

## Agradecimentos

---

Ao orientador e amigo Luiz Fernando Martha pela energia e pelas idéias fundamentais para a realização desse trabalho.

Ao João Luiz, o Açaí, pelas idéias e pelo acompanhamento do trabalho.

Ao Professor Sidnei Pires Rostirolla pelo fornecimento de amplo material bibliográfico, contribuindo bastante para o enriquecimento dessa tese.

Ao amigo Ivan pelas conversas que foram fundamentais para me manter motivado e conseqüentemente contribuíram para a conclusão do trabalho.

Aos amigos do Tecgraf, em especial aos colegas (Camilo, Tílio, Ivan, Lula, Waldemar, Thadeu, Setton e William) que participaram dos divertidíssimos almoços, sempre relaxantes, e que renovaram o restante das jornadas diárias de trabalho.

Ao Grupo Tecgraf, que representa muito mais do que um Centro Tecnológico capaz de fornecer suporte financeiro e tecnológico, mas, sobretudo, o aconchego de uma família.

À amiga Ana Perez, cujas conversas tanto ajudaram a clarear as questões mais básicas.

À todos os professores do Departamento de Engenharia Civil da PUC que acompanharam o meu desenvolvimento acadêmico desde que ingressei nessa Universidade em 1990.

À Ana Roxo, em especial, e a todos os demais funcionários do Departamento de Engenharia Civil da PUC.

Ao CNPp pelo apoio financeiro durante os cursos de mestrado e doutorado.

## Resumo

---

Este trabalho apresenta uma nova abordagem para o balanceamento de seções geológicas baseada em modelagem física e simulação numérica. O objetivo principal é introduzir alguns conceitos da Mecânica do Contínuo no processo de restauração geológica, de forma a considerar as propriedades físicas dos materiais geológicos durante a simulação do movimento de um bloco de rocha sobre uma falha. A estratégia adotada utiliza-se de um algoritmo de Relaxação Dinâmica acoplado ao Método dos Elementos Finitos para resolver sistemas de equações, com condições de contorno específicas para a movimentação do bloco sobre a falha.

Foi adotado como ambiente de desenvolvimento um sistema de balanceamento de seções geológicas composto por um conjunto de transformações geométricas comuns na abordagem clássica do problema. O sistema utiliza uma tecnologia de modelagem geométrica baseada em uma estrutura de dados que permite a representação topológica completa de uma subdivisão planar.

A simulação numérica do balanceamento de seções geológicas proposta é implementada dentro desse ambiente e integra três módulos distintos: um módulo de pré-processamento no qual os dados requeridos podem ser facilmente gerados, um módulo de análise onde o método de Relaxação Dinâmica foi implementado e, finalmente, um módulo de pós-processamento em que podem ser visualizados os resultados obtidos da simulação numérica.

Considera-se ainda a natureza palinspática do problema de restauração através de uma interface gráfica amigável do ponto de vista do usuário. Neste sentido, foi realizada uma reorganização completa da interface gráfica e das classes de atributos geológicos associados às entidades topológicas (linhas e regiões) da seção geológica. Esta organização teve dois objetivos: o primeiro, implementar um processo gráfico baseado em uma árvore de decisões para o gerenciamento das tarefas do balanceamento, que

envolve passos arbitrários de tentativa e erro, e, o segundo, possibilitar a implementação da simulação numérica dentro do processo de balanceamento.

As idéias propostas podem ser consideradas como o primeiro passo para o desenvolvimento de um sistema de balanceamento de seções geológicas, cujas medidas de deformação representem de forma mais aproximada o comportamento mecânico das rochas, além de ser mais automatizado, o que sugere futuramente a implementação de um sistema tridimensional, no qual seja menos exigida a interação com o usuário.

## Abstract

---

This work presents a new approach for the restoration of geological cross-sections that is based on physical modeling and numerical simulation. The main purpose is to introduce Continuum Mechanics concepts into the geological restoration process in order to consider physical properties of the materials during the simulation of the movement of a rock block along a fault. The adopted strategy uses a dynamic relaxation algorithm to solve the equation system that arises from the numerical simulation based on the Finite Element Method, together with some specific boundary conditions to represent the movement of the rock block over the fault.

As development environment, a cross-section restoration system was adopted, composed by a group of usual geometric transformations from the classical approach of the problem. This system adopts a geometric modeling technology based on a data structure that is capable of completely representing the topology of a planar subdivision.

The proposed numerical simulation is implemented inside this system and integrates with three different modules: a pre-processing module, where the required input data can be easily generated; an analysis module, in which the dynamic relaxation method has been implemented; and a post-processing module, where the results of the numerical simulation can be viewed.

The palinspatic nature of the restoration problem is taken into account by means of a user-friendly graphics interface that was specifically designed for the system. The graphics interface and the geological attribute classes were completely re-organized with two purposes. First, to implement a graphical interface based on a decision tree to manage user tasks involved in the restoration process, which includes trial-and-error steps. Second, to provide support for the implementation of numerical simulation in the restoration process.

The ideas proposed herein can be considered as a first step towards a complete geological cross-section restoration system in which more consistent deformation measures can be incorporated into the governing equations to better represent the mechanical behavior of the rocks, and is also an expansion of the presented system to a three-dimensional environment, currently under investigation.

# Índice

---

<i>Agradecimentos</i>	<i>i</i>
<i>Resumo</i>	<i>ii</i>
<i>Abstract</i>	<i>iv</i>
<i>Índice</i>	<i>vi</i>
<i>Lista de Figuras</i>	<i>x</i>
<i>Capítulo 1 – Introdução</i>	<i>1</i>
<i>1.1. Introdução</i>	<i>1</i>
<i>1.2. Motivações</i>	<i>2</i>
<i>1.3. Objetivos</i>	<i>4</i>
<i>1.4. Organização da Dissertação</i>	<i>6</i>
<i>Capítulo 2 – Técnicas Clássicas de Balanceamento</i>	<i>8</i>
<i>2.1. Estruturas Geológicas</i>	<i>8</i>
<i>2.1.1. Zoneamento da Crosta Terrestre</i>	<i>10</i>
<i>2.1.2. Tectônica Distensiva</i>	<i>11</i>
<i>2.1.3. Tectônica Compressiva</i>	<i>12</i>
<i>2.1.4. Tectônica Transcorrente</i>	<i>12</i>
<i>2.1.5. Camadas Geológicas</i>	<i>13</i>
<i>2.1.6. Fraturas</i>	<i>14</i>
<i>2.2. Reologia das Rochas</i>	<i>17</i>
<i>2.2.1. Comportamento Mecânico dos Materiais</i>	<i>19</i>
<i>2.2.2. Comportamento Mecânico das Rochas</i>	<i>20</i>
<i>2.2.2.1. Deformação Rúptil</i>	<i>21</i>
<i>2.2.2.2. Deformação Dúctil</i>	<i>21</i>
<i>2.2.3. Comportamento Mecânico do Sal</i>	<i>22</i>
<i>2.3. Seções Geológicas</i>	<i>22</i>
<i>2.4. O Balanceamento Clássico</i>	<i>25</i>
<i>2.4.1. Premissas</i>	<i>25</i>
<i>2.4.2. Algumas Técnicas de Balanceamento</i>	<i>27</i>

2.4.3. <i>As Ferramentas</i>	30
<i>Capítulo 3 – O Sistema Recon</i>	33
3.1. <i>Introdução</i>	33
3.2. <i>Subdivisão Planar</i>	34
3.3. <i>Modelagem da Subdivisão Planar</i>	37
3.4. <i>O Sistema Recon Original</i>	40
3.4.1. <i>Criação de Uma Seção Geológica</i>	40
3.4.2. <i>Camadas</i>	40
3.4.3. <i>Módulos</i>	41
3.4.4. <i>Transformações</i>	42
3.4.5. <i>Consultas</i>	42
3.4.6. <i>Ajuste</i>	42
3.5. <i>Atributos Geológicos na Versão Original do Recon</i>	42
3.6. <i>As Transformações Geométricas</i>	45
3.6.1. <i>Transformações Rígidas</i>	46
3.6.1.1. <i>Translação</i>	46
3.6.1.2. <i>Rotação</i>	46
3.6.2. <i>Transformações Não Rígidas</i>	46
3.6.2.1. <i>Cisalhamento Simples</i>	46
3.6.2.2. <i>Move Sobre Falha</i>	49
3.7. <i>Novos Desenvolvimentos</i>	50
3.7.1. <i>Nova Interface Gráfica</i>	51
3.7.2. <i>Geração e Importação de Novas Seções</i>	52
3.8. <i>O Gerenciador de Balanceamento</i>	53
3.9. <i>Implementação da Modelagem do Sal</i>	59
<i>Capítulo 4 – Mecânica Computacional no Balanceamento</i>	63
4.1 <i>Histórico</i>	64
4.2 <i>Uma Outra Abordagem</i>	67
4.3 <i>Método dos Elementos Finitos</i>	68
4.3.1. <i>Formulação Para Análises Tensão Deformação Planas</i>	69
4.4 <i>Relaxação Dinâmica</i>	74

4.4.1. <i>Introdução</i>	74
4.4.2. <i>O Algoritmo</i>	75
4.4.3. <i>A Formulação</i>	77
4.5. <i>A Estratégia</i>	83
4.5.1 <i>O Move-Sobre-Falha Convencional</i>	84
4.5.2. <i>Condições de Contorno</i>	85
4.5.3. <i>Tipos de Carregamento</i>	87
<i>Capítulo 5 – Implementação da Modelagem Física</i>	90
5.1. <i>Introdução</i>	90
5.2. <i>Organização das Classes de Atributos</i>	90
5.2.1. <i>Classe GeoFace</i>	92
5.2.2. <i>Classe GeoEdge</i>	93
5.2.3. <i>Classe Line</i>	94
5.2.4. <i>Classe Layer</i>	95
5.3. <i>O Módulo de Análise</i>	97
5.3.1. <i>O Programa Relax</i>	97
5.3.2. <i>Dados de Entrada</i>	100
5.3.3. <i>Restrição de Deslocamento Nodal Sobre a Falha</i>	102
5.3.4. <i>Implementação da Restrição</i>	103
5.4. <i>O Sistema Integrado</i>	113
5.4.1. <i>O Pré-Processador</i>	113
5.4.1.1. <i>Atributos Globais da Análise</i>	114
5.4.1.2. <i>Atributos do Meio Contínuo</i>	115
5.4.1.3. <i>A Geometria do Modelo</i>	115
5.4.1.4. <i>Restrições ao Deslocamento</i>	120
5.4.1.5. <i>Carregamento</i>	120
5.4.2. <i>O Pós-Processador</i>	121
5.4.2.1. <i>Definição da Nova Geometria</i>	122
5.4.2.2. <i>Calculo e Visualização das Deformações Internas</i>	124
5.4.3. <i>Organização das Classes</i>	130
5.4.4. <i>Comunicação Entre o Recon e o Relax</i>	133



<i>Capítulo 6 – Exemplos</i>	<i>134</i>
6.1. <i>Introdução</i>	<i>134</i>
6.2. <i>Perfil ao Norte do Campo de Albacora</i>	<i>135</i>
6.3. <i>Exemplo de Utilização do Sistema Integrado</i>	<i>142</i>
6.4. <i>Campo de Parecis</i>	<i>150</i>
<i>Capítulo 7 – Conclusões</i>	<i>156</i>
7.1. <i>Resumo</i>	<i>156</i>
7.2. <i>Observações</i>	<i>157</i>
7.3. <i>Principais Contribuições</i>	<i>159</i>
7.4. <i>Sugestões Para Trabalhos Futuros</i>	<i>160</i>
8. <i>Referências Bibliográficas</i>	<i>163</i>

## Lista de Figuras

---

<i>Figura 2.1</i>	<i>Exemplos de Estruturas Geológicas</i>	9
<i>Figura 2.2</i>	<i>Exemplos de Seções Distensivas e Compressivas</i>	13
<i>Figura 2.3</i>	<i>Camadas Geológicas Estratificadas</i>	14
<i>Figura 2.4</i>	<i>Camadas em Uma Seção Geológica Atual</i>	11
<i>Figura 2.5</i>	<i>Classificação Geométrica de Falhas</i>	15
<i>Figura 2.6</i>	<i>A Geometria da Falha Lútrica</i>	16
<i>Figura 2.7</i>	<i>Tensões Atuantes no Solo</i>	18
<i>Figura 2.8</i>	<i>Gráfico Tensão vs Deformação</i>	19
<i>Figura 2.9</i>	<i>Definição do Coeficiente de Poisson</i>	20
<i>Figura 2.10</i>	<i>Detalhe da Bacia de Campos</i>	24
<i>Figura 2.11</i>	<i>Mapeamento da Sísmica</i>	24
<i>Figura 2.12</i>	<i>Seção Obtida da Interpretação dos Dados Sísmicos</i>	24
<i>Figura 2.13</i>	<i>O Processo do Balanceamento</i>	26
<i>Figura 2.14</i>	<i>Cálculo da Descompactação</i>	29
<i>Figura 2.15</i>	<i>Cisalhamento Puro Em Um Bloco Sobre Uma Falha</i>	31
<i>Figura 2.16</i>	<i>Dobramento das Camadas Em Terrenos Compressivos</i>	32
<i>Figura 3.1</i>	<i>Entidades Topológicas De Uma Seção Geológica</i>	34
<i>Figura 3.2</i>	<i>Exemplo De Uma Subdivisão do <math>R^2</math></i>	35
<i>Figura 3.3</i>	<i>Orientação de Usos e Ciclos em Uma Subdivisão Planar</i>	36
<i>Figura 3.4</i>	<i>Estrutura de Dados Winged-edge</i>	37
<i>Figura 3.5</i>	<i>Estrutura de Dados Half-edge</i>	39
<i>Figura 3.6</i>	<i>Subdivisão Hierárquica da Seção Dividida em Módulos</i>	41
<i>Figura 3.7</i>	<i>Organização Original das Classes de Atributos no Sistema Recon</i>	44
<i>Figura 3.8</i>	<i>Cisalhamento Simples: Montagem do campo de deformações</i>	47
<i>Figura 3.9</i>	<i>Cisalhamento Simples: Dobras na Geometria Origem</i>	48
<i>Figura 3.10</i>	<i>Move Sobre Falha Geométrico: Exemplo</i>	50
<i>Figura 3.11</i>	<i>Estrutura de Uma Árvore Genérica</i>	54
<i>Figura 3.12</i>	<i>Relação Hierárquica Entre Nós da Árvore</i>	55

<i>Figura 3.13</i>	<i>Classe VisNode: Implementação</i>	56
<i>Figura 3.14</i>	<i>Relacionamento Entre as Classes VisNode e VisTree</i>	57
<i>Figura 3.15</i>	<i>O Gerenciador de Balanceamento: Interface</i>	58
<i>Figura 3.16</i>	<i>Interface do Sistema Recon Sem o Gerenciador de Balanceamento</i>	58
<i>Figura 3.17</i>	<i>Interface do Sistema Recon Com o Gerenciador de Balanceamento</i>	59
<i>Figura 3.18</i>	<i>Seção Com Camada de Sal: Etapa 1</i>	60
<i>Figura 3.19</i>	<i>Seção Com Camada de Sal: Etapa 2</i>	60
<i>Figura 3.20</i>	<i>Seção Com Camada de Sal: Etapa 3</i>	60
<i>Figura 3.21</i>	<i>Recon: Visualização do Histórico de Variação da Área de Sal</i>	61
<i>Figura 4.1</i>	<i>Discretização do Meio Contínuo Por Elementos T3</i>	70
<i>Figura 4.2</i>	<i>Método da Relaxação Dinâmica</i>	76
<i>Figura 4.3</i>	<i>Move Sobre Falha Convencional</i>	84
<i>Figura 4.4</i>	<i>Sistema de Coordenadas Locais Em Um Tramo da Falha</i>	85
<i>Figura 4.5</i>	<i>Estratégia de Utilização do Algoritmo de Relaxação Dinâmica</i>	86
<i>Figura 4.6</i>	<i>Condições de Contorno e de Carregamento</i>	87
<i>Figura 4.7</i>	<i>Definição do Campo de Deslocamentos Prescritos</i>	88
<i>Figura 5.1</i>	<i>Nova Organização das Classes de Atributos no Sistema Recon</i>	91
<i>Figura 5.2</i>	<i>Definição da Classe GeoFace</i>	92
<i>Figura 5.3</i>	<i>Definição da Classe GeoEdge</i>	93
<i>Figura 5.4</i>	<i>Definição da Classe Line e Suas Sub-classes</i>	94
<i>Figura 5.5</i>	<i>Definição da Classe Layer e Suas Sub-classes</i>	96
<i>Figura 5.6</i>	<i>Relax: Hierarquia das Classes dos Tipos de Análise</i>	98
<i>Figura 5.7</i>	<i>Relax: Hierarquia das Classes dos Materiais</i>	98
<i>Figura 5.8</i>	<i>Relax: Hierarquia das Classes dos Elementos</i>	98
<i>Figura 5.9</i>	<i>Relax: Ajuste Geométrico</i>	104
<i>Figura 5.10</i>	<i>Relax: Apoio Inclinado</i>	105
<i>Figura 5.11</i>	<i>Relax: Restrições ao Deslocamento Sobre a Falha Lútrica</i>	107
<i>Figura 5.12</i>	<i>Relax: Definição da Orientação das Falhas</i>	108

<i>Figura 5.13</i>	<i>Relax: Identificação das Regiões Próximas a Falha</i>	<i>109</i>
<i>Figura 5.14</i>	<i>Relax: Teste Geométrico Para Localizar um Ponto Próximo a Falha</i>	<i>110</i>
<i>Figura 5.15</i>	<i>Definição de Pseudo-ângulo</i>	<i>110</i>
<i>Figura 5.16</i>	<i>Relax: Ajuste Geométrico com Projeção do Nó Sobre a Falha</i>	<i>111</i>
<i>Figura 5.17</i>	<i>Recon: Geração da Malha de Elementos Finitos</i>	<i>117</i>
<i>Figura 5.18</i>	<i>Recon: Malhas Penduradas Como Atributo de Face</i>	<i>118</i>
<i>Figura 5.19</i>	<i>Recon: Malha Unificada do Módulo</i>	<i>118</i>
<i>Figura 5.20</i>	<i>Recon: Sólido Temporário HED Para Armazenar a Malha Unificada</i>	<i>119</i>
<i>Figura 5.21</i>	<i>Recon: Definição do Campo de Deslocamentos Prescritos</i>	<i>121</i>
<i>Figura 5.22</i>	<i>Recon – Aresta HED e as Suas Subdivisões</i>	<i>122</i>
<i>Figura 5.23</i>	<i>Recon: Mapeamento Malha-Modelo</i>	<i>123</i>
<i>Figura 5.24</i>	<i>Recon: Resumo da Comunicação Entre Recon e Relax</i>	<i>124</i>
<i>Figura 5.25</i>	<i>Recon: Cálculo das Deformações No Elemento T3</i>	<i>126</i>
<i>Figura 5.26</i>	<i>Círculo de Mohr Para as Direções Principais de Deformação</i>	<i>129</i>
<i>Figura 5.27</i>	<i>Recon - Mapa de Cores Ilustrando as Deformações</i>	<i>130</i>
<i>Figura 5.29</i>	<i>Recon: Hierarquia das Classes de Transformações</i>	<i>131</i>
<i>Figura 5.30</i>	<i>Recon: Definição da Classe AnlsTrnf</i>	<i>132</i>
<i>Figura 6.1</i>	<i>Seção Original Interpretada do Campo de Albacora</i>	<i>135</i>
<i>Figura 6.2</i>	<i>Sistema Recon Com a Seção Interpretada do Campo de Albacora</i>	<i>136</i>
<i>Figura 6.3</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 2</i>	<i>136</i>
<i>Figura 6.4</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 3</i>	<i>137</i>
<i>Figura 6.5</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 4</i>	<i>137</i>
<i>Figura 6.6</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 6</i>	<i>137</i>
<i>Figura 6.7</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 8</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6.8</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 12</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6.9</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 15</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6.10</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 16</i>	<i>138</i>
<i>Figura 6.11</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 17</i>	<i>139</i>

<i>Figura 6.12</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 18</i>	<i>139</i>
<i>Figura 6.13</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 21</i>	<i>139</i>
<i>Figura 6.14</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 22</i>	<i>139</i>
<i>Figura 6.15</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 23</i>	<i>139</i>
<i>Figura 6.16</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 26</i>	<i>140</i>
<i>Figura 6.17</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 28</i>	<i>140</i>
<i>Figura 6.18</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 32</i>	<i>140</i>
<i>Figura 6.19</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 34</i>	<i>140</i>
<i>Figura 6.20</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 39</i>	<i>140</i>
<i>Figura 6.21</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 41</i>	<i>141</i>
<i>Figura 6.22</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 42</i>	<i>141</i>
<i>Figura 6.23</i>	<i>Balanceamento do Campo de Albacora: Etapa 43</i>	<i>141</i>
<i>Figura 6.24</i>	<i>Histórico da Área do Sal no Balanceamento Entre as Etapas 39 e 43</i>	<i>141</i>
<i>Figura 6.25</i>	<i>Sistema Integrado – Subdividindo as Arestas do Módulo</i>	<i>143</i>
<i>Figura 6.26</i>	<i>Sistema Integrado: Arestas Subdivididas</i>	<i>143</i>
<i>Figura 6.27</i>	<i>Sistema Integrado: Gerando a Malha por Módulo</i>	<i>144</i>
<i>Figura 6.28</i>	<i>Sistema Integrado: Malha de Elementos Finitos Gerada</i>	<i>144</i>
<i>Figura 6.29</i>	<i>Sistema Integrado: Pré-processamento</i>	<i>145</i>
<i>Figura 6.30</i>	<i>Sistema Integrado: Geração da Malha Unificada</i>	<i>145</i>
<i>Figura 6.31</i>	<i>Sistema Integrado: Chamando o Programa de Análise</i>	<i>146</i>
<i>Figura 6.32</i>	<i>Sistema Integrado: Nova Geometria (<math>v = 0,49</math>)</i>	<i>146</i>
<i>Figura 6.33</i>	<i>Sistema Integrado: Nova Geometria (<math>v = 0,25</math>)</i>	<i>147</i>
<i>Figura 6.34</i>	<i>Comparação Entre os Dois Resultados Obtidos</i>	<i>147</i>
<i>Figura 6.35</i>	<i>Histórico de Balanceamento: Seção Original</i>	<i>148</i>
<i>Figura 6.36</i>	<i>Histórico de Balanceamento: Nó fiction2</i>	<i>148</i>
<i>Figura 6.37</i>	<i>Histórico de Balanceamento: Nó fiction3</i>	<i>148</i>
<i>Figura 6.38</i>	<i>Relax - Gráfico de Convergência</i>	<i>149</i>
<i>Figura 6.39</i>	<i>Seção da Bacia de Parecis no Sistema Recon</i>	<i>150</i>
<i>Figura 6.40</i>	<i>Bacia de Parecis: Etapa 1</i>	<i>150</i>
<i>Figura 6.41</i>	<i>Bacia de Parecis: Etapa 2</i>	<i>151</i>

<i>Figura 6.42</i>	<i>Bacia de Parecis: Etapa 3</i>	<i>151</i>
<i>Figura 6.43</i>	<i>Bacia de Parecis: Etapa 4</i>	<i>151</i>
<i>Figura 6.44</i>	<i>Bacia de Parecis: Sistema de Falhas em Destaque</i>	<i>151</i>
<i>Figura 6.45</i>	<i>Sistema Recon: Sistema de Falhas em Destaque</i>	<i>152</i>
<i>Figura 6.46</i>	<i>Sistema Recon: Discretização do Bloco a Direita</i>	<i>152</i>
<i>Figura 6.47</i>	<i>Sistema Recon: Resultado da Análise</i>	<i>153</i>
<i>Figura 6.48</i>	<i>Comparação Entre o Algoritmo Geométrico e o Físico</i>	<i>153</i>
<i>Figura 6.49</i>	<i>Sistema Recon: Visualização das Deformações</i>	<i>155</i>
<i>Figura 6.50</i>	<i>Sistema Recon: Visualização das Deformações</i>	<i>155</i>