *delay* associado. Não é comum, entretanto, a ferramenta deve possuir uma opção de ativação e o valor do *delay* quando necessário. Essa modificação já pode ser observada na Figura 55.

Como sugestão, foi informada que em alguns momentos essa atividade poderia se tornar cansativa. Era necessário possuir *delay*, todavia, seus valores não eram importantes, assim, foi inserido na interface um botão que atribui valores aleatórios a esses campos e ao tempo dos eventos temporais (Figura 57), encontrado no canto inferior esquerdo. Caso seja interesse do usuário atribuir valores aleatórios em apenas alguns eventos, deve-se selecionar os desejados na lista de eventos localizados à direita e na sequência clicar no botão.

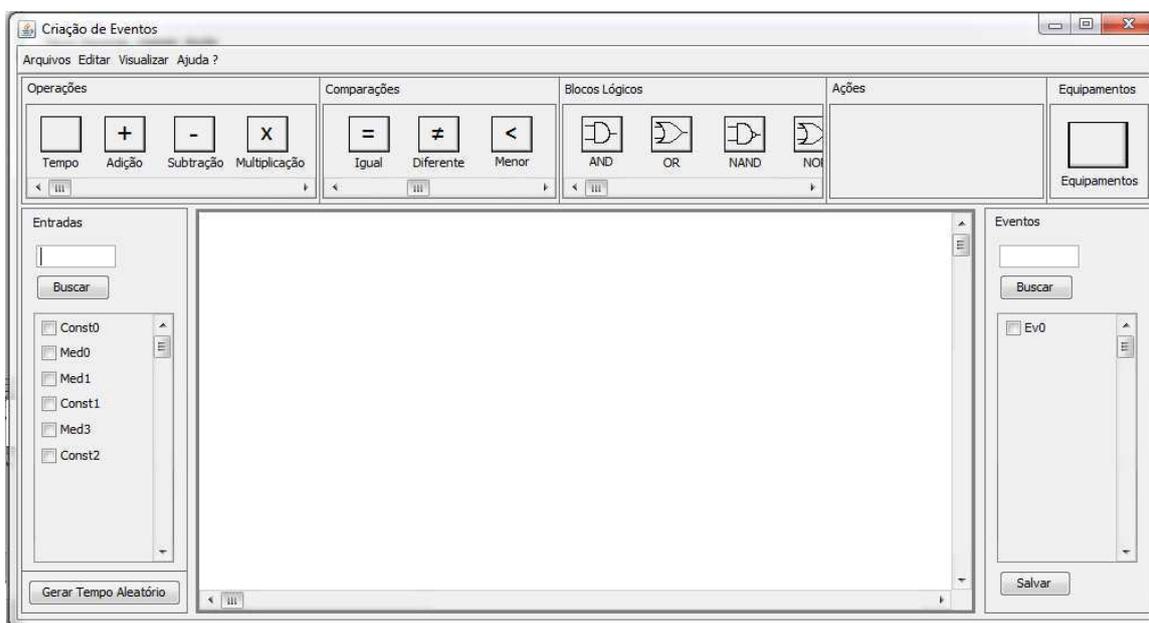


Figura 57 – Correção – Representação do botão de geração de tempo e *delay* aleatórios.

5.2.5 Eventos não permitidos

O exemplo apresentado no roteiro era hipotético e na realidade trata-se de um evento proibido. A lógica da construção do evento em questão não é correta, pois saídas de operações não podem ser entradas de blocos lógicos. O exemplo citado foi apresentado, pois, na sequência, poderia ser demonstrado um caso de exceção e a resposta da ferramenta para o evento criado (Figura 58), o *software* deve sinalizar os pontos onde são encontrados erros e algum tipo de mensagem deve ser apresentada.

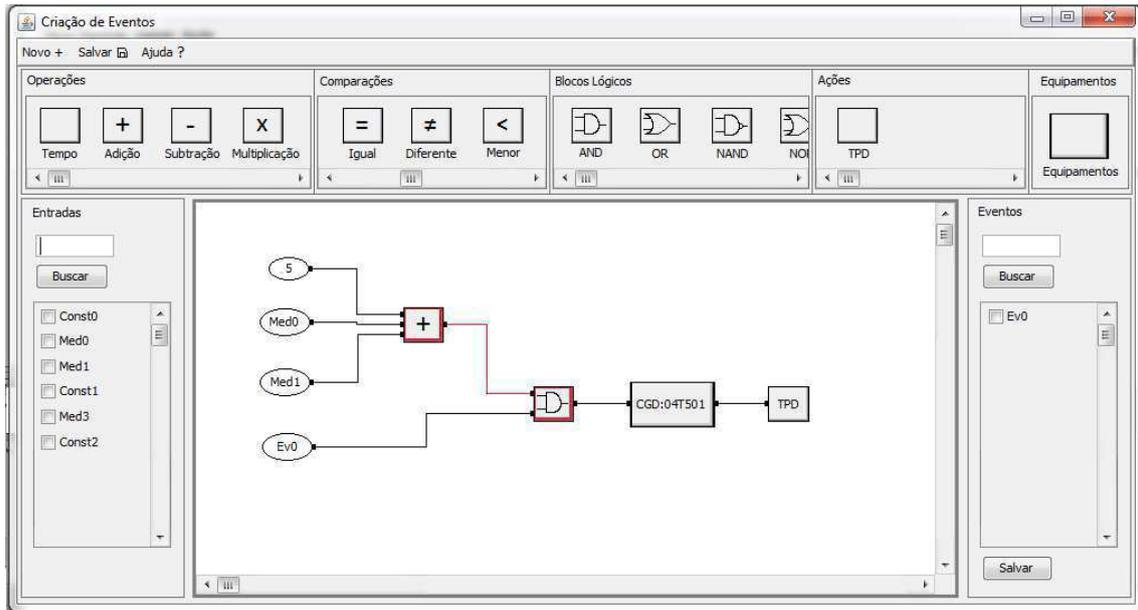


Figura 58 – Correção – Representação da sinalização de situações proibidas.

5.2.6 Barra de Arquivos

Finalmente, após conclusão do protótipo, pode-se construir mais detalhadamente a barra de arquivos a qual já pode ser visualizada na Figura 58. A barra de arquivos pode ser vista em diversos softwares distintos e trata-se de uma maneira alternativa para que o usuário possa utilizar a ferramenta.

Soma-se o fato de poder executar algumas configurações não presentes na interface como a área de trabalho ser representada na forma de grade (Figura 59). As opções disponíveis na barra de arquivos da nova interface incluem “Arquivos” (Figura 60), “Editar” (Figura 61) e “Visualizar” (Figura 62).

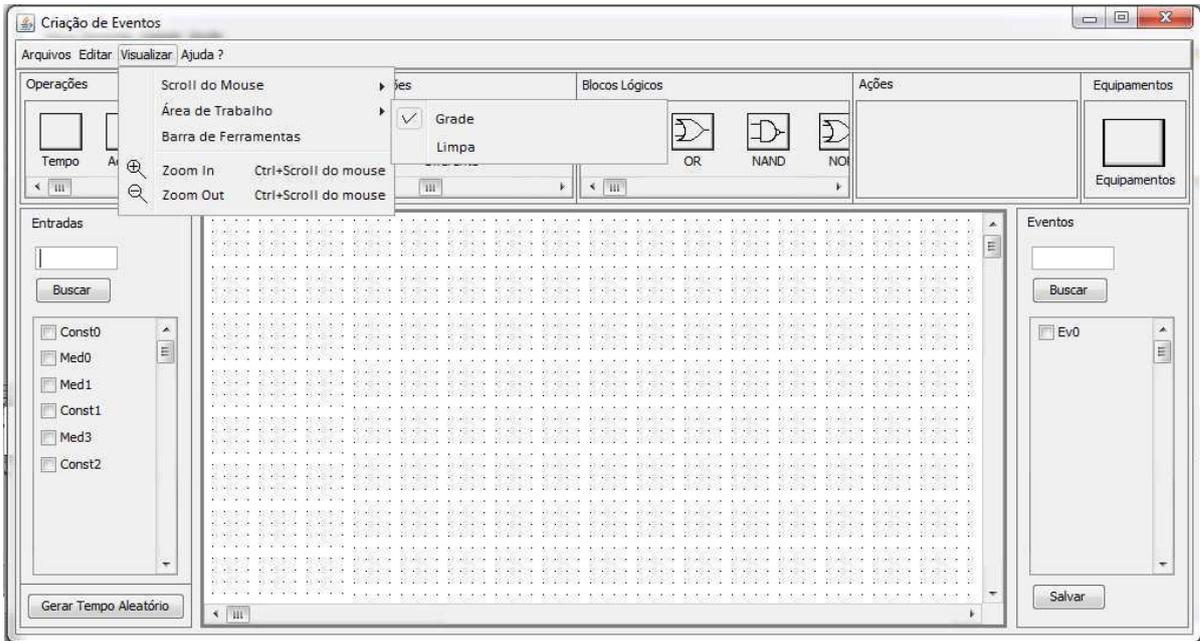


Figura 59 – Visualização da área de trabalho em grade.

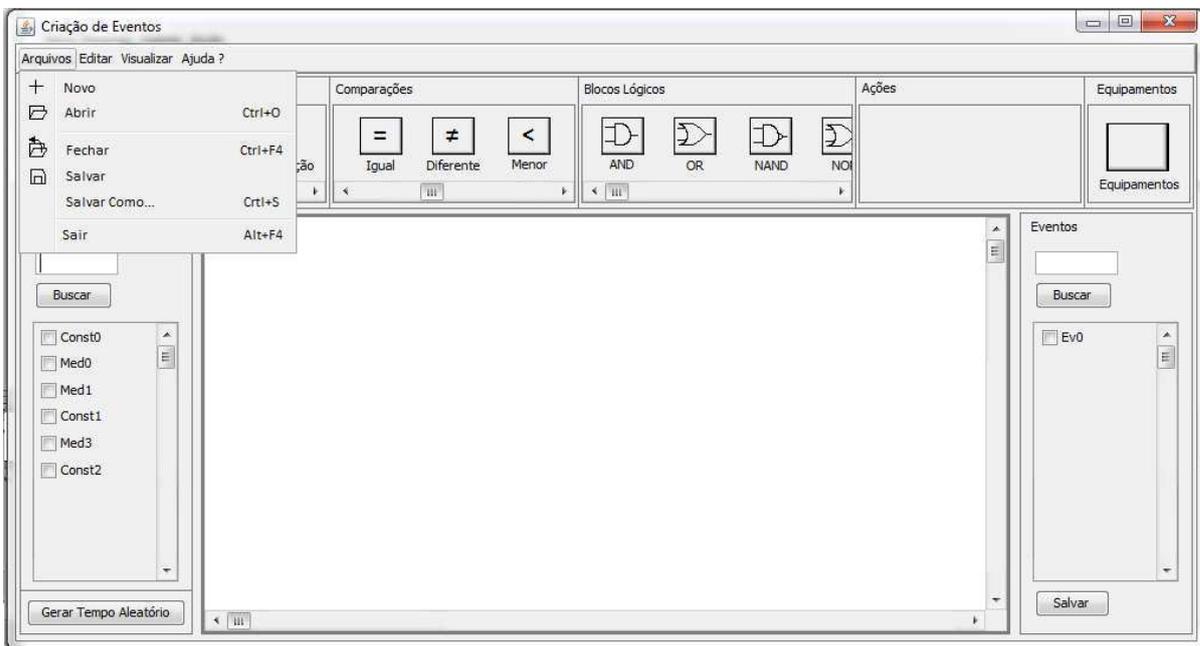


Figura 60 – Representação do menu “Arquivos”.

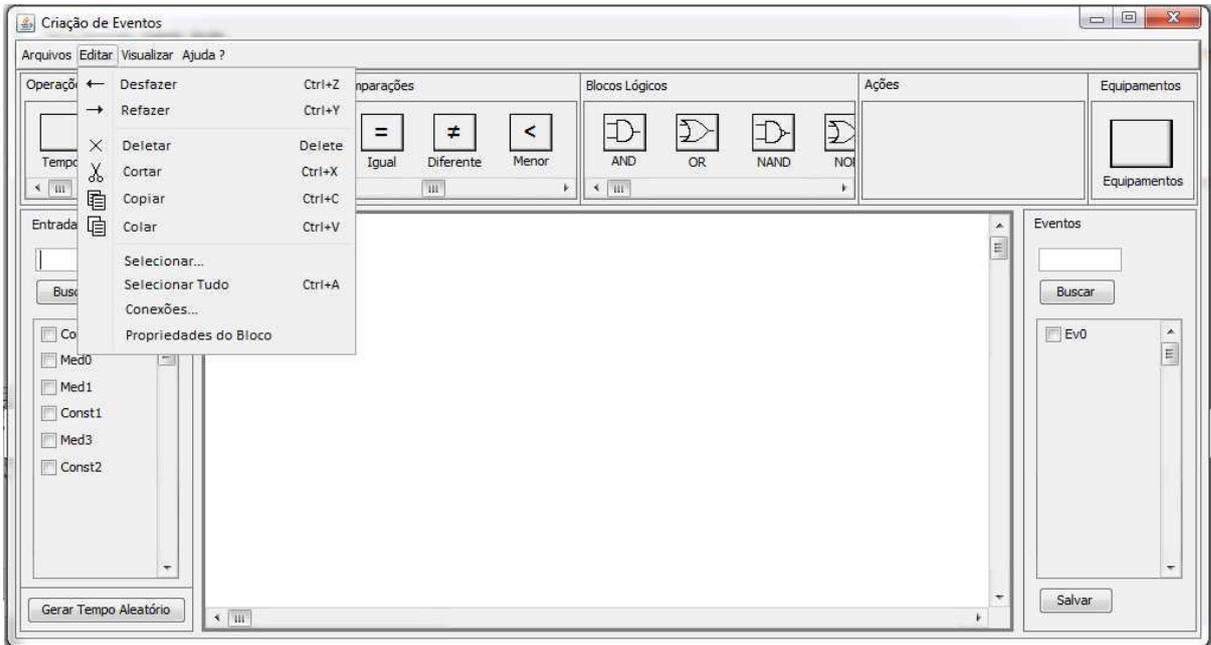


Figura 61 – Representação do menu “Editar”.



Figura 62 – Representação do menu “Visualizar”.

6 Considerações Finais

O projeto de desenvolvimento da IHM do Gerador de Cenários resultou em um protótipo que proporcionou discussões construtivas em relação à melhor forma de apresentação das informações aos usuários.

O desenvolvimento de projetos mostrou-se não ser uma atividade trivial, visto que, para construção da interface, é necessário entender completamente o princípio de funcionamento de ferramentas que geralmente possuem extremo grau de complexidade e dificuldade.

A comparação e o estudo de ferramentas já existentes no mercado facilitam o desenvolvimento e planejamento de interfaces ergonômicas, pois proporcionam experiências de utilização do *software* mais agradáveis ao usuário.

Os testes mostraram que foram eficientes por apresentarem os defeitos e algumas sugestões, melhorando assim a qualidade do projeto. Nele também foi possível verificar que, de uma forma geral, o trabalho foi satisfatório do ponto de vista do usuário e consequentemente para o projetista.

Algumas propostas de continuidade deste projeto são sugeridas como possibilidade à integração em trabalhos futuros:

- Aprimoramento dos mecanismos de ajuda e orientação ao usuário;
- Criação de novos atalhos, como por exemplo, barras de ferramentas;
- Codificação do protótipo da nova IHM desenvolvida para o Gerador de Cenários;
- Validação da codificação do protótipo;
- Integração ao sistema. Substituição do atual módulo existente no Gerador de Cenários;
- Desenvolvimento de telas anteriores à de criação de eventos (telas para criação de medidas).

Referências Bibliográficas

- [1] Leite, C. R. R., Oliveira, J. J. R., Oliveira, J. G. “*O USO DE SIMULADORES NO TREINAMENTO DE OPERADORES DA CHESF COM FERRAMENTA PARA DISSEMINAÇÃO DE CONHECIMENTOS NA OPERAÇÃO DO SISTEMA ELÉTRICO*”. II Seminário internacional, Reestruturação e regulação do setor de energia elétrica e gás natural – GESEL, UFRJ, Rio de Janeiro, RJ. 2007.
- [2] Cepel, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Grupo Eletrobrás “*SAGE: Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia – Guia de Configuração*”. Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, Abril de 2010.
- [3] Hirsch, P. “*User Guide for PowerSimulator with EPRI OTS*”. Palo Alto, California: EPRI, Fevereiro 2004 .
- [4] Muniz, R. B. “*Funcionalidades do Simulador de Redes Elétricas EPRI-OTS e sua Utilização Para Treinamento de Operadores na Chesf*”. CHESF/DOS/DOMO, 2004.
- [5] Netto, A. V. d. S. “*Avaliação do Desempenho de Operadores no Treinamento da Operação de Sistemas Elétricos em Ambientes Simulados*”. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2014.
- [6] Muniz, R. B., Miranda, A. R. “*Manual Básico de Utilização do OTS*”. CHESF/DOS/DOMO/COOS, 2009.
- [7] Disponível em: < <http://www.mathworks.com/products/simulink/index-b.html>>
Acessado em: 03/04/2015 as 18:17:46.
- [8] Disponível em: <<http://www.ab.com/en/epub/catalogs/12762/2181376/2416247/1239758/2397811/RLogix-500-Software.html>> Acessado em: 03/04/2015 as 18:17:46.

- [9] Vieira, M. F. Q. "*Accounting for Human Errors in a Method for the Conception of User Interfaces*" In: International Mediterranean Modeling MultiConference - I3M'04, 2004, Genoa, Italy. Proceedings of I3M'04. Bergamo Italia, 2004. v.1.p.122 - 130.
- [10] Guerrero, C. V. S. "*MEDITE - Uma Metodologia Orientada a Modelos para Concepção de Interfaces Ergonômicas*" Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, Coordenação de Pós-Graduação em Informática, Campina Grande, Paraíba, Fevereiro de 2002.
- [11] SCAPIN, D. L and PIERRET-GOLKREICH, C., "Towards a Method for Task Description : MAD," in Work with display units. Elsevier Science Publishers, North-Holland, 1990.

Bibliografias Consultadas

- Cepel, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Grupo Eletrobrás "*SAGE: Sistema Aberto de Gerenciamento de Energia – Sistema SCADA/EMS Visão Geral*". Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, 2010.
- Lee, S. *Instructor Guidelines for Use of an Operator Training Simulator (OTS)*, Outubro de 2001.
- Menezes, D. C. d. "*Projeto da Interface de um Gerador de Cenários para treinamento*". Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Maio de 2014