

Anexo B - Especificação dos Requisitos do Software

Sumário

Anexo B - Especificação dos Requisitos do Software	1
1 Introdução.....	3
1.1 Objetivos do documento.....	3
1.2 Escopo do produto.....	3
1.2.1 Nome do produto e de seus componentes principais.....	3
1.2.2 Missão do produto	3
1.2.3 Limites do produto.....	3
1.2.4 Benefícios do produto.....	3
1.3 Materiais de referência	3
1.4 Definições e siglas	4
2 Descrição geral do produto.....	5
2.1 Perspectiva do produto	5
2.1.1 Diagrama macro do PROPLAN	5
2.1.2 Interfaces de usuário.....	5
2.1.3 Interfaces de software.....	6
2.1.4 Modos de operação.....	6
3 Requisitos específicos	7
3.1 Requisitos de interface externa.....	7
3.1.1 Interface de usuário << Tela do menu PROPLAN>>	7
3.1.1.1 Relacionamentos com outras interfaces.....	7
3.1.1.2 Campos	7
3.1.1.3 Comandos	8
3.1.2 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Run>>.....	8
3.1.2.1 Campos	8
3.1.2.2 Comandos	8
3.1.3 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Modulator>>.....	9
3.1.3.1 Campos	9
3.1.3.2 Comandos	9
3.1.4 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Vis>>	10
3.1.4.1 Campos	10
3.1.4.2 Comandos	10
3.1.5 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Beam>>	11
3.1.5.1 Campos	11
3.1.5.2 Comandos	11
3.1.6 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - PosDetector>>	12
3.1.6.1 Campos	12
3.1.6.2 Comandos	12
3.1.7 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - SizePhantom>>.....	13
3.1.7.1 Campos	13
3.1.7.2 Comandos	13
3.1.8 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - SizeDetector>>	14
3.1.8.1 Campos	14
3.1.8.2 Comandos	14
3.1.9 Interface de usuário << Tela do PROPLAN - File>>.....	15
3.1.9.1 Campos	15
3.1.9.2 Comandos	15
3.1.10 Interface de usuário << Tela do PROPLAN - Help>>	16
3.1.10.1 Campos	16
3.1.10.2 Comandos	16
3.1.11 Interface de usuário << Tela do menu principal G4SISCODES>>.....	17
3.1.11.1 Campos	17
3.1.11.2 Comandos	17
3.1.12 Interface de usuário << Tela do submenu G4SISCODES - Energia>>.....	18
3.1.12.1 Campos	18

3.1.12.2	Comandos	18
3.1.13	Interface de usuário << Tela do submenu G4SISCODES - Dose>>.....	19
3.1.13.1	Campos	19
3.1.13.2	Comandos	19
3.1.14	Interface de usuário < Tela do submenu G4SISCODES - Dose: Opção1>>.....	20
3.1.14.1	Campos	20
3.1.14.2	Comandos	20
3.1.15	Interface de software << JAS3 >>.....	20
3.1.15.1	Fonte da entrada.....	20
3.1.15.2	Destino da saída.....	20
3.1.15.3	Formato.....	20
3.1.15.4	Relacionamentos com outras interfaces.....	20
3.1.15.5	Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN – JAS3>>	21
3.1.15.6	Interface de usuário << Tela do JAS3 com gráficos gerados durante a simulação>>	21
3.1.16	Interface de software << G4SISCODES>>.....	22
3.1.16.1	Fonte da entrada.....	22
3.1.16.2	Destino da saída.....	22
3.1.16.3	Formato.....	22
3.1.16.4	Relacionamentos com outras interfaces.....	22
3.1.17	Interface de software << SISCODES>>.....	22
3.1.17.1	Fonte da entrada.....	22
3.1.17.2	Destino da saída.....	22
3.1.17.3	Formato.....	22
3.1.17.4	Relacionamentos com outras interfaces.....	22
3.2	Requisitos funcionais.....	23
3.2.1	Diagrama de atividade	23
3.3	Requisitos não funcionais.....	24
3.3.1	Requisitos de dados persistentes - Diagrama de classes persistentes – Estrutura Geant4 “Hadrontherapy”	24
3.3.1.1	Classes persistentes.....	24
3.3.2	Requisitos de dados persistentes - Diagrama de classes persistentes – Detalhe - Processos Físicos Geant4 “Hadrontherapy”	26
3.3.2.1	Classes persistentes.....	26

1 Introdução

1.1 Objetivos do documento

Descrever e especificar os módulos computacionais para auxiliar o planejamento radioterápico por prótons em enfermidades malignas oculares.

1.2 Escopo do produto

1.2.1 Nome do produto e de seus componentes principais

O PROPLAN contém os seguintes módulos: *Módulo de Operação*, *Módulo de Conversão* e o *Módulo de Informações Nucleares* que é um pacote incluído no código Geant4 (*GEometry ANd Tracking Toolkit*), customizado para atender aos objetivos do PROPLAN.

1.2.2 Missão do produto

O PROPLAN, implementada no ambiente Linux, agrega ferramentas a partir do conceito de *software* livre, e que poderá ser utilizada como apoio para o planejamento radioterápico.

1.2.3 Limites do produto

1. O PROPLAN é baseado no código Geant4, no ambiente Linux, com variáveis de ambiente específicas.
2. O PROPLAN é baseado em uma instalação real, cuja configuração é pré-estabelecida.
3. O programa G4SISCODES converte dados de simulação da plataforma Geant4 para o formato manipulado pelo sistema SISCODES.

1.2.4 Benefícios do produto

Número de ordem	Benefício	Valor para o cliente
1	Consistência dos dados nucleares provenientes de bases de dados normatizados.	Essencial
2	Consistência dos dados referentes à geometria de uma instalação real.	Essencial
3	Conversão dos dados gerados no ambiente Geant4 para SISCODES/MCNP.	Essencial
4	Consistência dos dados referentes à simulação de uma sessão de próton-terapia.	Essencial
5	Disponibilidade de interface gráfica para alteração dos parâmetros de simulação.	Essencial
6	Integração das ferramentas e sistemas no mesmo ambiente operacional.	Essencial

1.3 Materiais de referência

Número de ordem	Tipo do material	Referência bibliográfica
1	Documentos Geant4	Manuais de instalação, guia para desenvolvedores e manual de processos físicos, referentes às versões 4.8.2p01, 4.9.1 e 4.9.3. Publicações técnicas do grupo de desenvolvedores do código Geant4. As referências estão listadas no capítulo “Referências Bibliográficas” no corpo da Tese.
2	Documentos ICRU e IAEA	Padrões relacionados à próton-terapia da ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements) e da IAEA (International Atomic Energy Agency).
3	Artigos técnicos	Publicações nacionais e internacionais especializadas. As referências estão listadas no capítulo “Referências Bibliográficas” no corpo da Tese.
4	Dados Estatísticos	Publicações do PTCOG (Particle Therapy CoOperation Group) referentes a dados de instalações e pacientes tratados com próton-terapia. Publicações do INCA (Instituto Nacional do Câncer) sobre a estimativa de incidências de câncer no Brasil.

Número de ordem	Tipo do material	Referência bibliográfica
5	Processo e padrões de documentação	AGOSTINELLI, S et al. <i>Geant4 - a simulation toolkit</i> . Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, n. 506, p.250-303, 2003. COSMO, G. <i>Software Process in Geant4</i> . Disponível em < http://cdsweb.cern.ch/record/516799/files/it-2001-005.pdf >. CERN-IT 005-2001 Relatory. Computing in High Energy and Nuclear Physics, Beijing, China, 3 - 7 Sep 2001. <u>PRocesso para Aplicativos eXtensíveis InterativoS (PRAXIS)</u> . PAULA FILHO, Wilson de Pádua. <i>Engenharia de software; fundamentos, métodos e padrões</i> . Rio de Janeiro: LTC, 2001.
6	Ferramentas de modelagem	Software XDE (Rational/IBM), versão <i>developer e Enterprise Architect</i> .

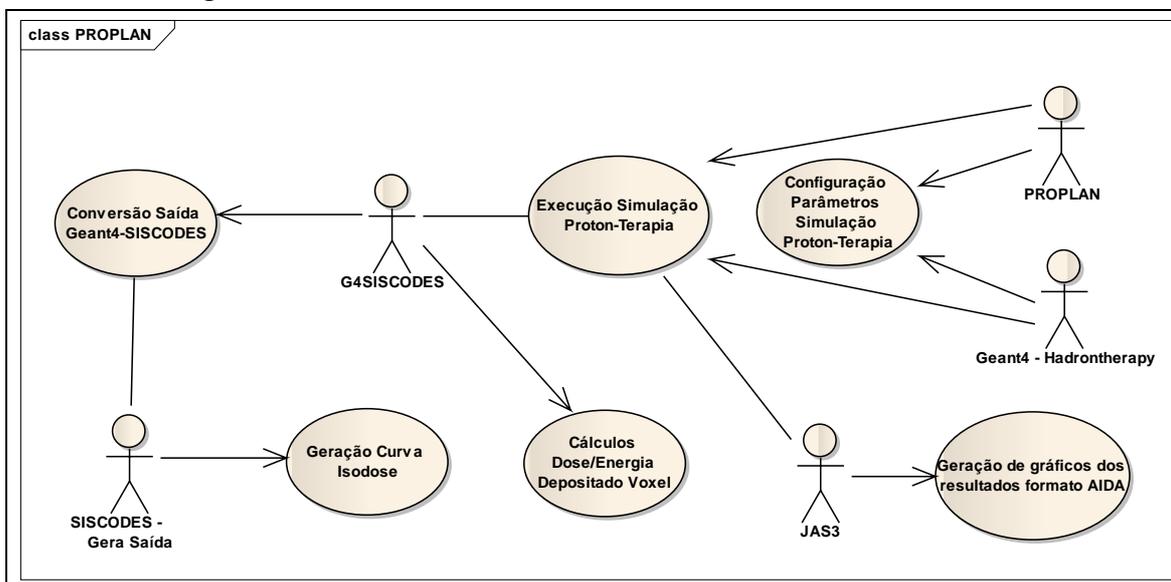
1.4 Definições e siglas

Número de ordem	Sigla	Definição
1	<i>Beam Line</i>	Linha completa de irradiação por prótons da instalação CATANA
2	<i>Detector</i>	Volume alvo a ser irradiado, está contido no volume “ <i>phantom</i> ”
3	G4SISCODES	Programa de conversão da saída de simulação do código Geant4 para o formato do SISCODES. Também denominado <i>Módulo de Conversão</i> .
4	Geant4	<i>GEometry ANd Tracking Toolkit</i>
5	Geant4 - <i>Hadrontherapy</i>	Código Geant4, em que é baseado em uma instalação real para próton-terapia, cuja configuração é pré-estabelecida. Também denominado <i>Módulo de Informações Nucleares</i> .
6	<i>Phantom</i>	Fantoma de água, último elemento da linha de irradiação, que contém o volume alvo “ <i>detector</i> ”
7	PROPLAN	Planejamento de Próton-Terapia para Tratamento Ocular. Também denominado <i>Módulo de Operação</i> .
8	SISCODES	Sistema Computacional para Dosimetria em Radioterapia por Nêutrons e Fótons baseado no Método Estocástico

2 Descrição geral do produto

2.1 Perspectiva do produto

2.1.1 Diagrama macro do PROPLAN



2.1.2 Interfaces de usuário

Número de ordem	Nome da Interface	Ator	Caso de uso	Descrição
1	Tela do menu PROPLAN	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia Execução simulação próton-terapia	Tela de apresentação e acesso aos itens do menu principal do PROPLAN
2	Tela do submenu PROPLAN - Run	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Execução simulação próton-terapia	Interface on-line para selecionar o número de prótons incidentes, a configuração dos demais parâmetros da simulação deve ser realizado anteriormente a esta operação
3	Tela do submenu PROPLAN - Modulador	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia Execução simulação próton-terapia	Interface on-line para selecionar a rotação do modulador em graus e a execução na rotação de 360°
4	Tela do submenu PROPLAN - Vis	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia	Interface on-line para ativar a visualização dos componentes da simulação, com as opções de visualizar a linha de irradiação completa, o fantoma ou o <i>detector</i>
5	Tela do submenu PROPLAN - Beam	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia	Interface on-line para ativar o <i>range shifter</i> e definir a espessura do <i>range shifter</i> e a abertura do colimador final
6	Tela do submenu PROPLAN - PosDetector	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia	Interface on-line para configurar o deslocamento da posição do detector em relação ao centro do fantoma
7	Tela do submenu PROPLAN - SizePhantom	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia	Interface on-line para configurar as dimensões do fantoma
8	Tela do submenu PROPLAN - SizeDetector	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Configuração parâmetros simulação próton-terapia	Interface on-line para configurar as dimensões e o número de <i>voxels</i> do detector

Número de ordem	Nome da Interface	Ator	Caso de uso	Descrição
9	Tela do PROPLAN - File	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Execução simulação próton-terapia	Interface on-line para interromper a execução do PROPLAN (Ctrl+Q)
10	Tela do PROPLAN - Help	PROPLAN e Geant4 Hadrontherapy	Execução simulação próton-terapia	Interface on-line que lista todos os comandos do Geant4 que podem ser executados na linha de comando (<i>session</i>), independente do menu
11	Tela do menu principal G4SISCODES	G4SISCODES	Conversão Saída Geant4 - SISCODES	Tela de apresentação e acesso aos itens do menu principal do G4SISCODES
12	Tela do submenu G4SISCODES - Energia	G4SISCODES	Conversão Saída Geant4 - SISCODES Cálculos Dose/Energia Depositado Voxel	Interface on-line onde converte o valor de energia depositada no <i>voxel</i> do formato do Geant4 para o formato do SISCODES.
13	Tela do submenu G4SISCODES - Dose	G4SISCODES	Conversão Saída Geant4 - SISCODES Cálculos Dose/Energia Depositado Voxel	Interface on-line onde converte o valor de energia para dose depositada no <i>voxel</i> e do formato do Geant4 para o formato do SISCODES.
14	Tela do submenu G4SISCODES - Dose - Opção 1	G4SISCODES	Conversão Saída Geant4 - SISCODES Cálculos Dose/Energia Depositado Voxel	Converte o valor de energia para dose depositada no <i>voxel</i> , a partir do volume do <i>voxel</i> e do número de prótons incidentes (Gy/p)

2.1.3 Interfaces de software

Número de ordem	Nome	Ator	Caso de uso	Descrição
1	JAS3	JAS3	Geração de gráficos dos resultados no formato AIDA	Geração de gráficos na ferramenta JAS3, de acordo com a configuração no código Geant4
2	G4SISCODES	G4SISCODES	Conversão Saída Geant4 - SISCODES	Exportação de dados do Geant4 para SISCODES
3	SISCODES	SISCODES-Gera Saída	Geração de curva de isodose	Geração da Curva de Isodose no modelo de olho padrão do SISCODES

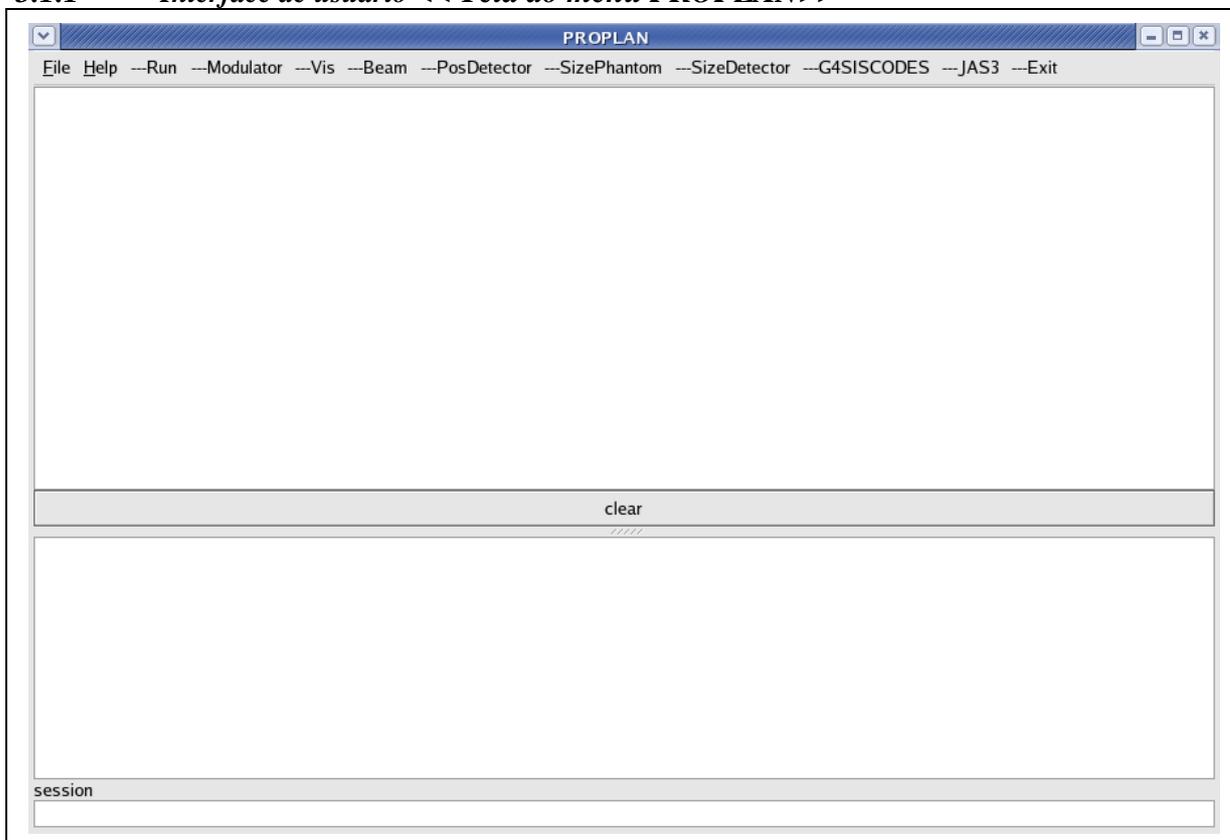
2.1.4 Modos de operação

Número de ordem	Tipo de operação	Descrição da operação	Detalhes de operação
1	Interativa	Interface Gráfica	Modo de operação no qual o sistema está disponível via interface gráfica, com menu customizado com valores padrões de funcionamento.
2	Batch	Linha de Comando	Modo de operação em linha de comando, por comandos do ambiente Linux integrados aos comandos do Geant4.
3	Macro	Em lote	Modo de operação em um conjunto de comandos pré-estabelecidos e executados em lote.

3 Requisitos específicos

3.1 Requisitos de interface externa

3.1.1 Interface de usuário << Tela do menu PROPLAN >>



3.1.1.1 Relacionamentos com outras interfaces

O item de menu *Exit*: fecha a interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.

O item de menu *File (Quit - Ctrl +Q)*: interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.

O item de menu *G4SISCODES*: abre a interface do programa G4SISCODES.

O item de menu *JAS3*: abre a interface do programa JAS3.

3.1.1.2 Campos

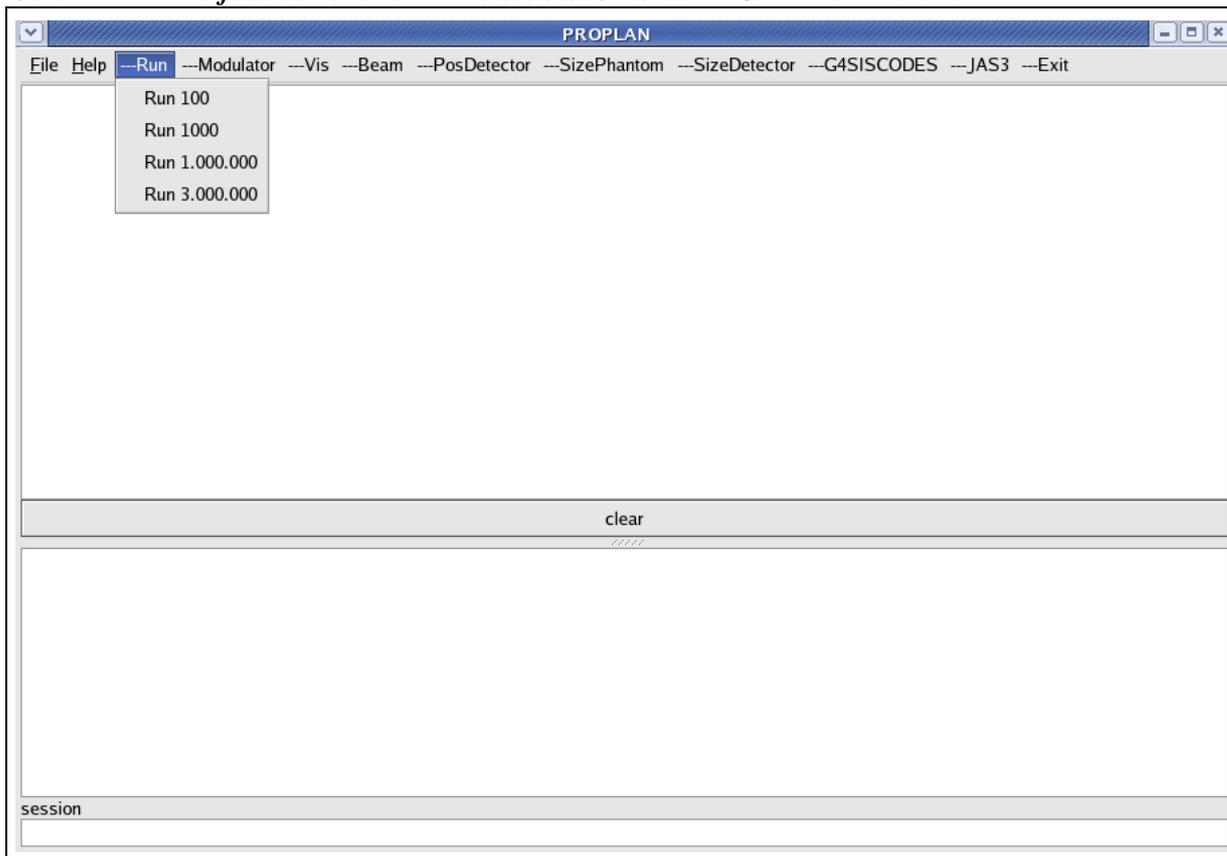
Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Corresponde ao comando <i>Quit - Ctrl +Q</i>
2	<i>Help</i>	Lista comandos do Geant4 que podem ser executados na linha de comando (session), independente do menu.	
3	<i>Run</i>	Seleciona o número de prótons a ser executado	Uma seleção por simulação
4	<i>Modulator</i>	Seleciona a rotação do modulador em graus e a execução na rotação de 360°	Uma seleção por simulação
5	<i>Vis</i>	Ativa a visualização dos componentes da simulação. Pode ser a linha de irradiação completa, o fantoma ou o <i>detector</i>	Uma seleção por simulação
6	<i>Beam</i>	Ativa e define a espessura do <i>range shifter</i> e define a abertura do colimador final	Uma seleção por simulação
7	<i>PosDetector</i>	Desloca a posição do detector em relação ao centro do fantoma	Uma seleção por simulação
8	<i>SizePhantom</i>	Define as dimensões do fantoma	Uma seleção por simulação
9	<i>SizeDetector</i>	Define as dimensões e o número de <i>voxels</i> do detector	Uma seleção por simulação
10	<i>G4SISCODES</i>	Abre a interface do programa G4SISCODES	
11	<i>JAS3</i>	Abre a interface do programa JAS3	

Número	Nome	Descrição	Restrições
12	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída da simulação e finaliza o sistema.	

3.1.1.3 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
4	<i>Session</i>	Linha de comando do Geant4, independente do menu do PROPLAN	Modo Batch

3.1.2 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Run >>



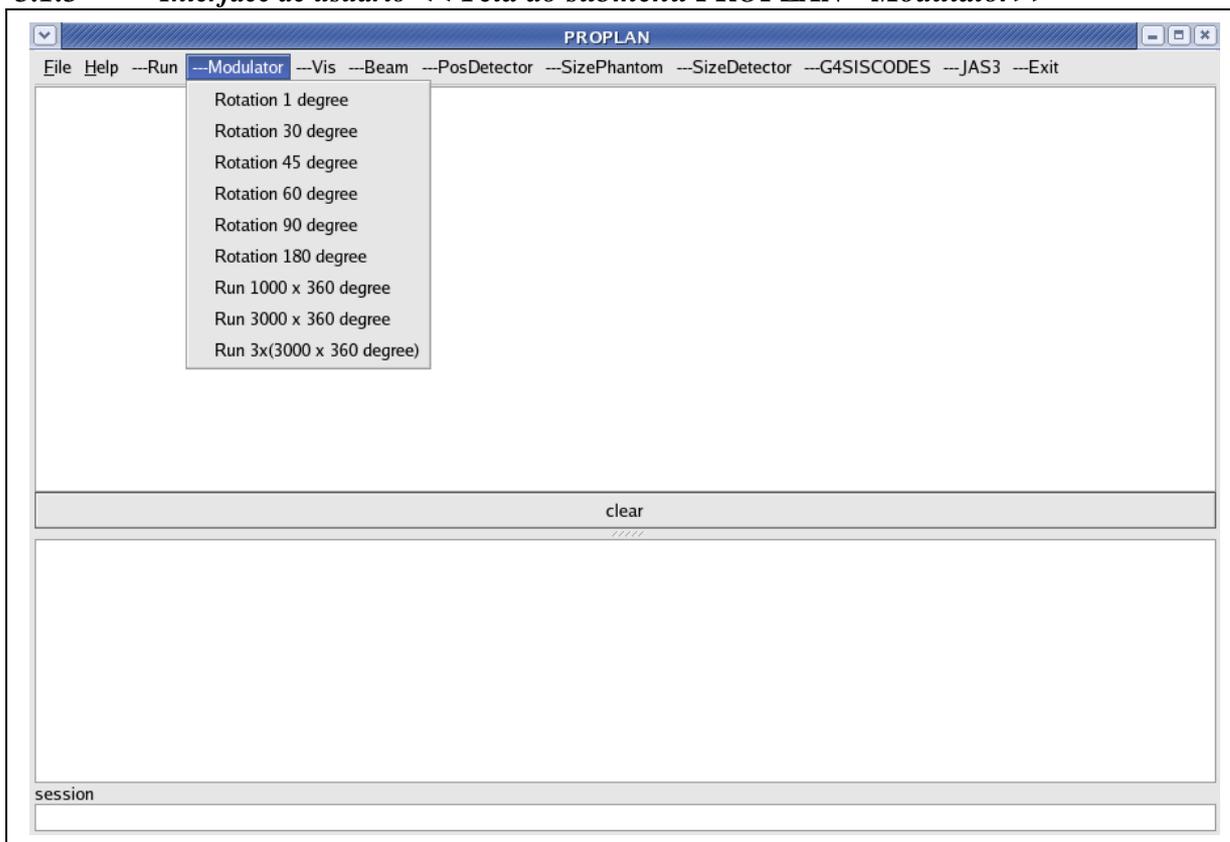
3.1.2.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	Run 100	Executa a simulação com 100 prótons incidentes	
2	Run 1.000	Executa a simulação com 1.000 prótons incidentes	
3	Run 1.000.000	Executa a simulação com 1.000.000 prótons incidentes	Operação efetuada com visualização desabilitada
4	Run 3.000.000	Executa a simulação com 3.000.000 prótons incidentes	Operação efetuada com visualização desabilitada

3.1.2.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.3 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Modulador >>



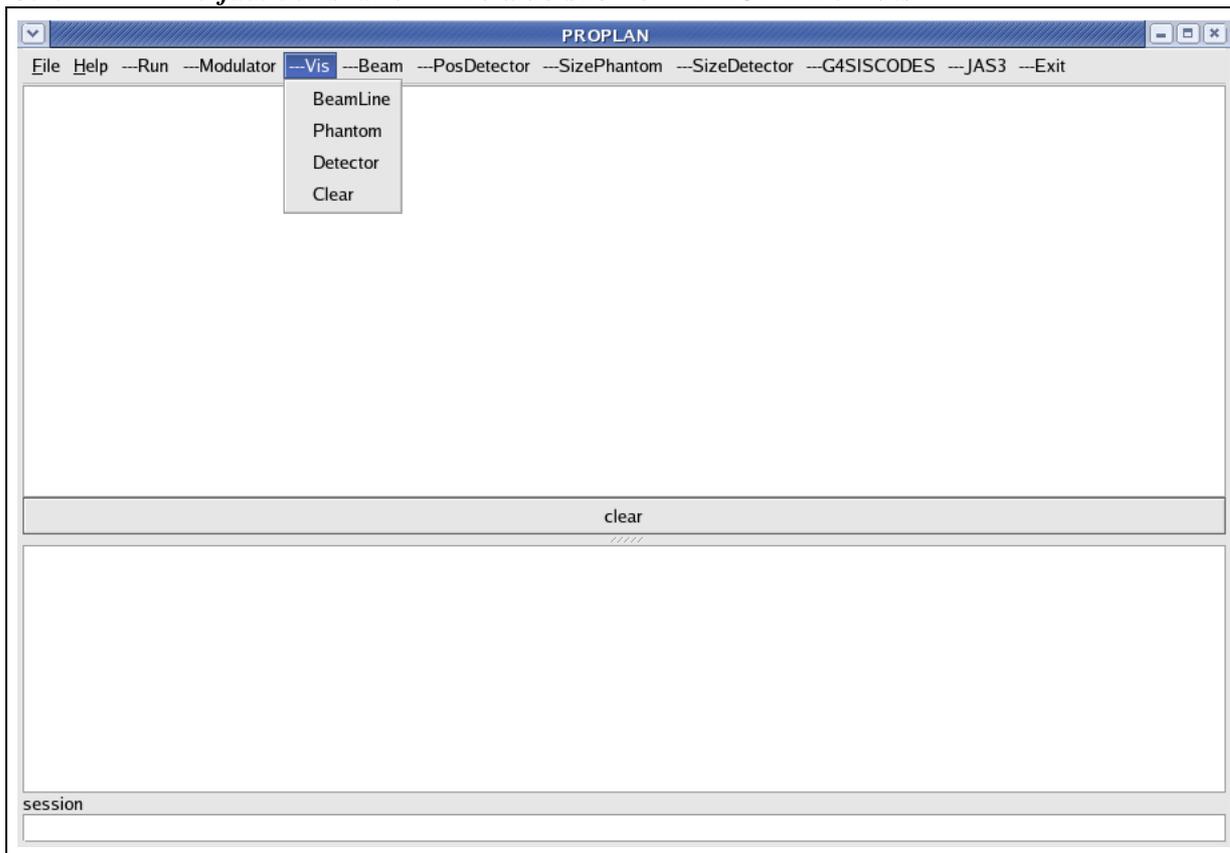
3.1.3.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>Rotation 1 degree</i>	Rotaciona o modulador em 1 grau	Operação anterior à execução dos prótons
2	<i>Rotation 30 degree</i>	Rotaciona o modulador em 30 graus	Operação anterior à execução dos prótons
3	<i>Rotation 45 degree</i>	Rotaciona o modulador em 45 graus	Operação anterior à execução dos prótons
4	<i>Rotation 60 degree</i>	Rotaciona o modulador em 60 graus	Operação anterior à execução dos prótons
5	<i>Rotation 90 degree</i>	Rotaciona o modulador em 90 graus	Operação anterior à execução dos prótons
6	<i>Rotation 180 degree</i>	Rotaciona o modulador em 180 graus	Operação anterior à execução dos prótons
7	<i>Run 1000 x 360 degree</i>	Rotaciona o modulador em 360 graus, e executa a simulação, cada grau são 1000 prótons incidentes	Operação efetuada com visualização desabilitada
8	<i>Run 3000 x 360 degree</i>	Rotaciona o modulador em 360 graus, executa a simulação, cada grau são 3000 prótons incidentes	Operação efetuada com visualização desabilitada
9	<i>Run 3x(3000 x 360 degree)</i>	Rotaciona o modulador em 360 graus, executa a simulação, cada grau são 3000 prótons incidentes, com três repetições	Operação efetuada com visualização desabilitada

3.1.3.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.4 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Vis >>



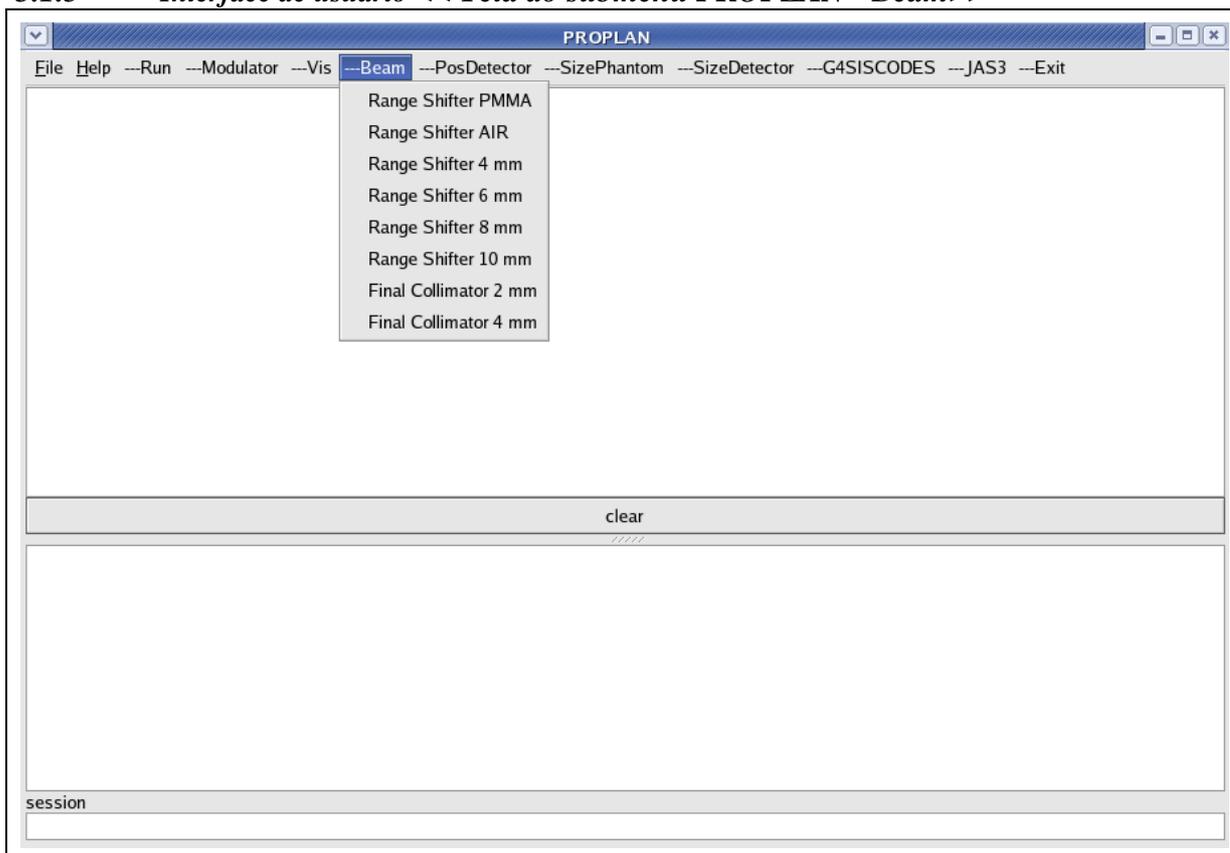
3.1.4.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>BeamLine</i>	Abre uma janela de visualização da linha de irradiação completa	
2	<i>Phantom</i>	Abre uma janela de visualização do fantoma contendo o volume alvo (<i>detector</i>)	
3	<i>Detector</i>	Abre uma janela de visualização do volume alvo (<i>detector</i>)	
4	<i>Clear</i>	Mantém a janela de visualização com a configuração inicial	

3.1.4.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.5 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - Beam >>



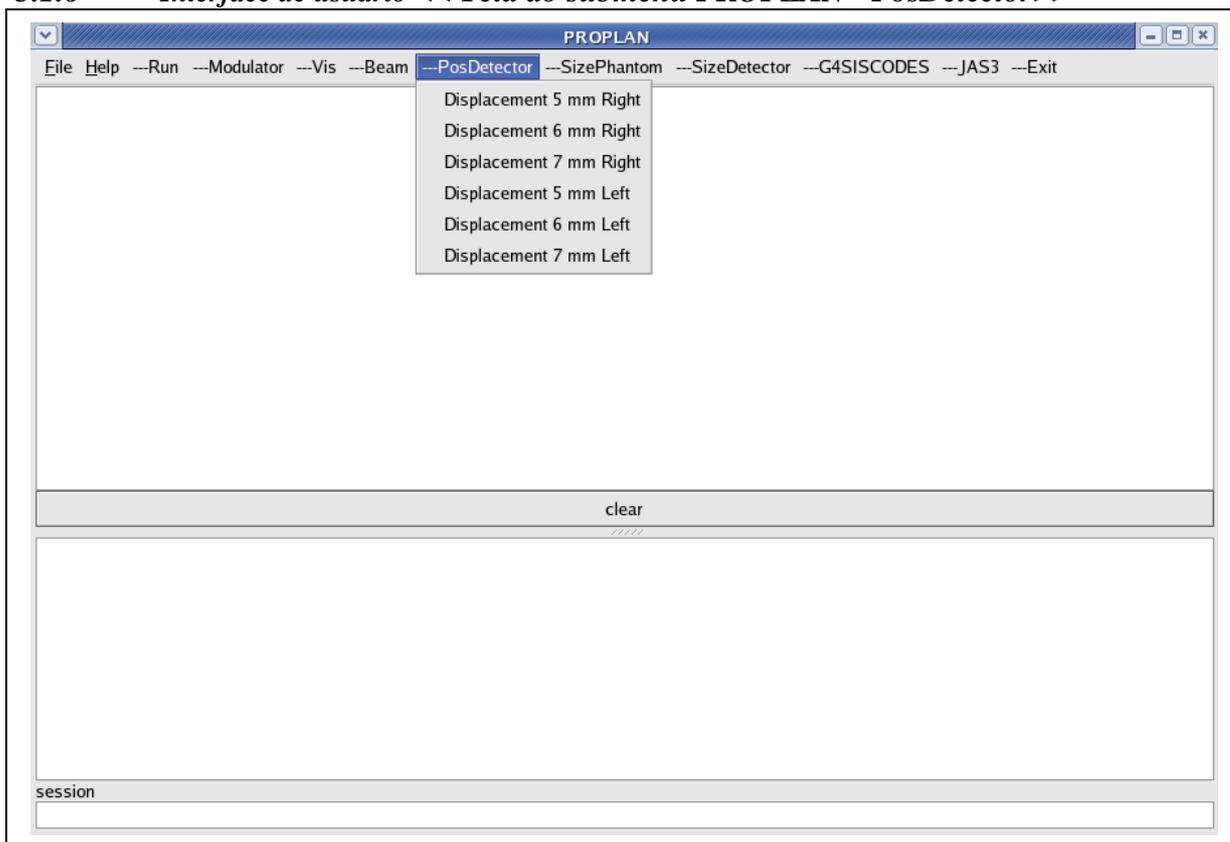
3.1.5.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	Range Shifter PMMA	Ativa o material absorvedor (<i>range shifter</i>) - configura para "PMMA" (PoliMetilMetaAcrilato)	
2	Range Shifter AIR	Desativa o material absorvedor (<i>range shifter</i>) - configura para "Ar"	
3	Range Shifter 4 mm	Configura a espessura do material absorvedor (<i>range shifter</i>) em 4 mm	
4	Range Shifter 6 mm	Configura a espessura do material absorvedor (<i>range shifter</i>) em 6 mm	
5	Range Shifter 8 mm	Configura a espessura do material absorvedor (<i>range shifter</i>) em 8 mm	
6	Range Shifter 10 mm	Configura a espessura do material absorvedor (<i>range shifter</i>) em 10 mm	
7	Final Collimator 2 mm	Configura o diâmetro do colimador final em 2 mm	
8	Final Collimator 4 mm	Configura o diâmetro do colimador final em 4 mm	

3.1.5.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	Exit	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	File	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.6 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - PosDetector >>



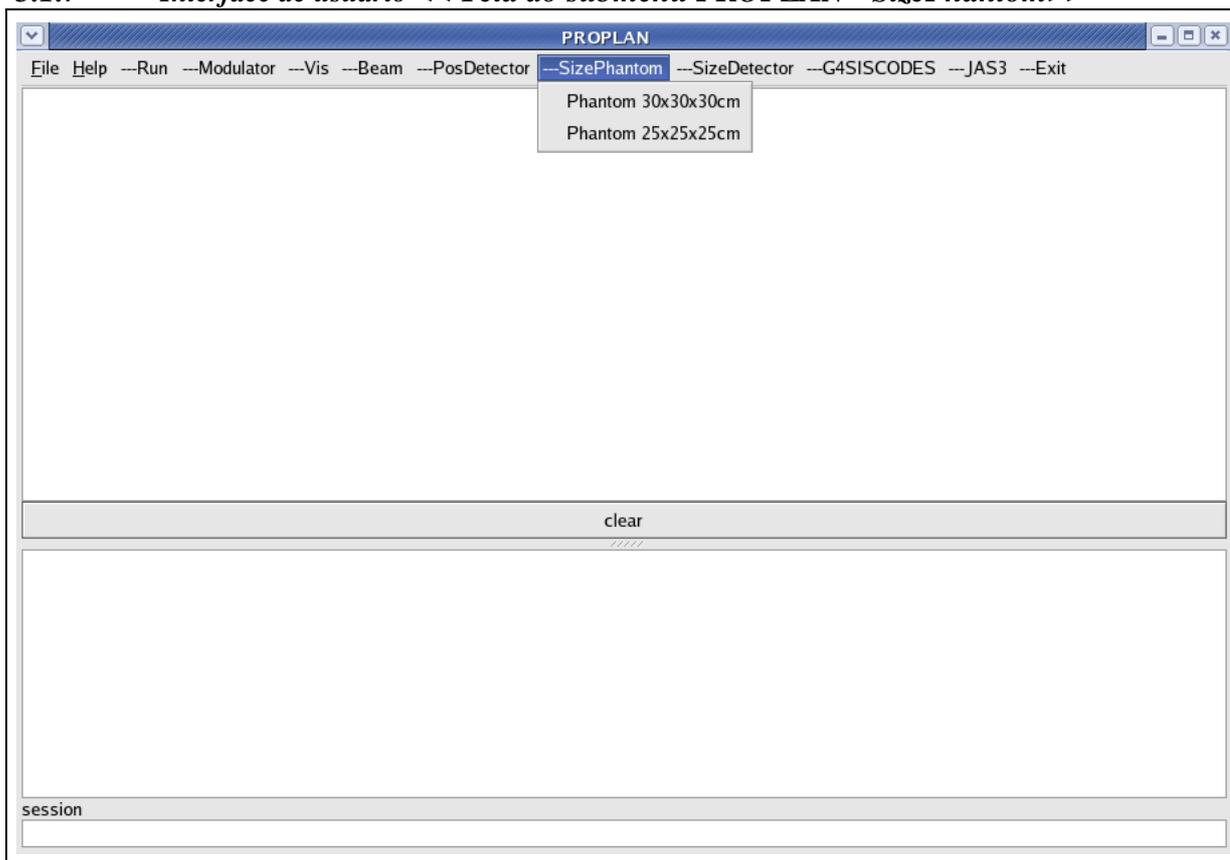
3.1.6.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>Displacement 5 mm Right</i>	Desloca o posicionamento do <i>detector</i> em relação ao centro do fantoma em 5 mm à direita	
2	<i>Displacement 6 mm Right</i>	Desloca o posicionamento do <i>detector</i> em relação ao centro do fantoma em 6 mm à direita	
3	<i>Displacement 7 mm Right</i>	Desloca o posicionamento do <i>detector</i> em relação ao centro do fantoma em 7 mm à direita	
4	<i>Displacement 5 mm Left</i>	Desloca o posicionamento do <i>detector</i> em relação ao centro do fantoma em 5 mm à esquerda	
5	<i>Displacement 6 mm Left</i>	Desloca o posicionamento do <i>detector</i> em relação ao centro do fantoma em 6 mm à esquerda	
6	<i>Displacement 7 mm Left</i>	Desloca o posicionamento do <i>detector</i> em relação ao centro do fantoma em 7 mm à esquerda	

3.1.6.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.7 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - SizePhantom>>



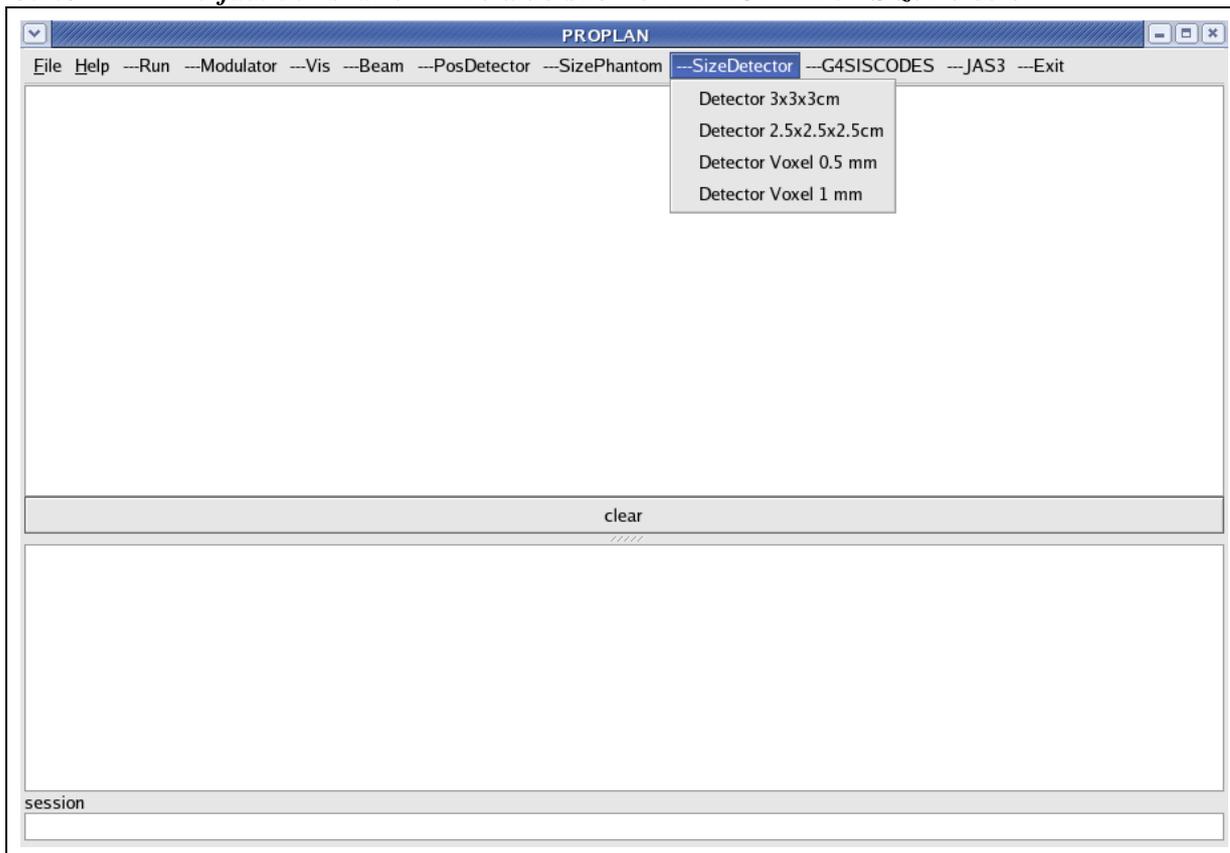
3.1.7.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>Phantom 30x30x30cm</i>	Altera a dimensão do fantoma para 30 x 30 x 30 cm	
2	<i>Phantom 25x25x25cm</i>	Altera a dimensão do fantoma para 25 x 25 x 25 cm	

3.1.7.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.8 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN - SizeDetector>>



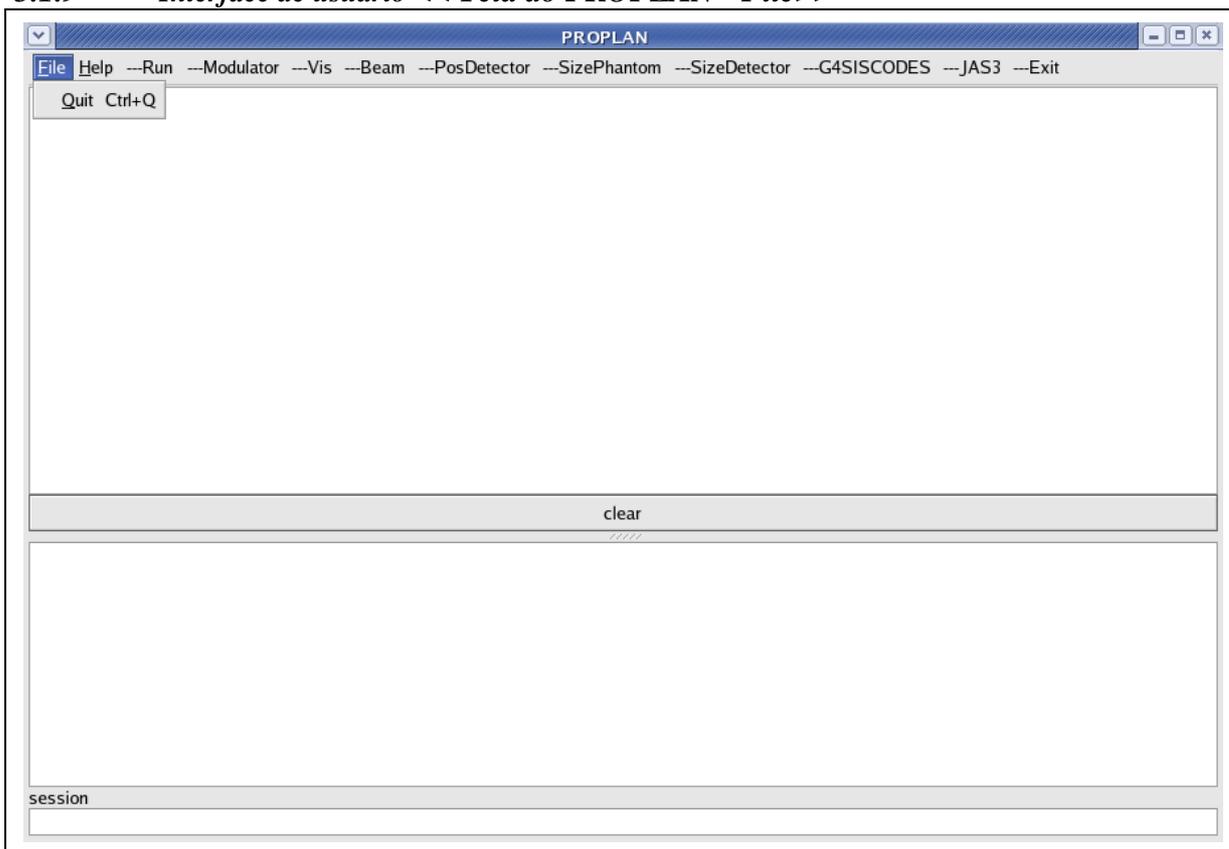
3.1.8.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>Detector 3x3x3cm</i>	Altera as medidas do <i>detector</i> para 3 x 3 x 3 cm	
2	<i>Detector 2.5x2.5x2.5cm</i>	Altera as medidas do <i>detector</i> para 2.5 x 2.5 x 2.5 cm	
3	<i>Detector Voxel 0.5 mm</i>	Altera a espessura do <i>voxel</i> do <i>detector</i> para 0.5 mm	
4	<i>Detector Voxel 1 mm</i>	Altera a espessura do <i>voxel</i> do <i>detector</i> para 1 mm	

3.1.8.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.9 Interface de usuário << Tela do PROPLAN - File >>



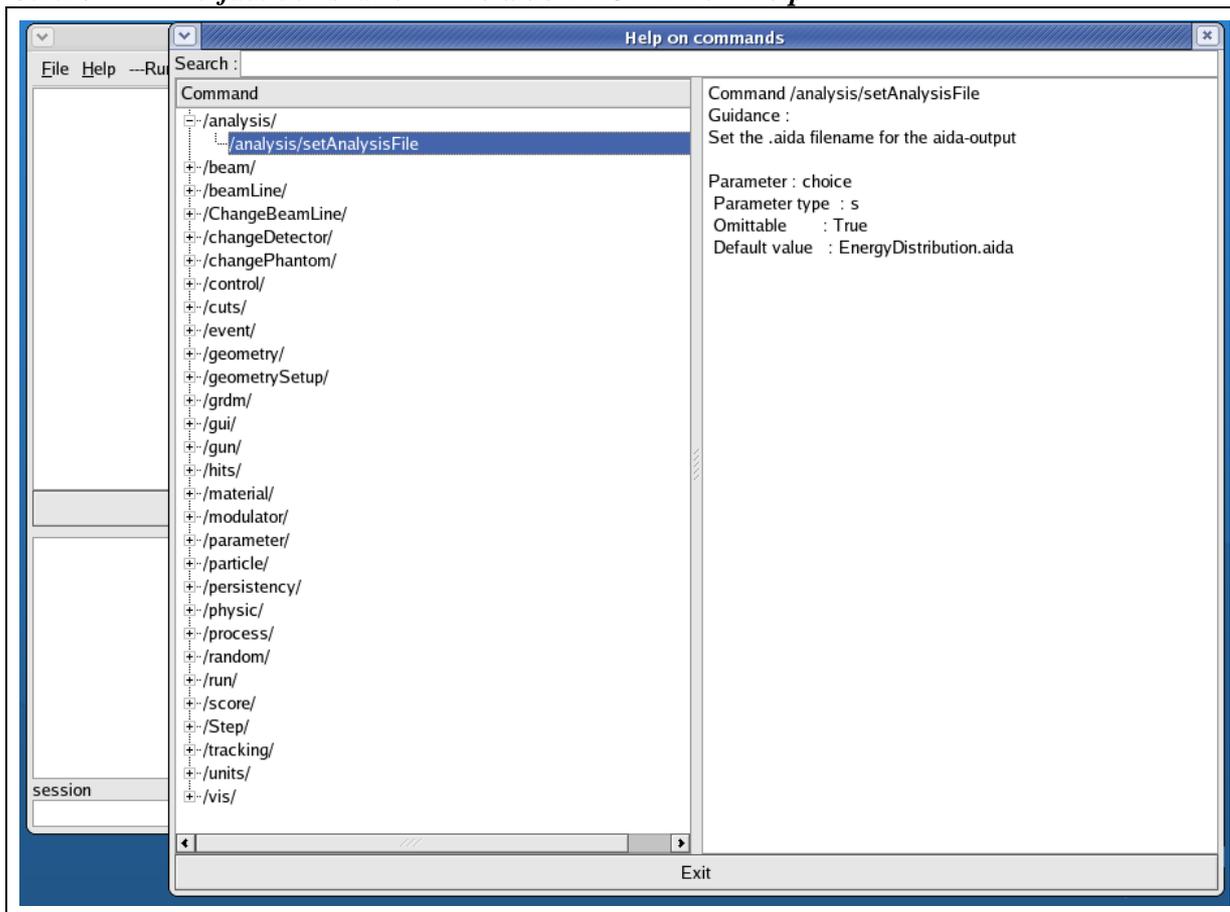
3.1.9.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	<i>Quit - Ctrl+Q</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema	

3.1.9.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.10 Interface de usuário << Tela do PROPLAN - Help >>



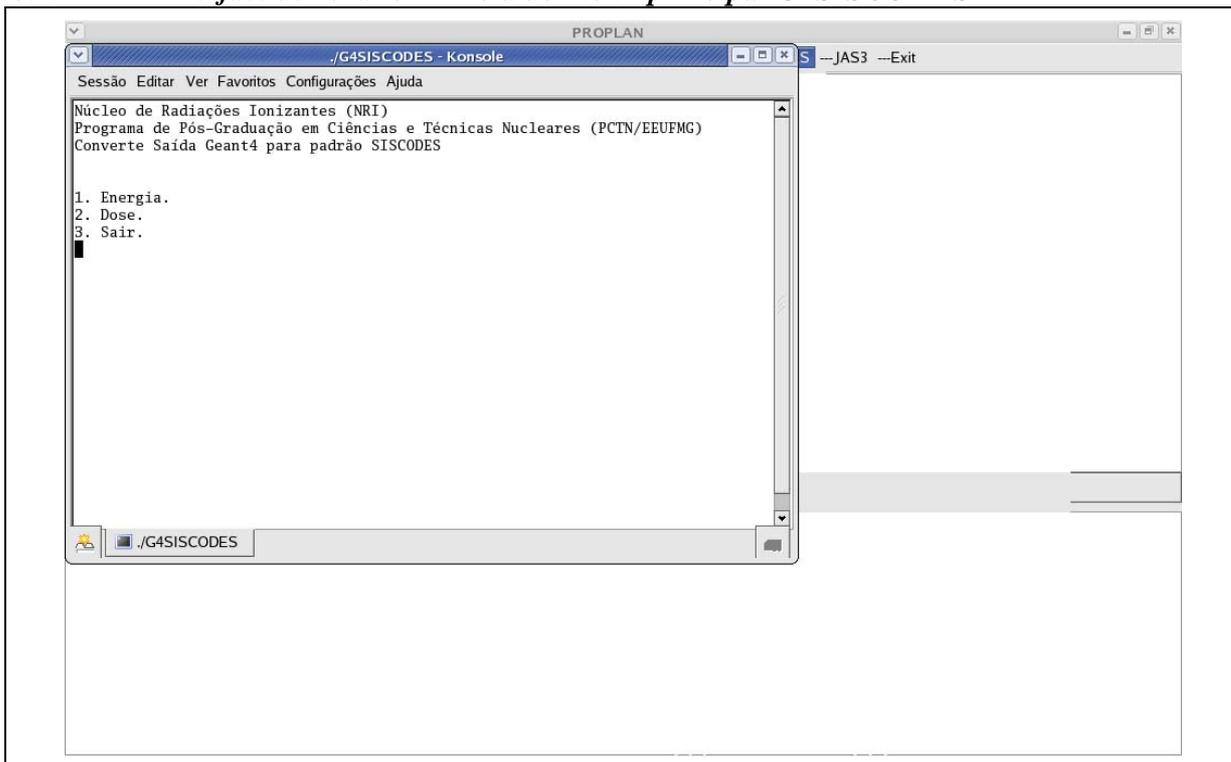
3.1.10.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	Itens de Help	Selecionar o item desejado para apresentação da descrição do item	O comando do Geant4 pode ser executado no modo <i>batch</i> , na linha de comando <i>batch</i>

3.1.10.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Ao clicar sobre o item de menu, confirma a seleção	Habilitado
2	<i>Exit</i>	Fecha esta interface, salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação
3	<i>File</i>	Interrompe o processo, não salva o arquivo de saída e finaliza o sistema.	Sem confirmação

3.1.11 Interface de usuário << Tela do menu principal G4SISCODES >>



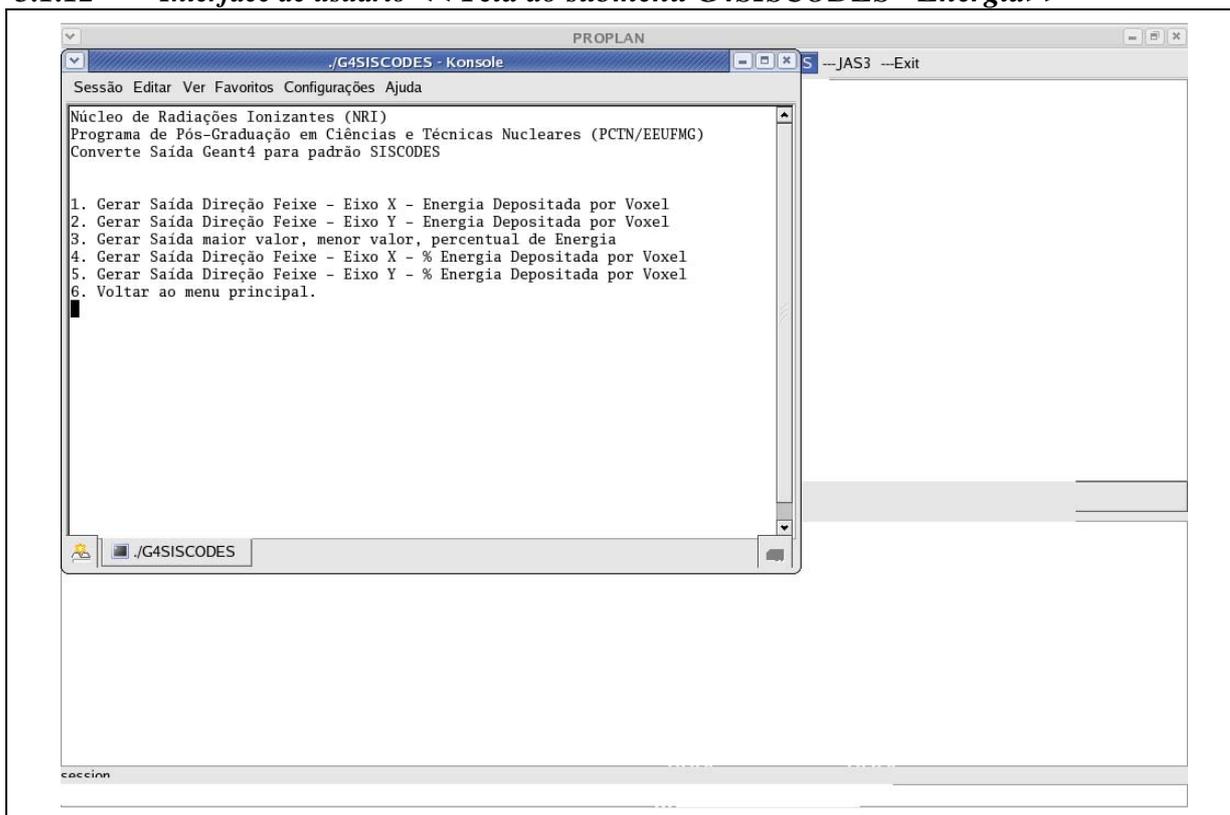
3.1.11.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	1. Energia	Digitar o número "1" para entrar no submenu "Energia"	
2	2. Dose	Digitar o número "2" para entrar no submenu "Dose"	
3	3. Sair	Digitar o número "3" para finalizar o G4SISCODES	

3.1.11.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Digitar o número da opção para confirmar a seleção	Sem confirmação
2	Selecionar	Digitar o número 3 para finalizar o G4SISCODES	Sem confirmação

3.1.12 Interface de usuário << Tela do submenu G4SISCODES - Energia>>



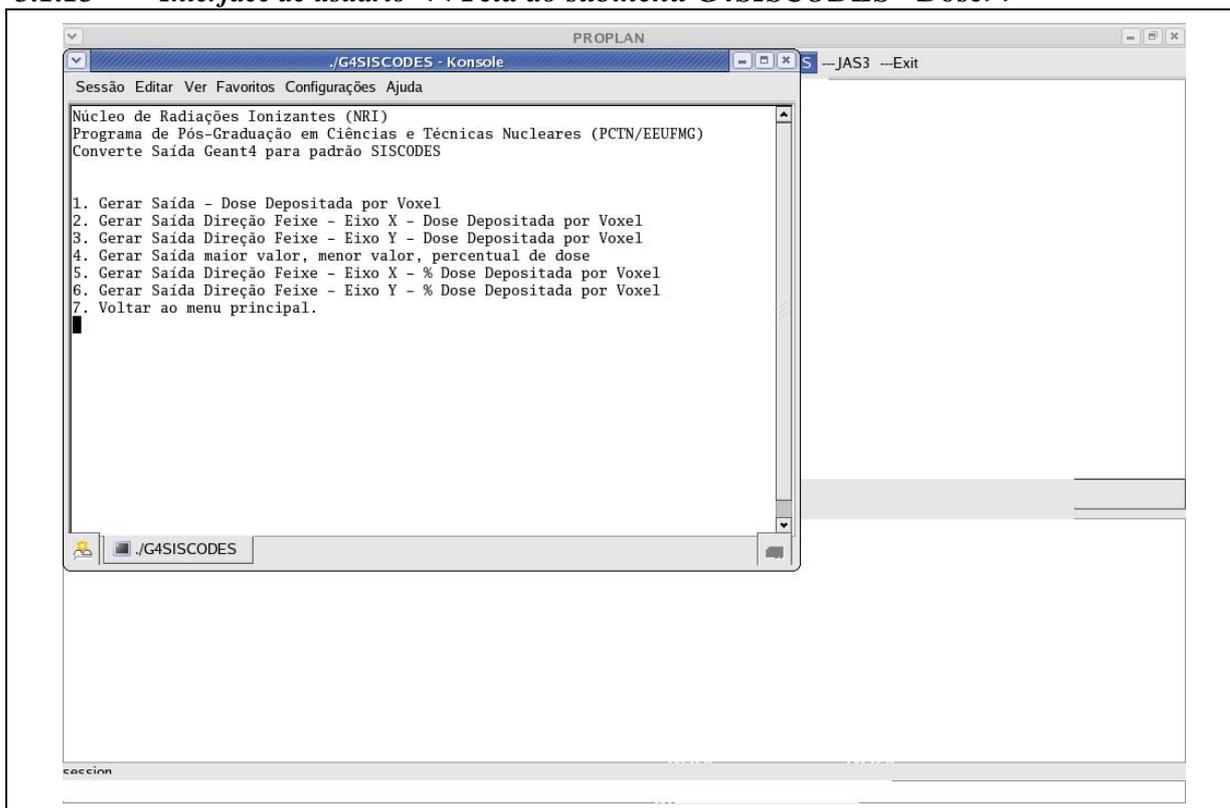
3.1.12.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	1. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo X - Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 1 - gera o arquivo "EnergyDistributionX.out"	O arquivo "EnergyDistribution.out" deve estar salvo diretório indicado.
2	2. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo Y - Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 2 - gera o arquivo "EnergyDistributionY.out"	O arquivo "EnergyDistribution.out" deve estar salvo diretório indicado.
3	3. Gerar Saída maior valor, menor valor, percentual de Energia	Digitar o número 3 - gera os arquivos "EnergyMinMax.out" e "EnergyDistributionPercent.out"	Executar o item 3, antes de processar os itens 4 e 5
4	4. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo X - % Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 5 - gera o arquivo "EnergyDistributionPercentX.out"	Executar o item 3, antes de processar os itens 4 e 5
5	5. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo Y - % Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 6 - gera o arquivo "EnergyDistributionPercentY.out"	Executar o item 3, antes de processar os itens 4 e 5
6	6. Voltar ao menu principal.		

3.1.12.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Digitar o número da opção para confirmar a seleção	Sem confirmação
2	Selecionar	Digitar o número 6 para voltar ao Menu Principal	Sem confirmação

3.1.13 Interface de usuário << Tela do submenu G4SISCODES - Dose >>



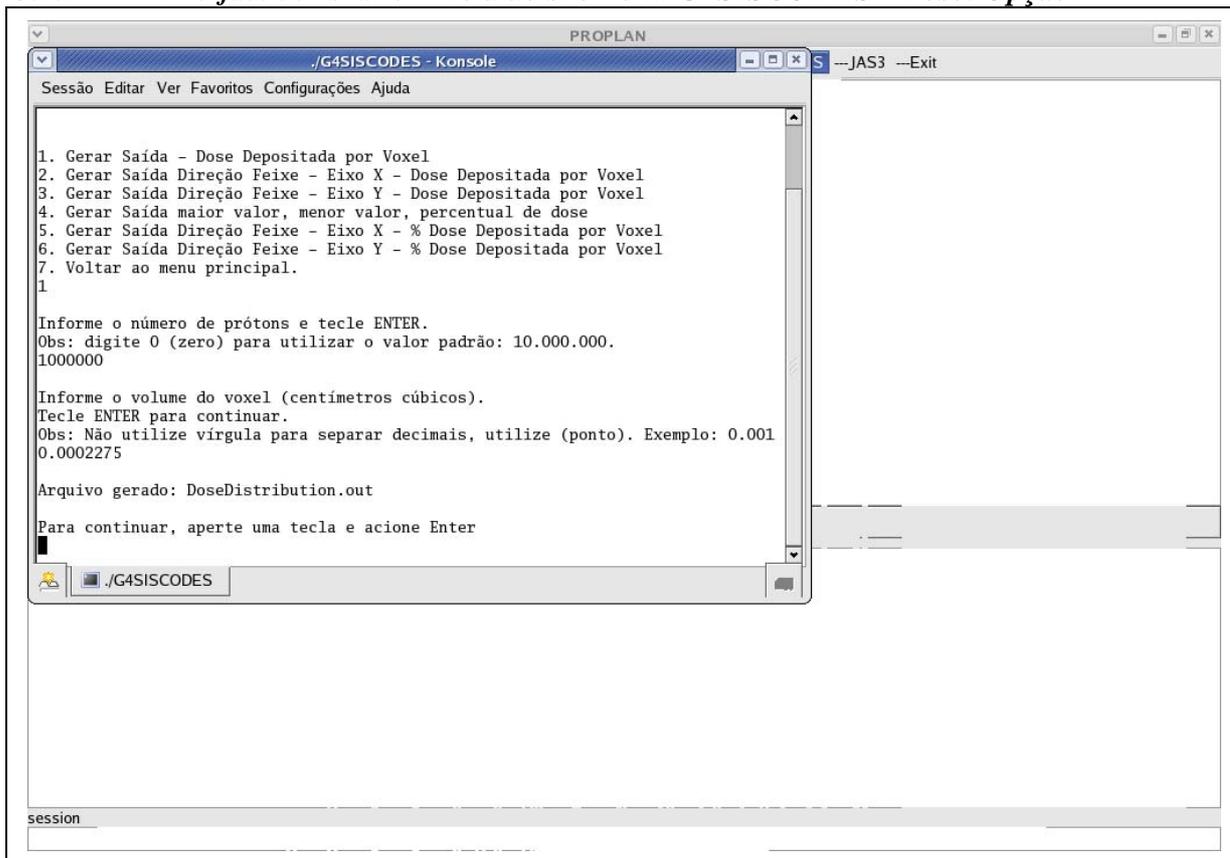
3.1.13.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	1. Gerar Saída - Dose Depositada por Voxel	O arquivo "EnergyDistribution.out" deve estar salvo diretório indicado. Informar o número de prótons incidentes e o volume do <i>voxel</i> em cm ³	Não utilizar vírgula para separar decimais, utilizar ponto. Executar o item 1, antes de processar os itens 2 e 3
2	2. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo X - Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 2 - gera o arquivo "DoseDistributionX.out"	
3	3. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo Y - Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 3 - gera o arquivo "DoseDistributionY.out"	
4	4. Gerar Saída maior valor, menor valor, percentual de Energia	Digitar o número 4 - gera os arquivos "DoseMinMax.out" e "DoseDistributionPercent.out"	Executar o item 4, antes de processar os itens 5 e 6
5	5. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo X - % Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 5 - gera o arquivo "DoseDistributionPercentX.out"	Executar o item 4, antes de processar os itens 5 e 6
6	6. Gerar Saída Direção Feixe - Eixo Y - % Energia Depositada por Voxel	Digitar o número 6 - gera o arquivo "DoseDistributionPercentY.out"	Executar o item 4, antes de processar os itens 5 e 6
7	7. Voltar ao menu principal.		

3.1.13.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Digitar o número da opção para confirmar a seleção	Sem confirmação
2	Selecionar	Digitar o número 7 para voltar ao Menu Principal	Sem confirmação

3.1.14 Interface de usuário < Tela do submenu G4SISCODES - Dose: Opção1 >>



3.1.14.1 Campos

Número	Nome	Descrição	Restrições
1	1. Gerar Saída - Dose Depositada por Voxel	Informar o número de prótons incidentes e o volume do <i>voxel</i> em cm ³	Não utilizar vírgula para separar decimais, utilizar ponto.

3.1.14.2 Comandos

Número	Nome	Ação	Restrições
1	Selecionar	Digitar o número 1 para confirmar a seleção	Habilitado
2	Selecionar	Digitar o número 7 para voltar ao Menu Principal	Habilitado

3.1.15 Interface de software << JAS3 >>

3.1.15.1 Fonte da entrada

Arquivo de saída gerado na simulação executada no PROPLAN. Dados para formação de gráficos na ferramenta JAS3.

3.1.15.2 Destino da saída

Ferramenta de análise de dados JAS3.

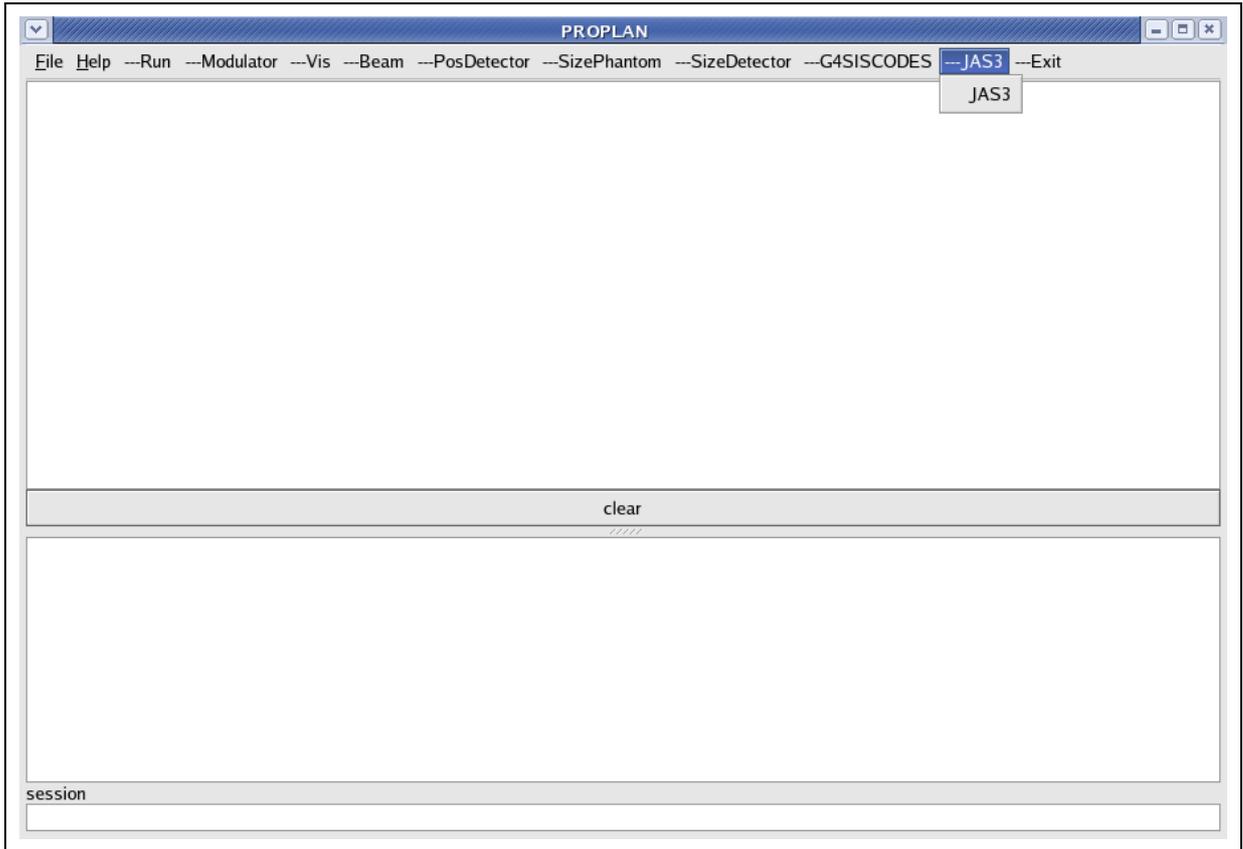
3.1.15.3 Formato

Geração do arquivo no formato .aida. Parâmetros da plataforma AIDA, configuração nas bibliotecas do Geant4 e variáveis de ambientes habilitadas.

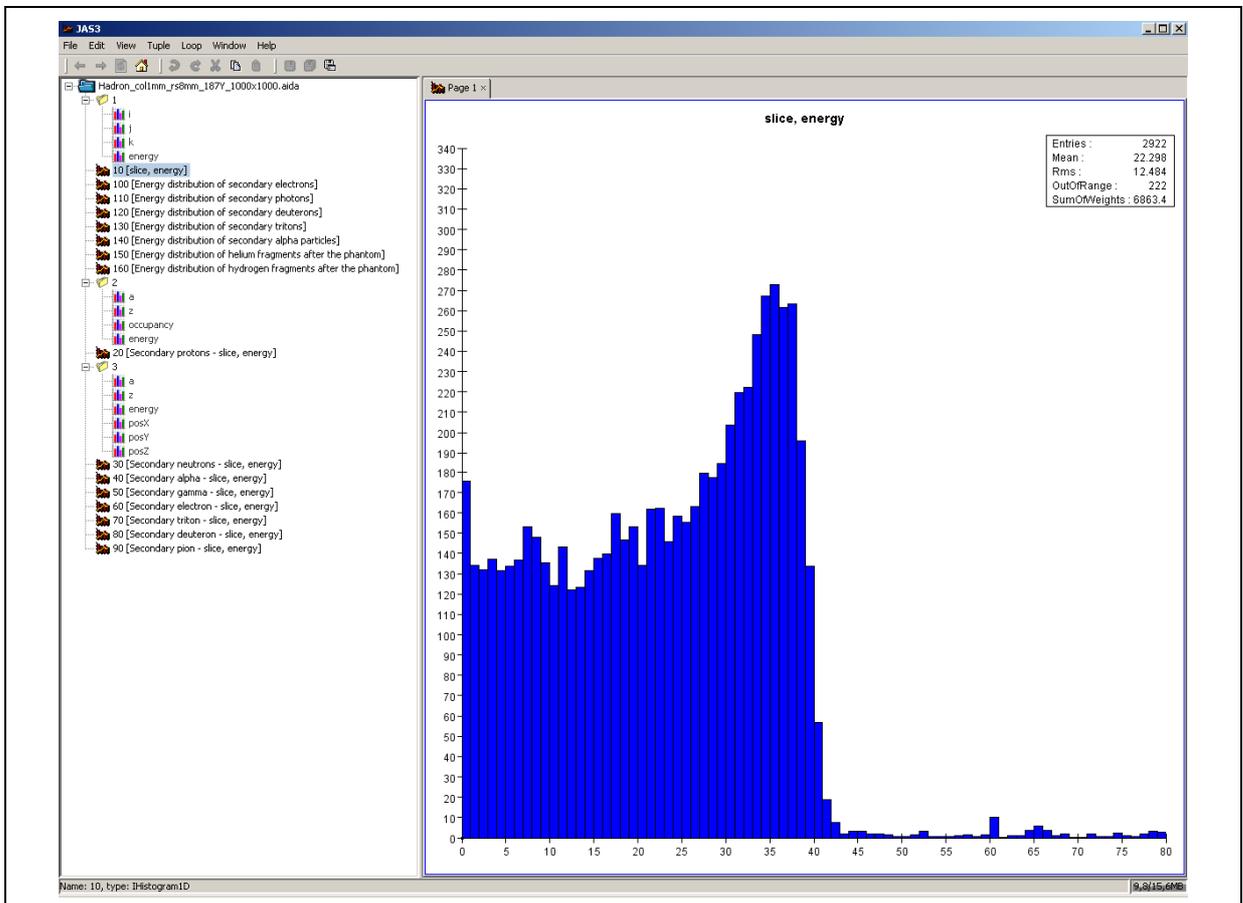
3.1.15.4 Relacionamentos com outras interfaces

Exportação de dados do Geant4 para SISCODES

3.1.15.5 Interface de usuário << Tela do submenu PROPLAN – JAS3>>



3.1.15.6 Interface de usuário << Tela do JAS3 com gráficos gerados durante a simulação>>



3.1.16 *Interface de software << G4SISCODES>>*

3.1.16.1 **Fonte da entrada**

Dados a serem exportados, resultantes da simulação realizada no ambiente Geant4 para o sistema SISCODES, de acordo com a estrutura do layout pré-definida e convertida pelo programa G4SISCODES.

3.1.16.2 **Destino da saída**

Módulo “gera saída” do SISCODES, utilização do modelo de olho padrão do SISCODES. Geração de curva de isodose.

3.1.16.3 **Formato**

Geração do arquivo no formato do sistema SISCODES, implementado no código MCNP.

3.1.16.4 **Relacionamentos com outras interfaces**

Ambiente computacional do sistema SISCODES em código MCNP. Exportação de dados do Geant4 para SISCODES

3.1.17 *Interface de software << SISCODES>>*

3.1.17.1 **Fonte da entrada**

Dados provenientes do G4SISCODES, resultantes da simulação realizada no ambiente Geant4, e convertido para para o sistema SISCODES.

3.1.17.2 **Destino da saída**

Módulo “gera saída” do SISCODES, utilização do modelo de olho padrão do SISCODES. Geração de curva de isodose.

3.1.17.3 **Formato**

Arquivo no formato do sistema SISCODES, implementado no código MCNP.

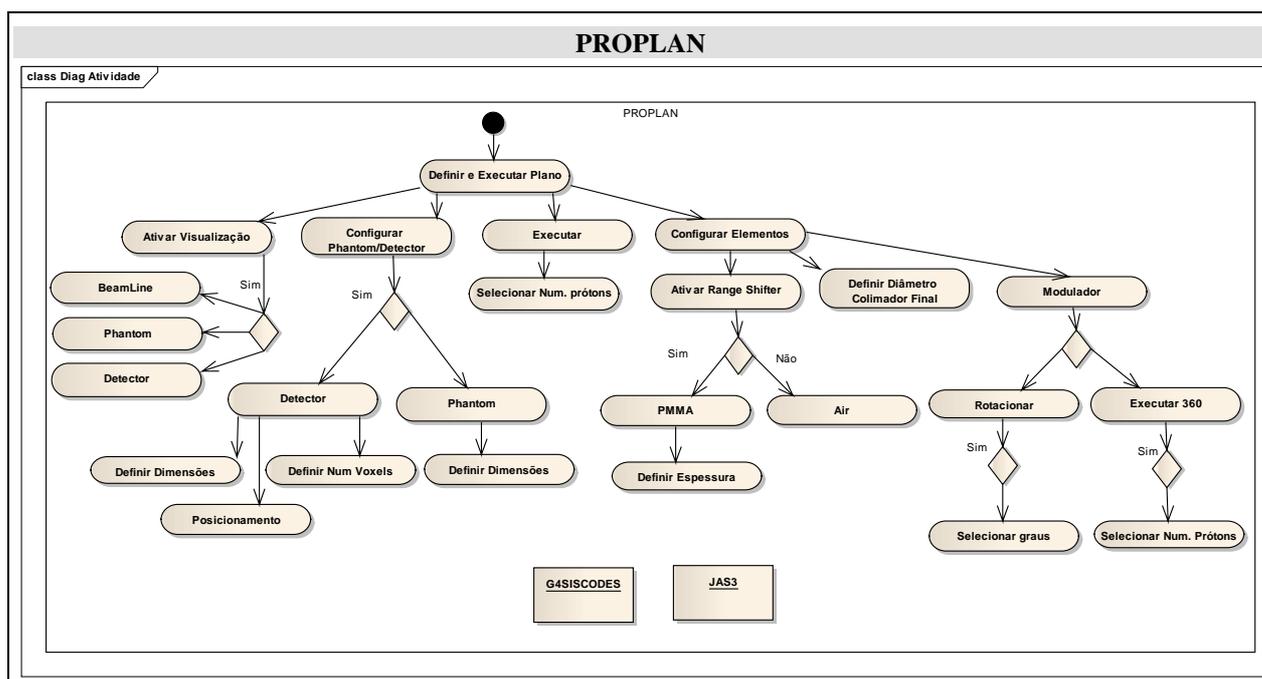
3.1.17.4 **Relacionamentos com outras interfaces**

Ambiente computacional do sistema SISCODES em código MCNP. Interface com modelo de olho padrão do SISCODES.

3.2 Requisitos funcionais

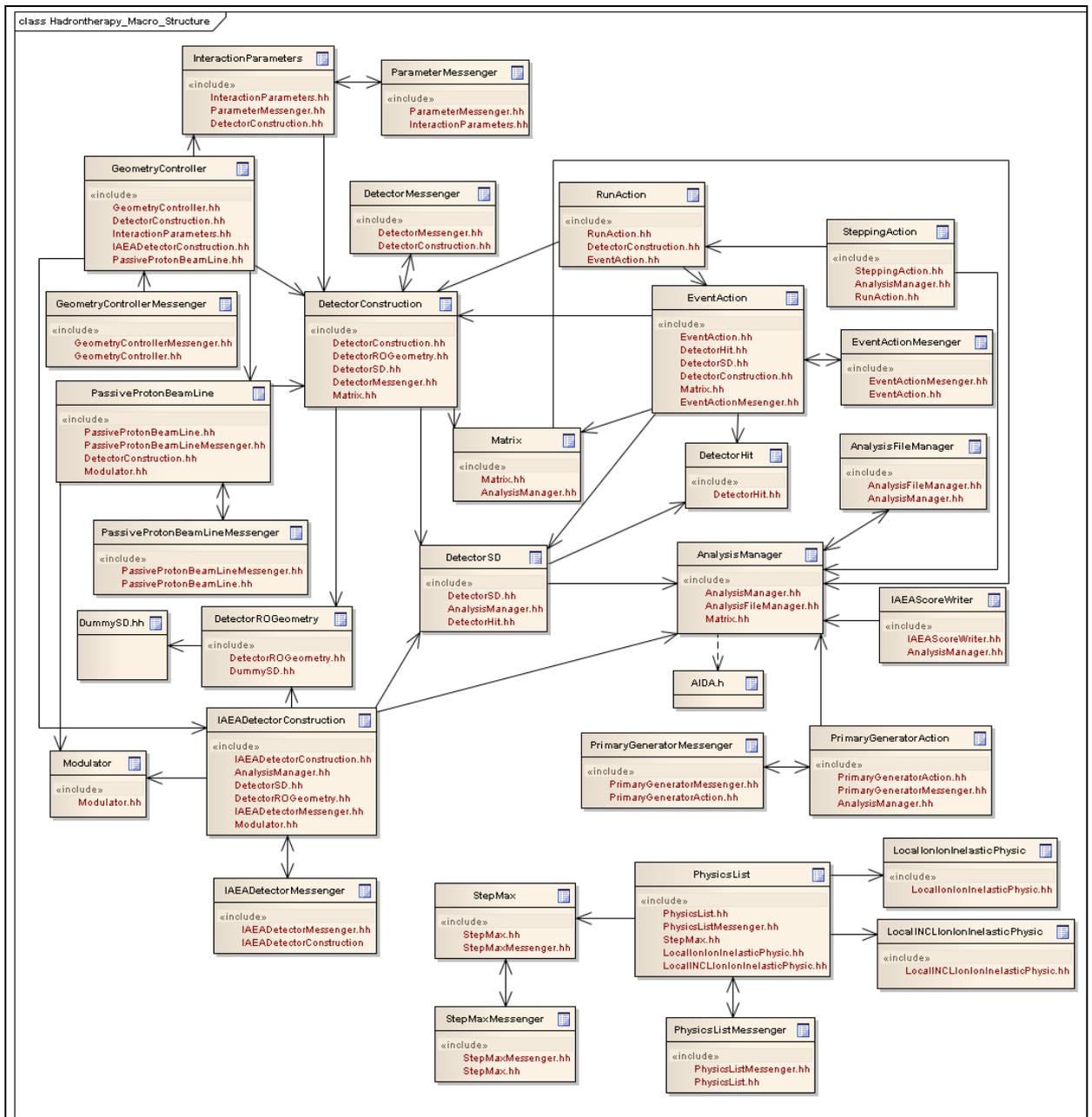
Número de ordem	Caso de uso	Descrição
1	Configuração parâmetros simulação próton-terapia	Os parâmetros de simulação podem ser configurados de forma interativa, em batch ou em macro, através da execução da interface gráfica do PROPLAN.
2	Execução simulação próton-terapia	Após a configuração dos parâmetros a simulação é executada no ambiente Geant4 e na interface gráfica PROPLAN.
3	Conversão saída Geant4 - SISCODES	Exportação de dados do Geant4 para SISCODES. Conversão do valor de energia depositada no <i>voxel</i> e do formato do Geant4 para o formato do SISCODES.
4	Cálculos Dose/Energia Depositado Voxel	Conversão do valor de energia para dose depositada no <i>voxel</i> e do formato do Geant4 para o formato do SISCODES. Converte o valor de energia para dose depositada no <i>voxel</i> a partir do volume do <i>voxel</i> e do número de prótons incidentes (Gy/p)
5	Geração curva isodose	Geração de curva de isodose, no módulo “gera saída” do SISCODES, a partir do modelo de olho padrão.
6	Geração de gráficos dos resultados no formato AIDA	Geração de gráficos na ferramenta JAS3 de acordo com a configuração nas bibliotecas e variáveis de ambientes habilitadas do Geant4

3.2.1 Diagrama de atividade



3.3 Requisitos não funcionais

3.3.1 Requisitos de dados persistentes - Diagrama de classes persistentes – Estrutura Geant4 “Hadrontherapy”

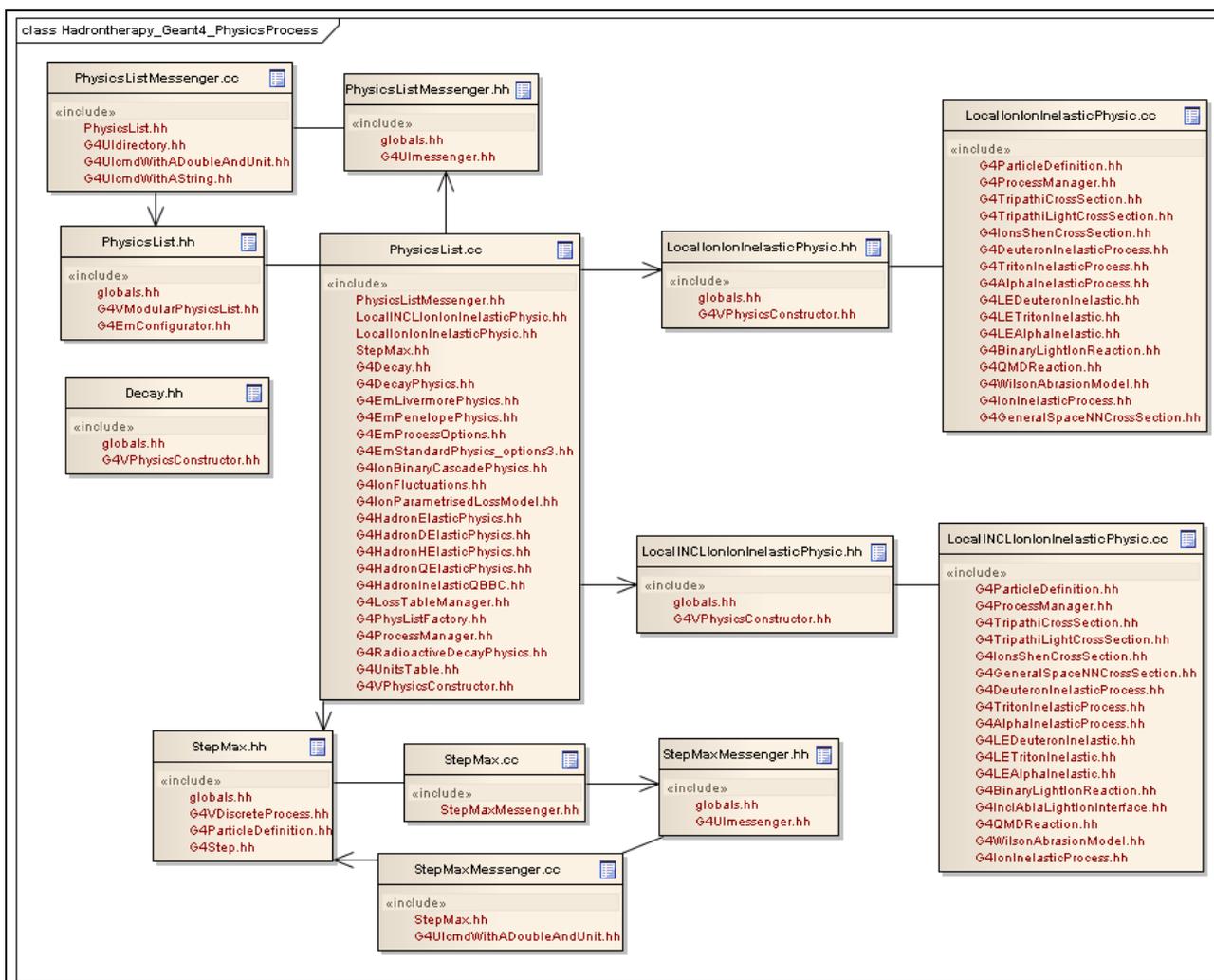


3.3.1.1 Classes persistentes

Número de ordem	Nome	Descrição
1	AnalysisFileMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados à saída da simulação.
2	AnalysisManager	Informações sobre a saída da simulação no formato .aida, contendo informações sobre: energia depositada no fantoma das partículas primárias e secundárias e distribuição de energia das partículas secundárias
3	DetectorConstruction	Informações da geometria do “detector” e “phantom”, incluindo posicionamento dos volumes do ROGeometry (Readout Geometry) e a formação da matriz do arquivo de saída.

Número de ordem	Nome	Descrição
4	DetectorHit	Informações do “hit” da interação física.
5	DetectorMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados ao “detector” e “phantom”.
6	DetectorROGeometry	Informações da integração das geometrias do “world”, “detector” e “phantom”, incluindo características dos volumes físicos e lógicos.
7	DetectorSD	Informações da acumulação de interação da(s) trajetória(s) no componente “sensitive detector” (SD).
8	EventAction	Informações dos eventos que ocorrem na simulação, na interação das partículas primárias no “detector”.
9	EventActionMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados aos eventos da simulação.
10	GeometryController	Informações das geometrias da linha de feixe “passive line” e “IAEA”.
11	GeometryMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados às geometrias da linha de feixe “passive line” e “IAEA”.
12	InteractionParameters	Informações físicas das partículas e das bases de dados nucleares.
13	Matrix	Informações da formação da matriz do arquivo de saída, contendo a coordenada XYZ e a energia depositada.
14	Modulator	Informações da geometria do sistema de modulação, incluindo características dos volumes físicos e lógicos.
15	ParameterMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados às informações físicas das partículas e das bases de dados nucleares.
16	PhysicsList	Informações dos modelos físicos ativos no Geant4 - “Hadrontherapy”.
17	PhysicsListMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados aos modelos físicos ativos no Geant4 - “Hadrontherapy”.
18	PrimaryGeneratorAction	Informações das propriedades das partículas primárias.
19	PrimaryGeneratorMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados às propriedades das partículas primárias.
20	RunAction	Informações de controle de um conjunto de eventos que compartilham de uma execução comum no “detector”.
21	StepMax	Informações de controle do “step” da trajetória da partícula
22	StepMaxMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados ao “step” da trajetória da partícula.
23	SteppingAction	Informações dos objetos referentes à simulação de partículas, como “step” da trajetória da partícula, interações físicas e identificação das partículas primárias e secundárias.
24	IAEADetectorConstruction	Informações dos dispositivos e materiais da linha de feixe da IAEA.
25	IAEADetectorMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados aos dispositivos e materiais da linha de feixe da IAEA.
26	IAEAScoreWriter	Informações sobre a saída da simulação no formato .aida para a geometria da IAEA.
27	LocalINCLIonIonInelasticPhysic	Informações do pacote de processos físicos denominado “LocalINCLIonIonInelasticPhysic”
28	LocalIonIonInelasticPhysic	Informações do pacote de processos físicos denominado “LocalIonIonInelasticPhysic”
29	PassiveProtonBeamLine	Informações da geometria dos dispositivos e materiais da linha de feixe, incluindo características dos volumes físicos e lógicos.
30	PassiveProtonBeamLineMessenger	Informações dos comandos interativos relacionados aos dispositivos e materiais da linha de feixe.

3.3.2 Requisitos de dados persistentes - Diagrama de classes persistentes – Detalhe - Processos Físicos Geant4 “Hadrontherapy”



3.3.2.1 Classes persistentes

Número de ordem	Nome	Descrição
1	PhysicsList.hh e PhysicsList.cc	Informações dos modelos físicos ativos no Geant4 - “Hadrontherapy”.
2	PhysicsListMessenger.hh e PhysicsListMessenger.cc	Informações dos comandos interativos relacionados aos modelos físicos ativos no Geant4 - “Hadrontherapy”.
3	StepMax.hh e StepMax.cc	Informações de controle do “step” da trajetória da partícula
4	StepMaxMessenger.hh e StepMaxMessenger.cc	Informações dos comandos interativos relacionados ao “step” da trajetória da partícula.
5	LocalINCLIonIonInelasticPhysic.hh e LocalINCLIonIonInelasticPhysic.cc	Informações do pacote de processos físicos denominado “LocalINCLIonIonInelasticPhysic”
6	LocalIonIonInelasticPhysic.hh e LocalIonIonInelasticPhysic.cc	Informações do pacote de processos físicos denominado “LocalIonIonInelasticPhysic”
7	Decay.hh	Informações do pacote de processos físicos de decaimento

Nome da Classe.cc – se refere ao tipo de arquivo de código fonte

Nome da Classe.hh – se refere ao tipo de arquivo de bibliotecas chamadas pelo código fonte

As bibliotecas inicializadas com “G4...”, se referem às bibliotecas nativas do Geant4, como também a “globals.hh”