

**Universidade Federal de Ouro Preto  
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas  
Colegiado de Sistemas de Informação**



**UFOP**  
Universidade Federal  
de Ouro Preto

**Avaliação da qualidade de uso do  
software de modelagem visual e  
simulação de fenômenos ambientais  
TerraME GIMS**

**Paolla Ramos e Silva**

**TRABALHO DE  
CONCLUSÃO DE CURSO**

**ORIENTAÇÃO:**  
Tiago França Melo de Lima

**Agosto, 2016  
João Monlevade/MG**

**Paolla Ramos e Silva**

**Avaliação da qualidade de uso do software de  
modelagem visual e simulação de fenômenos  
ambientais TerraME GIMS**

Orientador: Tiago França Melo de Lima

Monografia apresentada ao curso de Sistemas de Informação do Departamento de Computação e Sistemas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação

**Universidade Federal de Ouro Preto**

**João Monlevade**

**Agosto de 2016**

S586a Silva, Paolla Ramos.  
Avaliação da qualidade de uso do software de modelagem visual e simulação de fenômenos ambientais TerraME GIMS [manuscrito] / Paolla Ramos Silva. - 2016.

93f.: il.: color; tabs.

Orientador: Prof. Me. Tiago França Melo de Lima.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Computação e Sistemas de Informação.

1. Engenharia de Software. 2. Modelagem e simulação de sistemas. 3. Linguagem de programação (Computadores). 4. Qualidade de software. 5. Programação (Computadores). I. Lima, Tiago França Melo de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.



**ANEXO IV - Ata de Defesa**

**ATA DE DEFESA**

Aos 12 dias do mês de agosto de 2016, às 13 horas e 00 minutos, na sala H102 do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, foi realizada a defesa de Monografia pelo aluno **Paolla Ramos e Silva** sendo a Comissão Examinadora constituída pelos professores: Prof. Prof. Me. Tiago França Melo Lima, Me. Leonardo Vieira dos Santos Reis, e Prof. Me. Igor Muzetti Pereira.

O candidato apresentou a monografia intitulada: *Avaliação da qualidade de uso do software de modelagem visual e simulação de fenômenos ambientais TerraME GIMS*. A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação do candidato, com nota 90 (noventa pontos), concedendo-lhe o prazo de 15 dias para incorporação das alterações sugeridas ao texto final.

Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo graduando.

João Monlevade, 12 de agosto de 2016.

Prof. Me. Tiago França Melo Lima  
Professor Orientador/Presidente

Prof. Me. Leonardo Vieira dos Santos Reis  
Professor Convidado

Prof. Me. Igor Muzetti Pereira  
Professor Convidado

Paolla Ramos e Silva  
Graduando

*Este trabalho é dedicado às crianças adultas que,  
quando pequenas, sonharam em se tornar cientistas.*

# Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus pela chance, pelas bênçãos e por ter me dado forças e renová-las quando necessitei, ao meu Santo Expedito que sempre esteve comigo principalmente quando eu achava que seria impossível. A minha família, principalmente aos meus pais amados, meu pai muito querido e a minha mãe maravilhosa, por desde cedo terem acreditado em mim, dando atenção, carinho e amor. A minha irmã Kênia, e minha subrinha Yasmin: amigas, irmãs e companheiras. Ao meu namorado César Henrique Ferreira Coelho que sentiu na pele a cada semestre exatamente tudo que eu estava sentindo, obrigada por compartilhar sua vida comigo, muito obrigada por toda dedicação, e não só pelo tempo depreendido, mas por ter caminhado junto, fazendo da minha luta, a nossa luta.

Não posso me esquecer dos bons e velhos amigos primeiramente ao Rodrigo Venâncio, que me ajudou a ter coragem de encarar o meu curso, acreditar que eu era capaz e por não ter me deixado desistir. Gostaria de te agradecer imensamente por isso! A Rafaela e a Luiza, obrigada pela união, pois sem isso nada somos. Um obrigado especial para a Ana Carolina Carvalho grande amiga, presença e apoio fundamental desde o início da minha jornada acadêmica, sempre junto a mim, muito obrigada por tudo, muito especial também a Samy Cristina e Kamylla Cardoso e suas famílias agradeço imensamente pela grande ajuda e incentivo nos últimos tempos. Vou agradecer também ao JOSÉ GERALDO (LAU), um grande amigo, exemplo de profissional, que me ajudou como pode, mesmo sem perceber. Ao pessoal da Secretaria de Educação da Prefeitura de João Monlevade e ao pessoal da Votorantim Metais Níquel, turma excelente que me engrandeceu com muito aprendizado profissional. Aos grandes companheiros, colegas, novos e eternos amigos Adriano, Guilherme, Gláucio, e todos os outros da UFOP: um grande obrigada pelo apoio, pelas palavras de motivação e pelo companheirismo nestes anos. Ao pessoal da UFOP.

Gostaria de agradecer imensamente aos meus professores, todos merecem muito respeito por terem chegado onde chegaram e por ensinar com tanta dedicação, parabéns pelos excelentes profissionais que são, principalmente ao Tiago França, Rodrigo Ribeiro, Bernardo Giori, Leonardo Reis, Glauber Cabral, Marlon Paolo, Hélen de Cássia e Janniele Aparecida e demais.

A galera da Ciência da Computação, e aos professores da Ciência da Computação, principalmente ao Prof. Dr. Guilherme Tavares de Assis excelente professor e amigo, aos demais: Marco Carvalho, Tiago Carneiro, Gustavo Peixoto, Álvaro Guarda, Elton José, e principalmente ao Túlio Toffolo por ter me ajudado muito. Gostaria de agradecer imensamente ao corpo administrativo do ICEA, principalmente ao Flávio uma pessoa

extremamente humana que ajuda a todos com muito prazer e que me ajudou imensamente. Ao Thales Delfino que sempre foi um grande amigo, muito obrigada por tudo!

Família, amor e amigos: obrigada pela paciência e por entenderem minha ausência nos últimos tempos. Não foi fácil, mas graças a Deus e a vocês: eu consegui!

Ao meu orientador, Tiago França Melo de Lima, obrigada por enfrentar comigo esse desafio, e aos meus colegas do LEDES principalmente a Carol Brandão pela companhia e apoio.

*“Não vos amoldeis às estruturas deste mundo,  
mas transformai-vos pela renovação da mente,  
a fim de distinguir qual é a vontade de Deus:  
o que é bom, o que Lhe é agradável, o que é perfeito.  
(Bíblia Sagrada, Romanos 12, 2)*



# Resumo

A modelagem computacional permite analisar propriedades e comportamentos de sistemas e apoia o estudo e a compreensão da dinâmica de fenômenos complexos. Diversos tipos de linguagem podem ser empregados na construção de modelos. O desenvolvimento de software, por exemplo, geralmente utiliza linguagens textuais e diagramáticas. O TerraME é uma plataforma de modelagem e simulação ambiental que oferece uma linguagem textual para descrever as propriedades e comportamentos do sistema em estudo. O TerraME GIMS é um ambiente de desenvolvimento para a plataforma TerraME, que oferece uma linguagem visual para a descrição dos modelos, como forma de apoiar os usuários que são especialistas no domínio do problema (ex. mudança de uso e de cobertura do solo, espalhamento de doenças, urbanização), mas em geral são inexperientes em programação de computadores. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de uso das plataformas TerraME GIMS e TerraME, e respectivas linguagens de modelagem, em relação à facilidade de aprendizagem e satisfação de uso. O framework DECIDE foi utilizado para planejar a avaliação. O estudo envolveu a participação de um grupo de voluntários, e foram coletados dados quantitativos e qualitativos, por meio da aplicação de questionários e da observação de uso dos sistemas TerraME GIMS e TerraME. Os resultados obtidos indicam que o uso de linguagens visuais favorece a facilidade de aprendizagem e satisfação de uso. Entretanto, o trabalho possui algumas limitações e recomenda-se a realização de estudos adicionais. Além disso, foi possível identificar problemas de usabilidade, que poderão direcionar o desenvolvimento de melhorias em futuras versões do TerraME GIMS.

**Palavras-chaves:** modelagem, linguagem visual, linguagem textual, linguagem de domínio específico, qualidade de uso, avaliação, usabilidade, facilidade de aprendizagem, simulação, TerraME GIMS, TerraME.

# Abstract

Computer modeling supports the study and understanding of the dynamics of complex phenomena as it helps to analyze properties and behavior of systems. Several types of language can be used to build models. For instance, the software development process typically uses diagrammatic and textual languages. TerraME is a modeling and simulation platform that offers a textual language to describe the properties and behavior of the system under study. TerraME GIMS is an integrated development environment for TerraME, which provides a visual language for models' description, in order to support users who are experts in the problem domain (i.e. land user and land cover changes, spreading of diseases, urbanization), but are generally inexperienced in computer programming. This study aimed to evaluate the quality of use of TerraME GIMS and TerraME platforms and their modeling languages in relation to learnability and satisfaction of use. The results suggest that the use of visual languages favors ease of learning and use satisfaction. However, the study has some limitations and it is recommended to carry out further investigations. Furthermore, it was possible to identify usability issues which can guide the development of improvements in future versions of TerraME GIMS.

**Key-words:** modeling, visual language, textual language, domain specific language, quality of use, evaluation, usability, learnability, simulation, TerraME GIMS, TerraME..

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Graduação da Amostra de participantes . . . . .	34
Figura 2 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos: (i) Computação básica, (ii) Programação básica, (iii) Programação avançada; (iv) Banco de dados. . . . .	34
Figura 3 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos: (i) Banco de Dados Geográficos, (ii) Sistemas de Informações Gerenciais, (iii) Sensoriamento Remoto; (iv) Análise de Dados Espaciais. . . . .	35
Figura 4 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos: (i) Modelagem matemática, (ii) Modelagem estatística, (iii) Modelagem e simulação baseada na dinâmica de sistemas, (iv) Modelagem e simulação baseada em autômatos celulares, (v) Modelagem e simulação baseada em agentes ou indivíduos. . . . .	35
Figura 5 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos/ferramentas: (i) Redes complexas, (ii) Ferramentas de modelagem matemática, (iii) Modelagem estatística (iv) Modelagem baseada na dinâmica de sistemas, (v) Modelagem baseada em autômatos celulares, (vi) Modelagem baseada em agentes, (vii) TerraME, (viii) TerraME GIMS. . . . .	36
Figura 6 – Tempo para a realização das tarefas no TerraME pelos respectivos grupos	37
Figura 7 – Tempo para a realização das tarefas no TerraME GIMS pelos respectivos grupos . . . . .	38
Figura 8 – Passos para a realização das tarefas no software TerraME pelos respectivos grupos . . . . .	39
Figura 9 – Passos para a realização das tarefas no software TerraME pelos respectivos grupos . . . . .	40
Figura 10 – Erros na realização das tarefas no software TerraME pelos respectivos grupos . . . . .	41
Figura 11 – Passos na realização das tarefas no software TerraME GIMS pelos respectivos grupos . . . . .	42
Figura 12 – Número de usuários com a respectiva classificação (a partir do extremo negativo ao extremo positivo) da sua percepção sobre o roteiro em níveis de concordância aplicado aos dois extremos. . . . .	42
Figura 13 – Número de usuários com a respectiva classificação (a partir do extremo negativo ao extremo positivo) da sua percepção sobre o fenômeno em estudo em níveis de concordância aplicado aos dois extremos. . . . .	43

Figura 14 – Número de usuários com a respectiva classificação (a partir do extremo negativo ao extremo positivo) da sua percepção sobre a realização das tarefas e atividades em níveis de concordância aplicado aos dois extremos.	43
Figura 15 – Grau de concordância dos usuários em determinados aspectos relacionados à linguagem visual e textual . . . . .	43
Figura 16 – Grau de concordância dos usuários em determinados aspectos relacionados à linguagem visual e textual . . . . .	44
Figura 17 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com o botão ... . . .	74
Figura 18 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com redimensionamento	75
Figura 19 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com redimensionamento e sobreposição . . . . .	75
Figura 20 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema na criação do JUMP	76
Figura 21 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema na configuração do Autômato . . . . .	76
Figura 22 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com criação da legenda	77
Figura 23 – Problema de interface TerraME GIMS - Tentativa inserção função main	77

# Lista de tabelas

Tabela 1 – Organização dos voluntários em grupos conforme roteiro/software e ordem de realização . . . . .	26
Tabela 2 – População total do ICEA x Amostra de voluntários participantes da avaliação . . . . .	33
Tabela 3 – Percepção sobre as tarefas do Roteiro do TerraME . . . . .	49
Tabela 4 – Experiência em informática - computação . . . . .	60
Tabela 5 – Experiência em Sistemas . . . . .	60
Tabela 6 – Experiência em Modelagem . . . . .	61
Tabela 7 – Experiência em Softwares . . . . .	62
Tabela 8 – Lista de Tarefas . . . . .	66
Tabela 9 – Roteiro Acompanhamento da Observação . . . . .	67
Tabela 10 – Percepção sobre o roteiro . . . . .	69
Tabela 11 – Percepção sobre a realização das tarefas e atividades . . . . .	70
Tabela 12 – Percepção sobre o fenômeno em estudo . . . . .	70
Tabela 13 – Realização das tarefas propostas . . . . .	70
Tabela 14 – Ajuda para realizar as tarefas . . . . .	70
Tabela 15 – Realização das atividades propostas . . . . .	71
Tabela 16 – Ajuda para realizar as atividades . . . . .	71
Tabela 17 – Percepção sobre o software TerraME para construir o modelo proposto . . . . .	71
Tabela 18 – Realização das tarefas propostas . . . . .	71
Tabela 19 – Ajuda para realizar as tarefas . . . . .	72
Tabela 20 – Realização das atividades propostas . . . . .	72
Tabela 21 – Ajuda para realizar as atividades . . . . .	72
Tabela 22 – Percepção sobre o software TerraME GIMS para construir o modelo proposto . . . . .	72
Tabela 23 – Percepção sobre o software TerraME GIMS para construir o modelo proposto . . . . .	73
Tabela 24 – Participação na avaliação . . . . .	73

# Lista de abreviaturas e siglas

UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto.
IHC	Interação Humano Computador.
TerraME	Terra Modeling Environment
GIMS	Graphical Interface for Modeling and Simulation
TI	Tecnologia da Informação

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>17</b>
1.1	Objetivos	18
1.2	Organização do trabalho	19
<b>2</b>	<b>CONCEITOS BÁSICOS E TRABALHOS RELACIONADOS</b>	<b>20</b>
2.1	Modelagem e simulação de sistemas ambientais	20
2.2	Linguagens de modelagem / programação	21
2.3	Qualidade de uso e experiência de uso	23
2.3.1	Avaliação da Qualidade de Uso	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Planejando a avaliação</b>	<b>25</b>
3.1.1	Determinar os objetivos da avaliação	25
3.1.2	Explorar questões específicas	25
3.1.3	Escolher paradigmas e técnicas de avaliação	26
3.1.4	Identificar questões práticas	27
3.1.5	Questões éticas	28
3.1.6	Avaliar, interpretar e apresentar os dados	29
<b>3.2</b>	<b>Conduzindo a avaliação</b>	<b>30</b>
3.2.1	Seleção de participantes	30
3.2.2	Aplicação do questionário pré-observação	30
3.2.3	Preparação da observação de uso	30
3.2.4	Condução da observação de uso	31
<b>3.3</b>	<b>Análise e interpretação dos resultados</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Perfil dos participantes</b>	<b>33</b>
<b>4.2</b>	<b>Resumo dos dados da observação</b>	<b>36</b>
4.2.1	Dados Quantitativos	37
4.2.2	Dados Qualitativos - Questionário	39
4.2.3	Dados Qualitativos - Etiquetagem da interação	41
<b>4.3</b>	<b>Análise e Discussão dos resultados</b>	<b>46</b>
4.3.1	Análise dos dados	46
4.3.2	Principais Erros e Dificuldades	48
4.3.3	Desenvolver recomendações	49

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .	50
	REFERÊNCIAS . . . . .	51
	<b>APÊNDICES</b>	<b>54</b>
	APÊNDICE A – E-MAIL CONVITE PARA COMUNIDADE ACADEMICA DO ICEA - ALUNOS, TAES E PROFESSORES . . . . .	55
	APÊNDICE B – CADASTRO DE VOLUNTÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE . . . . .	57
	APÊNDICE C – AVALIAÇÃO DO TERRAME GIMS: QUESTIONÁRIO PRÉVIO . . . . .	59
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO . . . . .	63
	APÊNDICE E – LISTA DE TAREFAS . . . . .	66
	APÊNDICE F – ROTEIRO ACOMPANHAMENTO DA OBSERVAÇÃO . . . . .	67
	APÊNDICE G – AVALIAÇÃO DO TERRAME GIMS: QUESTIONÁRIO PÓS-OBSERVAÇÃO DE USO . . . . .	69
	APÊNDICE H – MELHORIAS NA INTERFACE GRÁFICA TERRAME GIMS . . . . .	74
	APÊNDICE I – ROTEIROS . . . . .	78
	APÊNDICE J – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP . . . . .	79



# 1 Introdução

A intensificação das mudanças ambientais exige respostas cada vez mais rápidas por parte dos tomadores de decisão (governantes, administradores, pesquisadores etc.), sendo necessárias ferramentas que contribuam para melhor compreender o funcionamento dos sistemas e avaliar o impacto de intervenções (LIMA et al., 2013). O estudo de fenômenos complexos através da modelagem permite analisar propriedades e comportamentos do sistema de uma maneira prática, fornecendo ao modelo insumos (entrada) e observando as respectivas respostas (saída), ou seja, é possível simular o sistema (executar o modelo matemático-computacional que o representa). A modelagem e simulação são, portanto, ferramentas poderosas para o estudo de fenômenos complexos.

O processo de modelagem consiste em produzir representações da estrutura e/ou funcionamento de um sistema com o objetivo de melhor compreender a realidade observada. Um modelo pode ser definido como uma representação simplificada, uma abstração da realidade (RENNÓ; SOARES, 2003) (TURNER et al., 2001) (HANNON; RUTH, 2001). Esta representação pode ser feita por meio de diferentes linguagens, tais como matemática, lógica, icônica, gráfica etc., e se basear em uma ou mais teorias (NOVAES, 1982).

Existem várias ferramentas voltadas para a modelagem e simulação de sistemas ambientais, com diferentes recursos e abordagens. Algumas ferramentas são baseadas na dinâmica de sistemas (Vensim (VENISM, 2009), Stella (RICHMOND, 1985)), e oferecem uma interface gráfica em que é possível descrever os modelos através de diagramas, com “estoques” e fluxos. É também possível encontrar ferramentas baseadas em outros paradigmas, como na teoria de agentes (Netlogo (WILENSKY, 1999), Repast (TATARA et al., 2006)) e de autômatos celulares. Além do paradigma (ou teoria) que a ferramenta usa como base para construção dos modelos, os recursos que elas oferecem para apoiar o processo de modelagem e simulação podem variar bastante. Por exemplo, enquanto algumas exigem o uso de linguagens de programação (de propósito geral ou de domínio específico), outras oferecem uma interface que permite descrever graficamente os modelos.

Um modelo que simula um fenômeno ambiental é um software, pois consiste de um conjunto de instruções que descreve as propriedades e o comportamento do sistema. As pessoas que detêm conhecimento no domínio da aplicação - fenômeno a ser modelado/simulado, tais como biólogos, ecólogos, geógrafos, em geral, não são especialistas em programação de computadores. Além disso, os sistemas ambientais possuem dinâmicas complexas, principalmente quando há interação entre processos antrópicos e naturais (ex. desmatamento de florestas, transmissão de doenças, crescimento urbano), e seu estudo deve ser conduzido por equipes multidisciplinares. Linguagens textuais de programação, como

por exemplo C++ (STROUSTRUP, 1995) e Java (ARNOLD et al., 2000), são amplamente utilizadas no desenvolvimento de software. Algumas linguagens visuais foram criadas e tem sido empregadas para apoiar atividades de especificação, projeto e documentação de software, tais como a UML (*Unified Modeling Language*) (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006) e DER (Diagrama Entidade-Relacionamento). As ferramentas para modelagem e simulação ambiental deveriam oferecer aos usuários boa qualidade de uso em sua interface gráfica, mas também em relação à linguagem de modelagem a ser utilizada para descrever o fenômeno em estudo.

Desta forma, é importante avaliar linguagens visuais e textuais no contexto da modelagem e simulação de fenômenos ambientais, ou seja, linguagens de domínio específico. Neste sentido, o presente trabalho tem como hipótese que oferecer recursos para descrição visual dos modelos, como por exemplo através de diagramas, contribuem para aumentar a qualidade de uso e satisfação dos usuários, dentro do contexto da modelagem e simulação de sistemas ambientais. Para investigar essa hipótese, foi proposto avaliar a facilidade de aprendizado e satisfação de uso das plataformas TerraME e TerraME GIMS. O TerraME (*Terra Modeling Language*) (CARNEIRO et al., 2013) é uma plataforma para modelagem e simulação de sistemas ambientais, que oferece uma linguagem textual de programação, denominada *Terra Modeling Language* (TerraML) que permite descrever as propriedades e comportamento do fenômeno em estudo. O TerraME GIMS (*TerraME Graphical Interface for Modeling and Simulation*) (LIMA et al., 2013) é um ambiente de desenvolvimento integrado para a plataforma TerraME, que oferece uma interface gráfica e uma linguagem visual para a construção dos modelos, e o código-fonte correspondente é gerado automaticamente.

## 1.1 Objetivos

O projeto teve como objetivo geral avaliar as plataformas TerraME e TerraME GIMS, e respectivas linguagens para a descrição de sistemas ambientais, em relação à facilidade de aprendizagem e satisfação de uso. Neste sentido, foram definidos os seguintes objetivos específicos para o trabalho:

- Avaliar a facilidade de aprendizagem das plataformas TerraME e TerraME GIMS, e respectivas linguagens de modelagem.
- Avaliar a satisfação de uso das plataformas TerraME e TerraME GIMS.
- Identificar problemas de usabilidade na interface gráfica do TerraME GIMS

## 1.2 Organização do trabalho

O texto é constituído por outros quatro capítulos. No Capítulo 2 – Conceitos Básicos e Trabalhos Relacionados, são apresentadas informações necessárias para entendimento do estudo e trabalhos relacionados. No Capítulo 3 – Metodologia, são descritas as etapas realizadas no desenvolvimento do trabalho. Os resultados obtidos em cada das etapas são apresentados e discutidos no Capítulo 4 - Resultados e Discussões. Por fim, as conclusões e trabalhos futuros são apresentados no Capítulo 5 - Considerações Finais.

## 2 Conceitos Básicos e Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados alguns conceitos básicos necessários ao entendimento do estudo, e trabalhos relacionados.

### 2.1 Modelagem e simulação de sistemas ambientais

A modelagem e simulação computacional tem sido utilizada para apoiar o estudo de fenômenos ambientais, que em geral possuem uma natureza complexa - grande quantidade de variáveis, diferentes relações de dependências, variações de comportamento em relação à escala considerada, dentre outros. São exemplos desses fenômenos a mudança de uso de cobertura do solo, a transmissão de doenças e o crescimento urbano. Diversos métodos e ferramentas podem ser aplicados, e cada um oferece vantagens e limitações em sua utilização, desde o paradigma na qual se baseia até recursos para representação dos modelos por meio de notações gráficas. Algumas ferramentas, como por exemplo o Vensim (GALICIA; CHEU, 2009), são baseadas em dinâmica de sistemas, e oferecem recursos para descrever os modelos através de diagramas (“estoques”, fluxos e variáveis) semelhantes a um grafo. Outras permitem construir modelos baseados em agentes, como por exemplo o NetLogo (TISUE; WILENSKY, 2004), que oferece recursos para facilitar a interação com os modelos e definir os parâmetros da simulação.

O TerraME (CARNEIRO *et al.*, 2013) é uma plataforma para modelagem e simulação ambiental, que oferece diversos recursos e serviços como integração com bases de dados geográficos, modelagem multi-escala e multi-paradigma. Os modelos em TerraME são desenvolvidos por meio da linguagem TerraML (Terra Modeling Language), uma linguagem de programação textual, de alto nível e de domínio específico, extensão da linguagem de Lua (IERUSALIMSCHY; FIGUEIREDO; FILHO, 1996).

O TerraME GIMS (LIMA, 2010) é um ambiente de desenvolvimento integrado para a modelagem e simulação de sistemas ambientais. Ele utiliza como base o TerraME, e oferece uma interface gráfica que permite especificar os modelos por meio de uma linguagem visual, na forma de diagramas, e configurar parâmetros dos modelos utilizando componentes de interface gráfica, como caixas de texto e listas. O código TerraML correspondente é gerado automaticamente e a simulação é executada na plataforma TerraME. Desta forma, o TerraME GIMS foi idealizado com o intuito de permitir que os usuários possam se concentrar nas questões relacionadas ao fenômeno objeto de estudo, ao invés de se preocupar com detalhes relacionados à linguagem de programação, tais como aspectos

sintáticos e identificação.

## 2.2 Linguagens de modelagem / programação

Diversas linguagens textuais de programação, de propósito geral ou específico, têm sido criadas e aplicadas no desenvolvimento de software. A utilização de ferramentas de apoio tais como editores e ambientes de desenvolvimento, e recursos básicos e avançados, contribui para a aplicação bem sucedida de linguagens textuais Pfeiffer e Pichler (2008).

A modelagem visual utiliza representações gráficas de objetos e sistemas de interesse por meio de linguagens gráficas (TREVISANI; GARCIA, 2008). A modelagem/programação visual utiliza de forma significativa representações gráficas no processo de programação (SHU, 1999). Linguagens visuais permitem manipular visualmente as informações, suportam a interação visual ou permitem a programação por meio de expressões visuais (GOLIN; REISS, 1989). A área de programação visual tem sido ativa desde o final dos anos setenta, e diversos sistemas foram construídos para permitir a criação e visualização de programas desde então (NICKERSON, 1995). A UML (do inglês *Unified Modeling Language*), por exemplo, é uma linguagem de modelagem de propósito geral, que permite por meio de representações gráficas especificar, visualizar, construir e documentar artefatos de software (BOOCH; RUMBAUGH; JACOBSON, 2006).

Linguagens visuais têm sido utilizadas por facilitar o entendimento pelos usuários (BURNETT; BAKER, 1994). Elas são caracterizadas por ícones ou representações gráficas que facilitam a compreensão do usuário, e podem ser classificadas em icônicas e não-icônicas, orientada a objetos, funcionais e linguagens imperativas (BURNETT; BAKER, 1994). Pode-se encontrar exemplos de linguagens visuais de uso geral (ex. UML) e também projetadas para aplicações de domínio específico (ex. SysML (FRIEDENTHAL; MOORE; STEINER, 2014)) (BOSHERNITSAN; DOWNES, 2004).

Linguagens visuais de modelagem e programação têm sido utilizadas no desenvolvimento de software, para apoiar diversas etapas do processo tais como especificação e análise de requisitos, projeto, documentação, codificação. Segundo Quatrani (2000), a modelagem visual possibilita uma melhor compreensão dos sistemas, facilitando o desenvolvimento e manipulação dos mesmos, auxiliando no entendimento dos modelos ao excluir detalhes não essenciais. Linguagens visuais de modelagem mais fáceis e simples de ver, entender e utilizar (BOSHERNITSAN; DOWNES, 2004).

As linguagens de programação / modelagem visual partem do princípio de que representações gráficas são mais fáceis de serem entendidas do que textos. Sendo assim, a especificação de um programa por meio de diagramas e outros recursos gráficos tende a tornar a própria programação mais fácil, permitindo que usuários sem muitas habilidades em programação possam desenvolver programas (GUDWIN; GOMIDE, 1997). A linguagem de

programação visual adiciona uma camada de abstração para a linguagem de programação subjacente, o que não deve impedir ao usuário expressar a sua solução (BURNETT; BAKER, 1994).

Existem várias maneiras de exibir e editar modelos. As duas alternativas principais são sintaxes gráficas (ou visuais) e notações textuais. As linguagens visuais são muito mais convenientes para o usuário do que as linguagens textuais tradicionais (NARAYANAN; HÜBSCHER, 1998). Mas em algumas situações, as representações textuais podem ser muito mais adequadas que as visuais.

Linguagens de domínio específico são linguagens adaptadas a um contexto ou problema particular, e de modo familiar aos usuários, com elementos que representam coisas que fazem parte do domínio da aplicação (KELLY; TOLVANEN, 2000). Desse modo, os especialistas, usuários do sistema que possuem grande conhecimento na área ou domínio em questão, terão maior familiaridade ao utilizar a linguagem para atingir seus objetivos (ESSER; JANNECK, 2001). Linguagens de domínio específico, portanto, entregam ao utilizador uma maneira facilitada de entender, validar e desenvolver seus sistemas ou programas a fim de atingir seus objetivos.

Cada vez mais tem sido reconhecida a importância das linguagens visuais de programação/modelagem, de propósito geral e de domínio específico (SCHALLES, 2012; ATKINSON; GERBIG, 2013). As linguagens visual e textual podem ser baseadas na mesma infra-estrutura subjacente, como é o caso da TerraML e TerraME GIMS. Linguagens visuais que descrevem modelos estão cada vez mais sendo utilizadas para automatizar tarefas de desenvolvimento de software, tais como geração de código, testes baseados em modelos, simulação e análises (KERN; TOLVANEN; BOTTONI, 2013). Portanto, é essencial avaliar tais linguagens. A avaliação de linguagens deve ser voltada, não somente para os requisitos de recursos computacionais, mas também a partir da perspectiva que elas devem ser cognitivamente utilizáveis e úteis (MOODY, 2009).

As linguagens visuais possuem componentes elementares que dão as características e visibilidade ao sistema, tais como símbolos gráficos (vocabulário visual), um conjunto de regras de composição / estruturais (gramática visual) e definições do significado de cada símbolo (semântica) (MOODY, 2009). As linguagens visuais, de acordo com Esser e Janneck (2001), são ideais para serem utilizadas em notações de domínio específico porque assim pode-se representar visualmente os artefatos de forma mais intuitiva aos usuários (profissionais na área específica) reduzindo o custo de treinamento e as barreiras de aceitação destes.

Apesar de tantos usos e benefícios das linguagens visuais, a usabilidade das linguagens não tem sido explicitamente consideradas (SCHALLES, 2012). Ainda segundo o autor, o foco da avaliação de usabilidade tem sido dado nos aplicativos, softwares e websites, sem incluir as linguagens gráficas, o que gera impacto sobre os usuários. Existem

inúmeras técnicas de avaliação de sistemas/linguagens, porém há limitação de estudos sobre a avaliação de qualidade de uso entre linguagens visuais/textuais de domínio específico, mais especificamente comparando linguagens visuais e textuais.

## 2.3 Qualidade de uso e experiência de uso

A qualidade de uso está associada à capacidade de um sistema interativo em permitir aos usuários atingir suas metas com eficiência e satisfação (PRATES; BARBOSA, 2006), e pode ser analisada em relação a diversos aspectos tais como acessibilidade, comunicabilidade, usabilidade e experiência de uso. A experiência de uso, que está relacionada com as sensações decorrentes da interação também é um aspecto importante quando se trata da qualidade de sistemas interativos (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Os usuários deveriam ser vistos como o foco principal do desenvolvimento de software, pois é para eles que o sistema deve ser fácil, eficaz e agradável de usar (PRATES; BARBOSA, 2006). Para verificar a qualidade de uso de um sistema e se ele oferece uma boa experiência de uso é necessário avaliá-lo (PRATES; BARBOSA, 2006).

Um dos principais conceitos utilizados para analisar a qualidade de uso de um software é a usabilidade. Nielsen e Loranger (2007) conceituam a usabilidade como um atributo de qualidade relacionado à facilidade do uso de algo. Mais especificamente, refere-se à rapidez com que usuários podem aprender a usar alguma coisa, a eficiência deles ao usá-la, o quanto lembram daquilo, seu grau de propensão a erros e o quanto gostam de utilizá-la (NIELSEN; LORANGER, 2007). Assim, ela envolve um conjunto de fatores: facilidade de aprendizagem; facilidade de memorização; eficiência de uso; efetividade de uso; utilidade; segurança de uso (NIELSEN, 1994). De acordo com Schmidt, Cramer e Kastens (2007), usabilidade é, em geral, a facilidade de uso ou adequação de um produto. Ela é definida na ISO 9241-11 como *"o grau em que um produto pode ser usado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com efetividade, eficiência e satisfação em um contexto de uso especificado"* (JOKELA et al., 2003). A usabilidade está estritamente relacionada à eficiência e eficácia do sistema, na medida em que apoia ou não os usuários atingirem seus objetivos. Portanto, podemos dizer que a usabilidade é um conceito de qualidade de uma aplicação sob uma perspectiva de uso. A usabilidade do sistema então, pode ser definida a partir do momento em que o usuário consegue entendê-lo e utilizá-lo. Neste trabalho, a avaliação terá como foco principalmente a facilidade de aprendizado e a satisfação de uso.

Para saber se um sistema possui qualidade de uso e oferece boas experiências de uso é necessário avaliá-lo. Os desenvolvedores de sistemas interativos deveriam colocar o usuário como foco principal do projeto de desenvolvimento de um software, pois será ele quem irá utilizar o sistema, é para ele que o sistema deve ser fácil, eficaz e agradável

de usar (PRATES; BARBOSA, 2006). Rubin e Chisnell (2008) destaca que é essencial a participação dos usuários em testes de usabilidade, já que o foco da usabilidade está no usuário.

### 2.3.1 Avaliação da Qualidade de Uso

Avaliar a qualidade de uso e de experiência de uso de um sistema interativo envolve testar e analisar o sistema para verificar se ele atende determinados requisitos, como por exemplo, de usabilidade e/ou acessibilidade. Os sistemas podem ser avaliados durante o processo de design (avaliação formativa) ou após já terem sido terminados (avaliação somativa) (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). Diversos métodos podem ser empregados na avaliação da qualidade de uso de sistemas interativos, desde métodos analíticos que não envolvem a participação dos usuários à métodos etnográficos (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013); (PRATES; BARBOSA, 2006). Uma avaliação deve ser bem planejada, de forma a obter o feedback necessário para realização das melhorias no sistema.

O framework DECIDE foi desenvolvido com o intuito de apoiar o planejamento da avaliação de sistemas interativos (Rogers et al. 2013). Ele define os seguintes passos a serem realizados no planejamento e condução de uma avaliação: (1) Determinar os objetivos gerais da avaliação; (2) Explorar perguntas específicas a serem respondidas; (3) Escolher os paradigmas e técnicas a serem utilizados para responder às perguntas; (4) Identificar questões práticas que devem ser tratadas; (5) Decidir como lidar com questões éticas; (6) Avaliar, interpretar e analisar os dados coletados (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). A descrição de cada passo pode ser encontrada em (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). E uma descrição detalhada dos métodos de avaliação a serem utilizados (observação de uso, teste de comunicabilidade, protocolos verbais) pode ser encontrada em (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013) e (PRATES; BARBOSA, 2006)



## 3 Metodologia

Nesta seção são apresentadas as etapas de planejamento, condução e análise dos resultados, realizadas com o intuito de avaliar a facilidade de aprendizagem e a satisfação de uso dos softwares TerraME GIMS e TerraME.

### 3.1 Planejando a avaliação

O planejamento da avaliação foi realizado com base no framework DECIDE (SHARP; ROGERS; PREECE, 2005), que define um conjunto de etapas para guiar a elaboração do plano de avaliação. A seguir são descritas cada uma dessas etapas, aplicadas no contexto desse trabalho.

#### 3.1.1 Determinar os objetivos da avaliação

De acordo com o framework DECIDE, o primeiro passo do planejamento da avaliação de um sistema interativo consiste em determinar os objetivos gerais da avaliação, além de identificar por que e para quem tais objetivos são importantes.

O objetivo geral consiste em avaliar a facilidade de aprendizagem e satisfação de uso das plataformas TerraME e TerraME GIMS, e respectivas linguagens de modelagem. O estudo tinha como hipótese que recursos para a descrição visual dos modelos contribuem para aumentar a qualidade de uso e satisfação dos usuários. A avaliação é importante para usuários e desenvolvedores dos sistemas em estudo, pois permite identificar problemas de qualidade e experiência de uso e direcionar melhorias de desenvolvimento.

#### 3.1.2 Explorar questões específicas

A partir dos objetivos gerais, a próxima etapa consiste em explorar questões específicas a serem respondidas com a avaliação. Tais perguntas irão direcionar as próximas etapas e ajudar a operacionalizar a avaliação, com o intuito de que sejam respondidas.

Dados os objetivos gerais da avaliação, foram definidas as seguintes questões: (i) A linguagem visual permite ao usuário criar um modelo mais facilmente do que utilizando a linguagem de programação do TerraME? (ii) Criar modelos utilizando a linguagem visual aumenta a satisfação do usuário?

### 3.1.3 Escolher paradigmas e técnicas de avaliação

Para verificar se a interface gráfica e a linguagem visual de modelagem favorecem a facilidade de aprendizado e satisfação de uso, é essencial utilizar métodos de avaliação empíricos, que envolvam a participação de usuários. Desta forma, para testar a hipótese e responder às perguntas levantadas, foi necessária a participação de um grupo de usuários voluntários. A coleta de dados ocorreu de forma direta, por meio da aplicação de questionários, e indireta, através do registro da interação com os sistemas.

O método de observação de uso, que consiste em observar a interação do usuário com um sistema interativo, foi utilizado. Os usuários realizaram, com a ajuda de roteiros (Apêndice I), um conjunto de tarefas (Apêndice E) utilizando os sistemas em estudo (TerraME e TerraME GIMS), e esta interação foi “observada” pelos avaliadores. Os roteiros contém informações básicas e um passo-a-passo (tarefas) para a criação de um modelo hidrológico que simula o escoamento superficial da água da chuva. Os roteiros contém também atividades (exercícios), para as quais não são fornecidas informações sobre como realizá-las. Em conjunto, foram utilizados os métodos teste de comunicabilidade (busca avaliar a qualidade da comunicação do designer com os usuários) e protocolos verbais (participantes explicitam o que estão pensando).

Um questionário (Apêndice C) foi aplicado para identificar o perfil do participantes voluntários (escolaridade, área de formação, experiência em programação, experiência em modelagem e simulação), anteriormente à realização da observação de uso.

Os usuários foram divididos em grupos, escolhidos conforme questionário de perfil de usuário, conforme o roteiro de atividades (um roteiro por sistema, Apêndice I) e a ordem em que foram utilizados, da seguinte forma: os usuários do grupo 1 realizaram somente o roteiro TerraME. Os usuários do grupo 2 realizaram somente o roteiro TerraME GIMS. Os usuários do grupo 3 realizaram primeiramente o roteiro do TerraME e posteriormente o roteiro do TerraME GIMS. Assim como os usuários do grupo 4 realizaram primeiramente o roteiro do TerraME GIMS e posteriormente o roteiro do TerraME.

Tabela 1 – Organização dos voluntários em grupos conforme roteiro/software e ordem de realização

Grupo x Roteiro	1º	2º
Grupo 1	TerraME	-
Grupo 2	TerraME GIMS	-
Grupo 3	TerraME	TerraME GIMS
Grupo 4	TerraME GIMS	TerraME

Durante a observação de uso, os dados foram coletados das seguintes formas: (i) anotações e registro de ocorrências (ex. interrupções) pelos avaliadores (observadores) (Apêndice F); (ii) captura da tela do computador, que permite coletar dados sobre a

interação tais como quantidade de passos (cliques e digitações) e tempo para realizar tarefas; (iii) gravação em vídeo da face do usuário; (iv) gravação em áudio da explicitação dos processos mentais dos usuários (*think aloud*, ou pensar em voz alta).

Após a realização dos roteiros e das atividades de uso dos sistemas (observação de uso), um novo questionário foi aplicado visando coletar dados sobre a experiência de uso percebida pelos participantes (Apêndice J).

### 3.1.4 Identificar questões práticas

Identificar questões práticas envolve aspectos como definir o perfil e a quantidade de usuários participantes da avaliação, o ambiente onde ela será, selecionar tarefas, elaborar material necessário, alocar recursos, dentre outros.

Idealmente a amostra do estudo deveria envolver uma população diferente daquela que estamos considerando (estudantes, técnicos-administrativos e professores do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da UFOP). Entretanto, por restrições de tempo e de recursos financeiros, não foi possível considerar uma população que seria ideal para a amostragem - que incluiria pessoas de diferentes instituições de ensino/pesquisa, nacionais e internacionais, e com perfis variados (ex. área de formação e atuação). A comunidade (estudantes, técnicos-administrativos e professores) do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas (ICEA) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) foi considerada como população do estudo. A amostra de voluntários para participar da pesquisa foi obtida do seguinte modo: (i) um convite foi enviado por email para toda a comunidade do ICEA (Apêndice A); (ii) o questionário para levantamento do perfil foi aplicado para aqueles que se registraram como voluntários para participar do estudo (Apêndice C); (iii) a partir desta nova população, formada pelas pessoas que se registraram como candidatos voluntários, uma amostra aleatória (extratificada por perfil) seria extraída e alocada aos grupos. Caso a quantidade de voluntários fosse insuficiente para realizar uma amostragem aleatória, todos os candidatos registrados seriam convidados a participar do estudo.

Somente 16 pessoas se inscreveram como voluntárias. Portanto, não foi possível realizar uma nova amostragem aleatória, e todos foram convidados a participar do estudo.

Além das atividades relacionadas à obtenção de voluntários para participar do estudo, diversas outras questões necessárias à condução da avaliação foram sanadas. Por exemplo, um formulário para cadastro de voluntários foi elaborado e disponibilizado. Além disso, um questionário pré-observação foi elaborado, com o intuito de levantar o perfil dos voluntários e realizar a alocação deles nos grupos (Tabela 1). O material de apoio à observação de uso (ex. roteiro de tarefas e de acompanhamento da observação) foi elaborado. O ambiente (local) da avaliação foi devidamente reservado e preparado -instalação/configuração/teste de periféricos e softwares para captura de tela, gravação de

áudio e vídeo. Um notebook conectado a um monitor externo foi utilizado, da seguinte forma: o roteiro era projetado na tela do notebook, enquanto o monitor externo foi usado para exibir a interação com os sistemas. Os participantes foram alocados em dias/horários conforme suas preferências. Todas as atividades de observação de uso foram realizadas no ICEA/UFOP.

Um roteiro de acompanhamento da observação de uso pelo avaliador foi elaborado (Apêndice ). No formato de um template, o documento permitiu o registro de todos os dados necessários tais como comentários, erros cometidos, dúvidas do usuário, eventos externos que pudessem interferir na avaliação.

### 3.1.5 Questões éticas

Quando a avaliação de sistemas interativos envolve a participação de usuários, é necessário certificar que os direitos das pessoas sejam respeitados, conforme regulamentado pela resolução CNS 466/2012. Desta forma, o presente projeto foi redigido, submetido para análise do Comitê de Ética em Pesquisa da UFOP e aprovado (Apêndice J). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice D), no qual constam informações sobre o objetivo do estudo e os direitos dos participantes, foi elaborado e devidamente apresentado aos candidatos, que, de forma voluntária, consentiram em participar do estudo.

Os dados coletados foram armazenados em formato digital, aos quais somente terão acesso o pesquisador responsável e assistente de pesquisa. Sabe-se que o risco da quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional, deve ser considerado em todas as pesquisas com seres humanos e com armazenamento de dados em formato digital. Até mesmo governos, agências de segurança e sistemas bancários enfrentam problemas relacionados à quebra de sigilo e extravio de dados. Para minimizar esses problemas, os dados foram armazenados em computador pessoal do pesquisador responsável, e de uso exclusivo dos pesquisadores para fins desta pesquisa. Os dados foram armazenados em arquivos criptografados e protegidos por senha. Uma cópia de segurança dos dados, também em arquivos criptografados e protegidos por senha, foi armazenada em um disco virtual (Google Drive) através de uma conta pessoal do pesquisador responsável. O sigilo dos participantes foi preservado, e as informações foram divulgadas, nos achados da pesquisa, somente de forma agregada. No contexto da pesquisa, o único dado coletado que permitem identificar os participantes, e portanto seria sensível em relação à privacidade dos mesmos, é a captura (gravação em vídeo) da face do participante durante a interação. Mas foi assegurado ao participante, em qualquer momento, retirar o seu consentimento em participar da pesquisa, caso se sentisse de alguma forma constrangido pela gravação de sua face durante a interação. Além disto, o nome e email foram coletados, mas apenas com o intuito de agendar a participação. Nenhum dos voluntários desistiu de participar da avaliação e retirou seu consentimento.

Caso houvessem sido percebidos quaisquer riscos ou danos aos participantes da pesquisa, previstos ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o Sistema CEP/CONEP seria imediatamente comunicado pelo pesquisador responsável, e seria feita uma avaliação sobre a necessidade de adequar ou suspender o estudo. Os critérios de suspensão e/ou encerramento da pesquisa incluem: (i) percepção de riscos ou danos aos participantes da pesquisa, previstos ou não no TCLE; (ii) ausência de candidatos voluntários para participar da pesquisa; (iii) quebra de sigilo dos dados. Nenhuma ocorrência foi registrada.

Desta forma, partindo do princípio que o objeto de estudo avaliado é o software, e que as medidas regulamentadas pela resolução CNS 466/2012 foram tomadas, no sentido de resguardar os direitos dos participantes da avaliação e considerando o engajamento ético inerente ao desenvolvimento científico e tecnológico, entendeu-se que as questões éticas foram devidamente tratadas pelos pesquisadores.

Importante frisar que para resguardar a privacidade dos usuários, foram criados identificadores com números aleatórios para armazenamento dos dados (como gravação de tela e da face) assim, assegurando maior privacidade aos usuários. Todos os dados gerados durante a avaliação foram criptografados imediatamente após a finalização da avaliação de cada usuário.

### 3.1.6 Avaliar, interpretar e apresentar os dados

A condução da avaliação envolveu os seguintes passos: (i) convidar a comunidade do ICEA a participar do estudo; (ii) convidar os candidatos que se registraram como voluntários a responder ao questionário de perfil (pré-observação de uso); (iii) caso seja possível, realizar amostragem aleatória com base no perfil para selecionar os participantes dentre os candidatos voluntários; caso contrário, selecionar todos; (iv) agendar com cada voluntário dia/horário para realização da observação de uso; (v) conduzir a observação de uso: leitura e aceitação do TCLE, apresentação e treinamento preparatório, observação de uso e coleta de dados da interação com os sistemas TerraME e TerraME GIMS, guiada pelo roteiro de uso, aplicar questionário pós-observação de uso; (vi) analisar e interpretar os dados coletados; (vii) apresentar e divulgar os resultados.

Foram diversas as técnicas utilizadas para coleta de dados. Inicialmente foi realizado um questionário em que coletamos dados do perfil do participante (dados qualitativos como nível de conhecimento em determinada área de modelagem e programação foram coletados). Outra técnica utilizada foi o registro de uso, em que buscamos observar o usuário em um laboratório ou sala, durante um período de tempo mais longo. Nesta técnica, são coletados dados através da gravação da interação do usuário com o sistema, ou da gravação em vídeo da experiência do usuário (PRATES; BARBOSA, 2006). As diferentes técnicas empregadas geram dados distintos, inclusive com a geração de grande

quantidade de informação, e a análise desses dados impacta diretamente no experimento, por exemplo aumentando a complexidade e os custos para a análise dos dados (PRATES; BARBOSA, 2006).

## 3.2 Conduzindo a avaliação

A partir do plano de avaliação elaborado por meio do framework DECIDE, a avaliação foi conduzida conforme as seguintes etapas: (i) seleção de participantes, (ii) aplicação de questionário pré-observação de uso; (iii) realização da observação e coleta de dados (gravação em vídeo da captura de tela e face do usuário, registro da interação, questionário pós-observação); (iv) análise e interpretação dos dados.

### 3.2.1 Seleção de participantes

A seleção de participantes se deu através de um convite que foi enviado por email para toda a comunidade do ICEA (Apêndice A), contendo informações básicas sobre o estudo, e foi utilizado um formulário para cadastro dos voluntários (Apêndice B). O email convite foi enviado diversas vezes, sete no total, o que ilustra a grande dificuldade em se conseguir voluntários para esse tipo de pesquisa.

### 3.2.2 Aplicação do questionário pré-observação

Um questionário para levantamento do perfil foi enviado aos usuários cadastrados como voluntários para participar do estudo. Informações como área e nível de formação, experiência em programação de computadores, banco de dados e em outras plataformas foram coletadas com o objetivo de traçar um perfil dos participantes (Apêndice C). Com base nos dados coletados, os participantes foram agrupados em dois perfis distintos, caracterizando o nível de experiência em programação (experientes x não-experientes). Essa organização foi feita para distribuir de maneira mais uniforme os usuários nos grupos (1), com o intuito de alocar os participantes de forma homogênea (cada grupo teria um mesmo número de participantes experientes e não-experientes).

### 3.2.3 Preparação da observação de uso

Antes de efetivamente conduzir a observação de uso, foi necessário resolver um conjunto de questões práticas. Por exemplo, enviar emails aos voluntários para definição dos horários. O serviço de agendamento Doodle <sup>1</sup> foi utilizado, com o intuito de permitir ao participante escolher o melhor dia e horário de seu interesse. Apesar desse esforço, ocorreram desistências que levaram ao atraso da realização das observações, e novos

<sup>1</sup> <http://doodle.com>

envios convites para conseguir outros voluntários. Além disso, foi necessário solicitar a reserva de salas e fazer a adequação do espaço e equipamentos para deixar os usuários mais confortáveis. Os equipamentos utilizados (monitor e notebook) e softwares foram devidamente configurados e testados para a condução das observações.

Para cada observação, o avaliador realizou um conjunto de tarefas como: criação de pastas para

### 3.2.4 Condução da observação de uso

A condução da observação de uso ocorreu nas dependências do ICEA/UFOP, entre os meses junho e julho de 2016. As sessões de observação de uso ocorreram de forma individual - um único participante por sessão. Antes de iniciar a sessão, os participantes eram recebidos pelo avaliador, e então era feita a entrega e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (D). Após a leitura e esclarecimento de eventuais dúvidas, caso o voluntário consentisse com a participação no estudo, o documento era então assinado e iniciada a sessão de observação de uso.

No início da sessão, um breve treinamento era realizado com o participante. O treinamento apresenta informações sobre modelagem e simulação de sistemas ambientais, motivos para executar o trabalho, processos, e os softwares propriamente ditos, além de conceitos básicos sobre modelagem de sistemas ambientais.

Em seguida, os usuários recebiam o roteiro para realizar as atividades. Durante a interação com os sistemas, foram gravados dados (áudio e vídeo) da tela e da face do usuário. O avaliador acompanhava a realização das atividades ao lado do usuário, anotando todos os acontecimentos no Roteiro de Acompanhamento da Observação (Apêndice F). O roteiro auxiliava o avaliador durante a observação, e nele eram registradas informações como quantidade de passos e erros, além de dados quantitativos e qualitativos tais como reações e falas do usuário.

Após o participante finalizar as tarefas do roteiro, o observador certificava-se que o participante não possuía nenhuma dúvida e que mantinha o consentimento. E o questionário pós-observação de uso (Apêndice G) era então aplicado. Este questionário visava coletar informações sobre a satisfação de uso, facilidade de aprendizagem e percepção do usuários sobre o roteiro e os sistemas objetos da avaliação. Por fim, o avaliador agradecia a participação dos voluntários, que eram então informados sobre o encerramento da sessão de observação.

Após o encerramento da sessão, os dados coletados eram compactados e criptografados, em arquivos protegidos por senha.

### 3.3 Análise e interpretação dos resultados

Os dados coletados foram agrupados para análise e interpretação dos resultados. Dados quantitativos e qualitativos foram coletados visando responder às questões levantadas. Por exemplo, o número de passos e erros se relacionam com o esforço cognitivo para interagir com o sistema, e sua facilidade de aprendizagem / uso. A satisfação de uso é algo mais subjetivo, e pode ser afetada por emoções, positivas (ex. prazer, diversão) ou negativas (ex. tédio e frustração), que possam ter surgido durante a interação [Prates e Barbosa \(2006\)](#). Perguntar diretamente aos usuários sobre a sua percepção é uma estratégia para coletar tais informações.

Dados quantitativos são aqueles que podem ser mensurados através de números, representados numericamente. São exemplos o número de passos necessários para realizar uma tarefa, número de erros, número de vezes que o usuário desfez uma ação, tempo gasto para completar uma tarefa. Foram coletados diversos dados quantitativos, tais como: tempo gasto para realização de tarefas; número de passos para realizar tarefas; quantidade de erros; quantidade de ações de desfazer;

Dados qualitativos são dados não numéricos, que identificam qualidades e características que não podem ser medidas, mas sim classificadas. Uma grande quantidade de dados qualitativos foi coletada, tais como: auto-avaliação do participante sobre níveis de conhecimento/experiência em determinados métodos e ferramentas; percepção do usuários sobre a qualidade do roteiro (ex. entendimento, clareza, organização, complexidade), softwares (ex. eficiência, facilidade, complexidade, satisfação) e sobre a avaliação em si (ex. conforto). Além disso, dados em vídeo da face do usuário e captura de tela também foram coletados.

Uma das formas de se analisar a avaliação é de forma interpretativa e experimental, quando os avaliadores buscam interpretar os dados coletados e explicar os fenômenos que ocorrem durante a interação com os sistemas. Na análise experimental, os dados são coletados em ambientes controlados, e as variáveis observadas são previamente conhecidas.



## 4 Resultados e Discussões

Os resultados esperados da pesquisa incluem: (i) avaliação da qualidade de uso e de experiência de uso oferecida por ferramentas/linguagens de modelagem e simulação ambiental; (ii) indicação dos problemas que afetam a qualidade dos sistemas e sugestões de solução/minimização; (iii) obter insights para planejamento e realização de estudo mais abrangente e aprofundado, visando minimizar o viés e as limitações do presente estudo; (iv) utilização facilitada para usuários de sistemas de modelagem ambiental.

Alguns fatores dificultaram a realização do estudo e podem limitar os resultados. O principal deles foi a dificuldade em conseguir uma amostra mais diversificada, em relação ao perfil dos participantes, que por exemplo, incluísse pessoas de áreas de formação diversificadas e diferentes níveis de experiência em modelagem ambiental. Além disso, em avaliações que envolvem a observação de uso, a análise é muito custosa e demorada. E não foi possível analisar completamente todo o conjunto de dados coletados, mais especificamente, os dados de vídeo.

### 4.1 Perfil dos participantes

A partir dos questionários preenchidos pelos usuários, num total de 26 usuários, foram selecionados 16 participantes como é apresentado na Tabela 2, que declararam sua experiência em Programação básica e avançada, modelagem e simulação de sistemas e diversos outros aspectos, que são apresentados no Anexo C

	Docentes	Discentes	Técnicos Administrativos
Total	82	1335	23
Amostra	2	13	1

Tabela 2 – População total do ICEA x Amostra de voluntários participantes da avaliação

Entre os participantes, 11 são da área de tecnologia da informação (TI) - cursam ou cursaram Ciência da Computação, Sistemas de Informação ou Engenharia da Computação. Os 5 demais não são da área de tecnologia da informação (discentes ou docentes da Engenharia Elétrica).

Entre aqueles que são da área de TI, 7 declararam que têm experiência em programação básica nível “Avançado” ou “Especialista”.

Em sistemas de informações geográficas e demais aspectos, os usuários declararam ter pouco ou nenhum conhecimento.

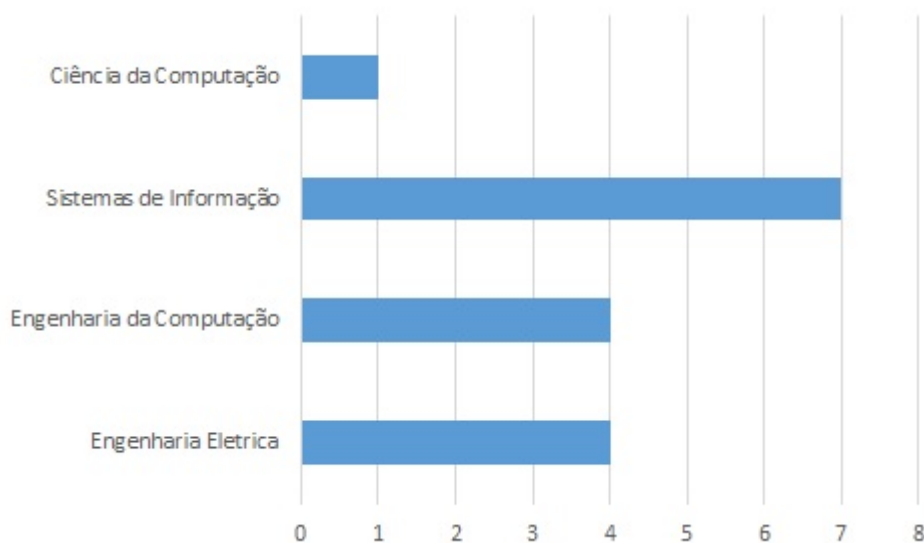


Figura 1 – Graduação da Amostra de participantes

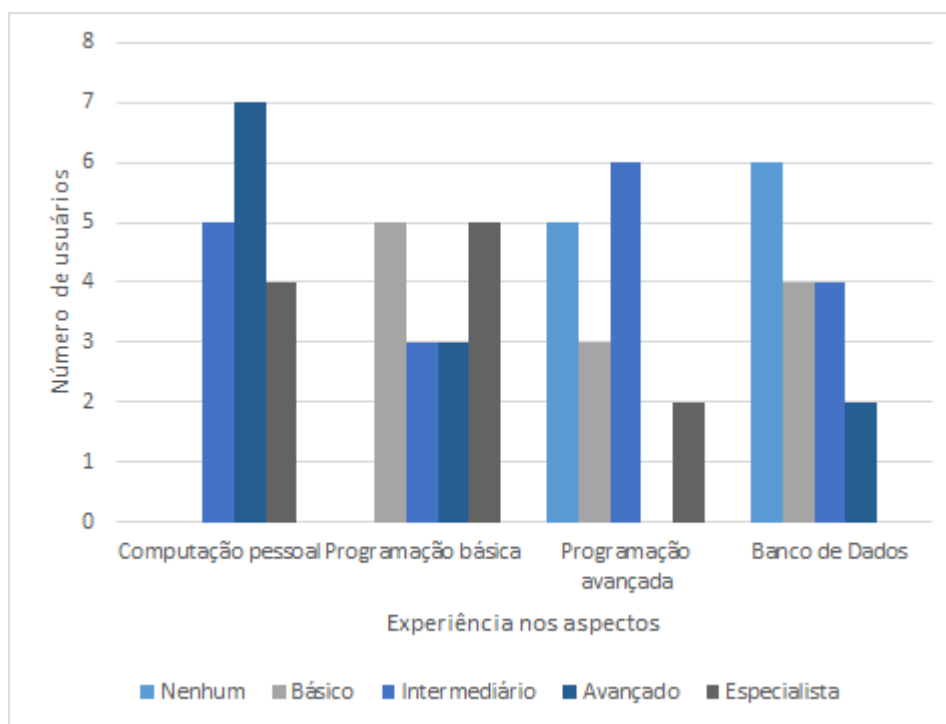


Figura 2 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos: (i) Computação básica, (ii) Programação básica, (iii) Programação avançada; (iv) Banco de dados.

Entre os usuários que se declararam o nível de programação básica/intermediária, três não são da área de TI, os 5 demais são. Nenhum usuário com nível de programação básica/intermediária possui conhecimento em modelagem (Modelagem matemática, estatística, Modelagem e simulação baseada na dinâmica de sistemas, baseada em autômatos celulares ou baseada em agentes (ou indivíduos)).

Ainda neste grupo, somente três usuários têm conhecimento básico em Octave,

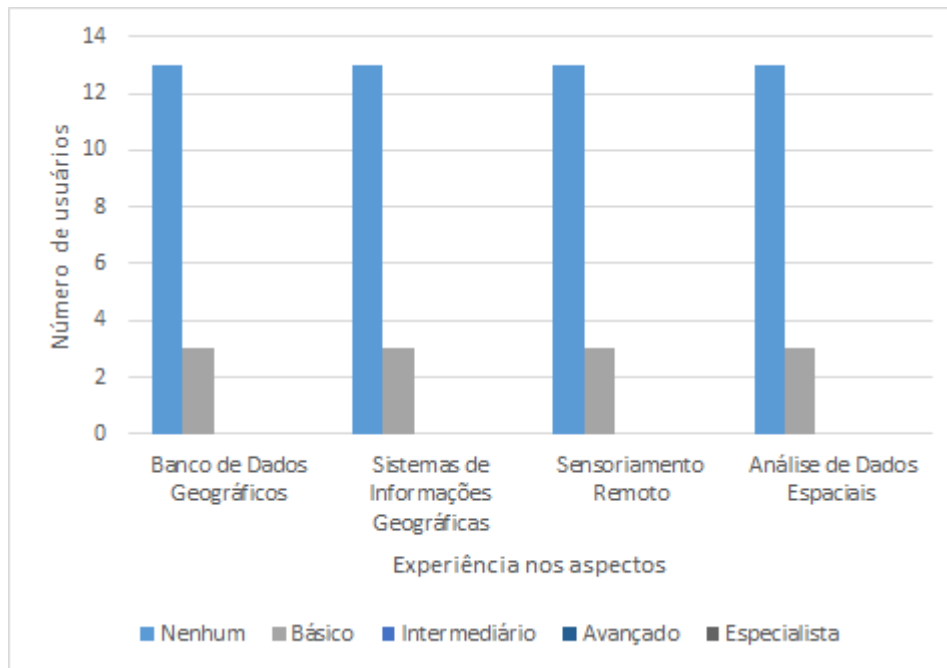


Figura 3 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos: (i) Banco de Dados Geográficos, (ii) Sistemas de Informações Gerenciais, (iii) Sensoriamento Remoto; (iv) Análise de Dados Espaciais.

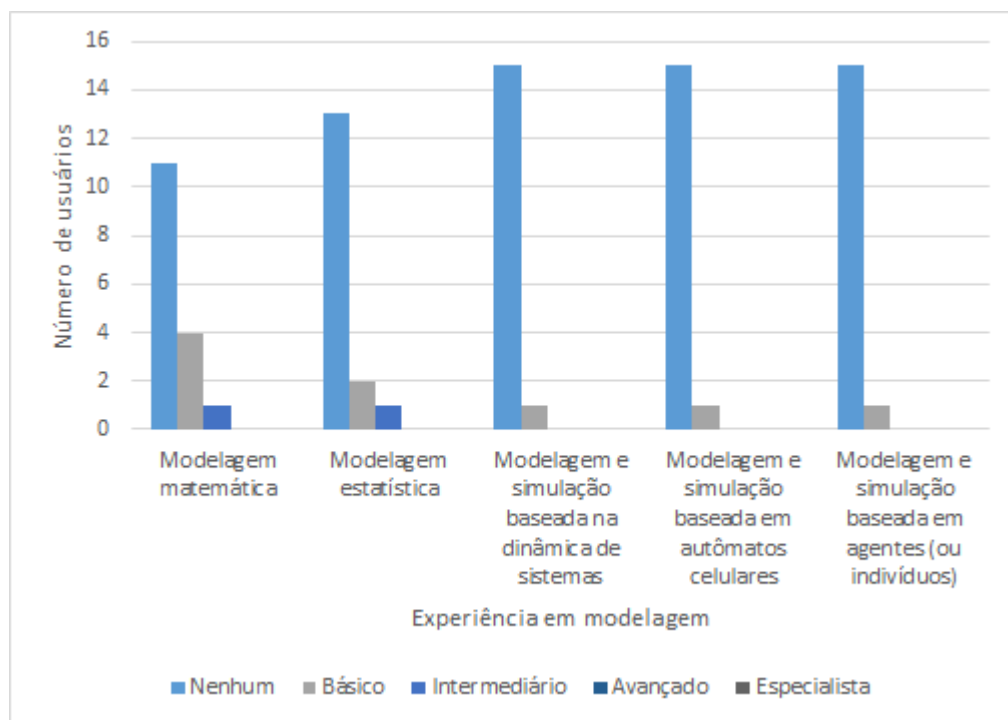


Figura 4 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos: (i) Modelagem matemática, (ii) Modelagem estatística, (iii) Modelagem e simulação baseada na dinâmica de sistemas, (iv) Modelagem e simulação baseada em autômatos celulares, (v) Modelagem e simulação baseada em agentes ou indivíduos.

MATLAB, Scilab, um usuário tem conhecimento básico em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), em Sensoriamento Remoto e Análise de Dados Espaciais, e não tem experiência nenhuma (0) em nenhum dos demais aspectos relacionados no questionário perfil do participante (anexo).

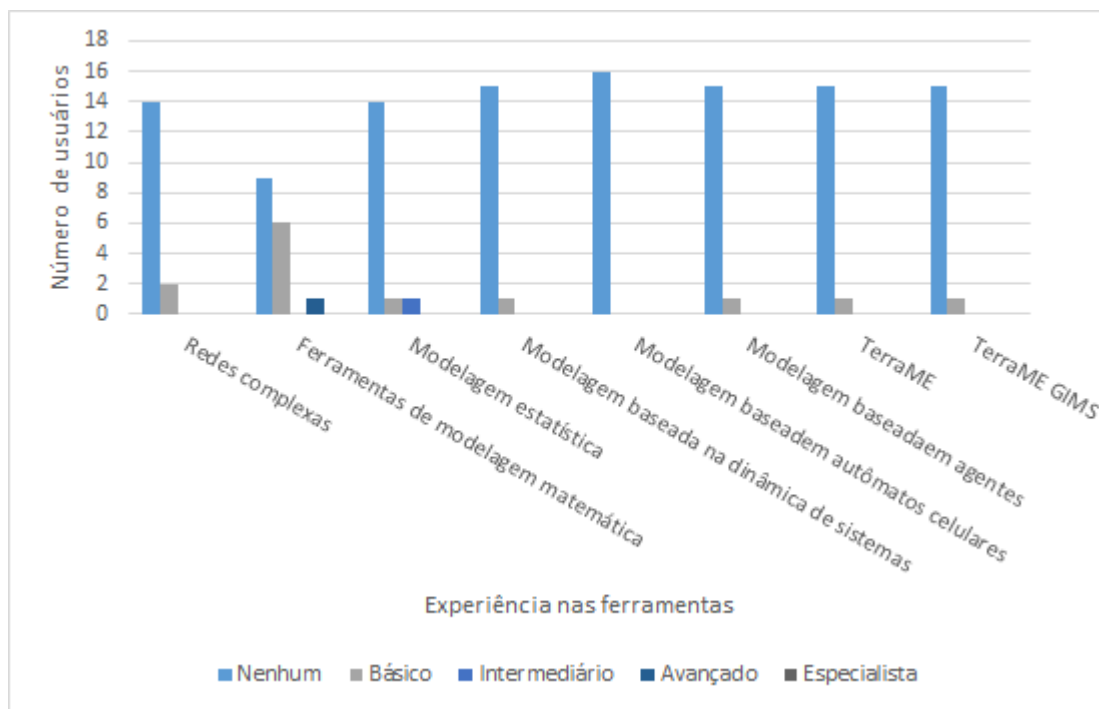


Figura 5 – Nível de conhecimento/experiência auto-declarada em relação aos seguintes aspectos/ferramentas: (i) Redes complexas, (ii) Ferramentas de modelagem matemática, (iii) Modelagem estatística (iv) Modelagem baseada na dinâmica de sistemas, (v) Modelagem baseada em autômatos celulares, (vi) Modelagem baseada em agentes, (vii) TerraME, (viii) TerraME GIMS.

Foi questionado ao usuário se havia alguma “ferramenta de modelagem e simulação que conhecesse ou utilizasse” e apenas um usuário conhece/utiliza o “Lindo Software / Solver (Microsoft Excel)”. Também foi solicitado ao usuário descrever sobre “sua experiência com modelagem e simulação de fenômenos ambientais”, e nenhum declarou ter experiência com esse tipo de modelagem.

## 4.2 Resumo dos dados da observação

Segundo Rubin e Chisnell (2008), os passos para analisar os dados do teste e desenvolver as recomendações necessárias envolvem compilar, resumir e analisar os dados. Após a finalização das sessões de observação, criação e organização dos dados coletados, estes foram compilados, agrupados e sumarizados para análise e interpretação.

### 4.2.1 Dados Quantitativos

A seguir é apresentado um sumário dos dados coletados sobre o tempo gasto, número de passos e erros cometidos, para realizar cada tarefa, e agrupados por grupo de usuários (conforme Tabela 1). É possível perceber alguns padrões, como por exemplo que os usuários encontraram maiores problemas em algumas tarefas específicas. É possível perceber o nível de dificuldade dos usuários na realização das tarefas, como por exemplo, uma grande dificuldade na realização das tarefas 7, 8 e 9. Esses dados podem ser utilizados para investigações mais aprofundadas, sobre as ações e interfaces pelas quais o usuário passou, a fim de identificar problemas de usabilidade e recomendar melhorias. Caso o usuário tenha desistido de realizar alguma tarefa, os valores de tempo, número de passos e erros foi definido como zero a partir da tarefa em que ele desistiu.

O tempo para realização das tarefas no TerraME e no TerraME GIMS são apresentados nas Figuras 6 e 7, respectivamente. Percebe-se que de forma geral, os usuários levaram mais tempo para realizar as tarefas utilizando-se o TerraME do que o TerraME GIMS. No TerraME, alguns usuários também desistiram ou não conseguiram completar algumas das tarefas. Na realização do roteiro TerraME pelos usuários, podemos perceber que alguns deles demandaram um número superior de tempo para realização das tarefas 8 a 12. É possível visualizar isto nos gráficos da Figura 6.

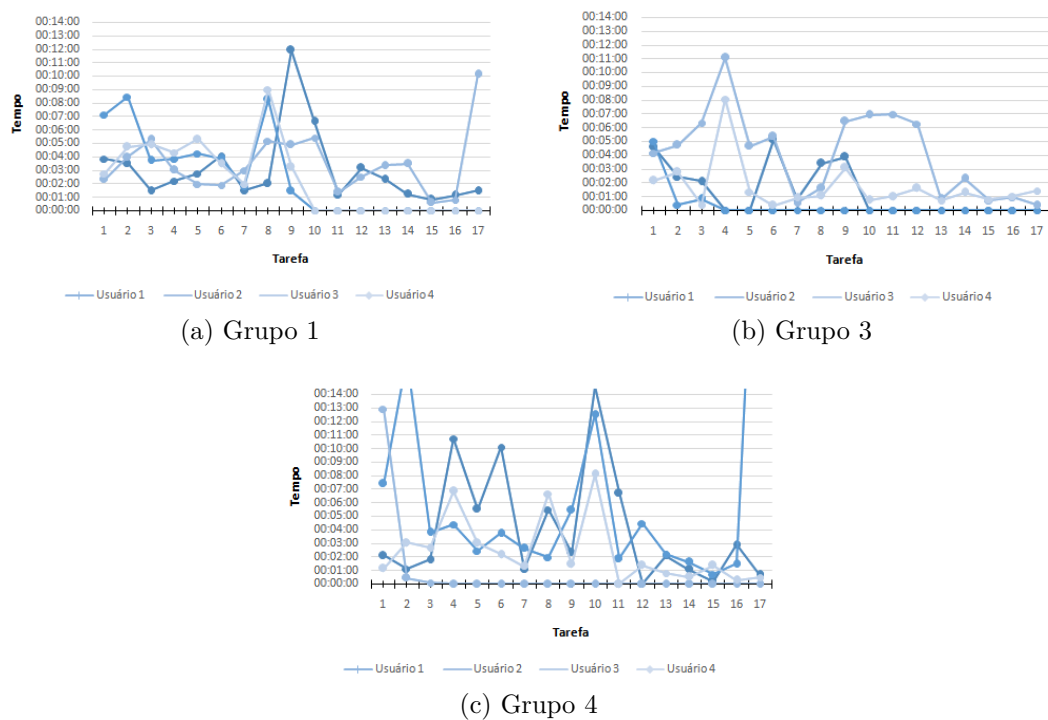


Figura 6 – Tempo para a realização das tarefas no TerraME pelos respectivos grupos

Percebemos que no Grupo 1 que a maioria dos usuários tiveram um desempenho equilibrado tendo uma maior dificuldade na realização das tarefas iniciais. Porém nos

grupos 3 e 4 há uma maior dispersão. É importante frisar que os usuários 3 e 4 tiveram um desempenho superior, no geral, em relação aos demais usuários. Os gráficos relativos ao tempo de realização dos roteiros são apresentados na Figura 7 em que observamos as tarefas com maior tempo gasto para realização, entre 7e e 10.

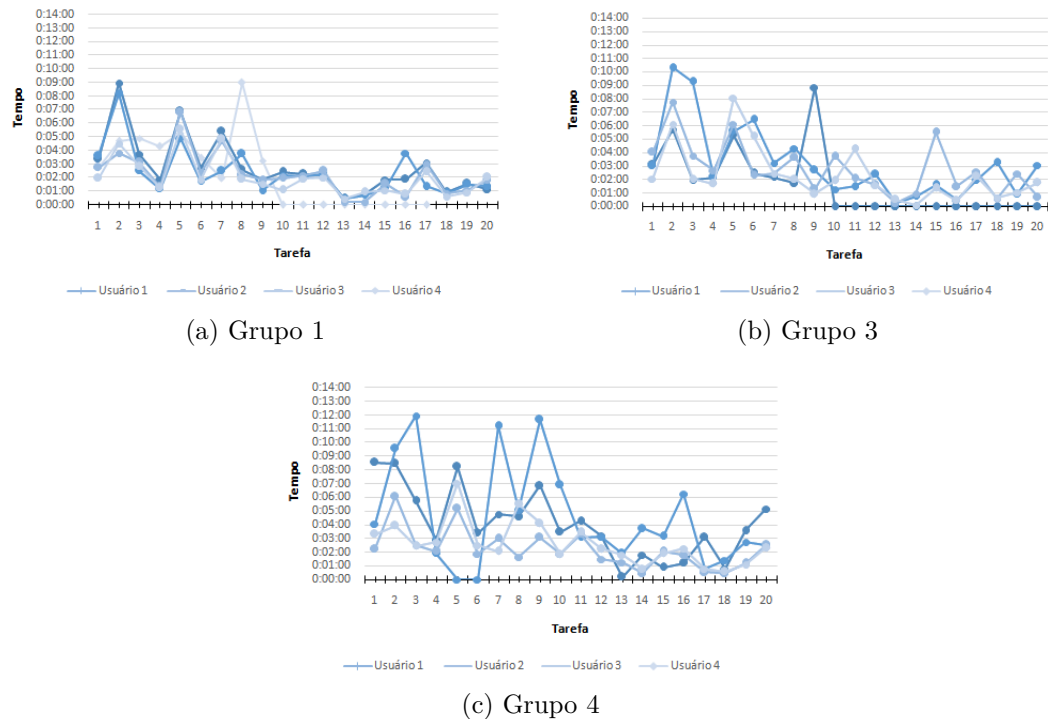


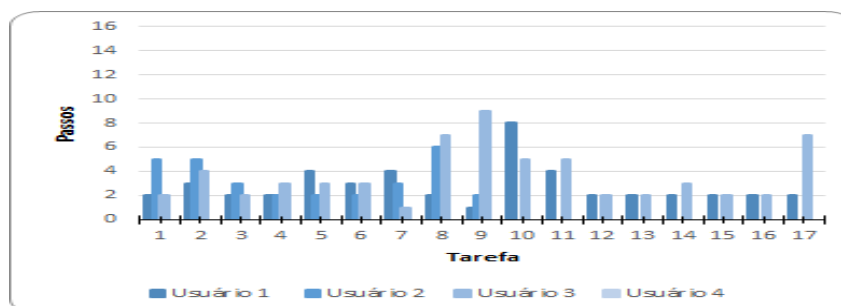
Figura 7 – Tempo para a realização das tarefas no TerraME GIMS pelos respectivos grupos

O número de passos realizados pelos usuários para completar cada tarefa são apresentados nas Figuras 8 e 11, respectivamente. O TerraME GIMS exigiu um número maior de passos para completar as tarefas - algo esperado, visto que a interação se dá por meio do uso dos componentes de interface gráfica, enquanto no TerraME, eram necessárias poucas interações e maior digitação de código.

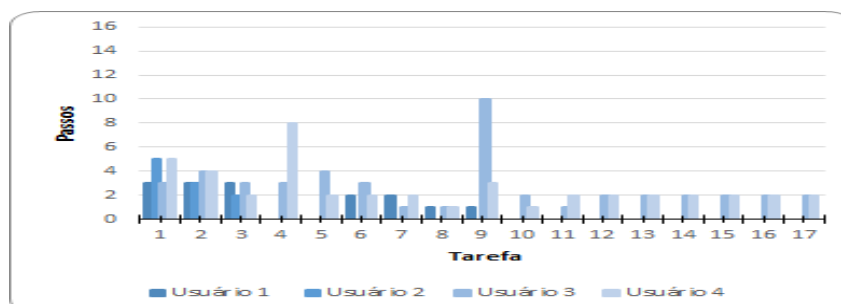
Nota-se, na Figura 8, que os usuários tiveram uma maior dificuldade para realização das tarefas 7 a 10 assim como aconteceu no tempo, visto que esses dados estão intrinsecamente ligados.

É possível observar, na Figura 11, que os usuários tiveram um número maior de erros na realização do roteiro do TerraME em relação ao TerraME GIMS.

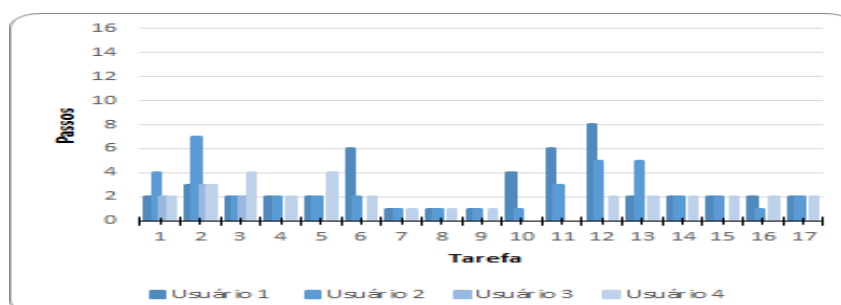
O número de erros cometidos durante a realização das tarefas é apresentado nas Figuras 10 e 11, respectivamente. Não era esperado um grande número de erros ao interagir com a linguagem textual, exceto alguns problemas relacionados à digitação / alteração do código-fonte. Por sua vez, a interface gráfica possibilita que outros tipos de erros sejam cometidos. Na figura 10 podemos observar um número menor de erros em relação ao TerraME. Usuários que apresentaram maior número de erros possuem nível de experiência



(a) Grupo 1



(b) Grupo 3



(c) Grupo 4

Figura 8 – Passos para a realização das tarefas no software TerraME pelos respectivos grupos

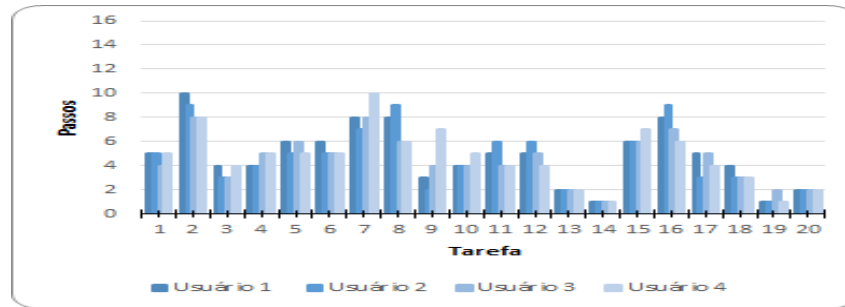
em programação básica.

#### 4.2.2 Dados Qualitativos - Questionário

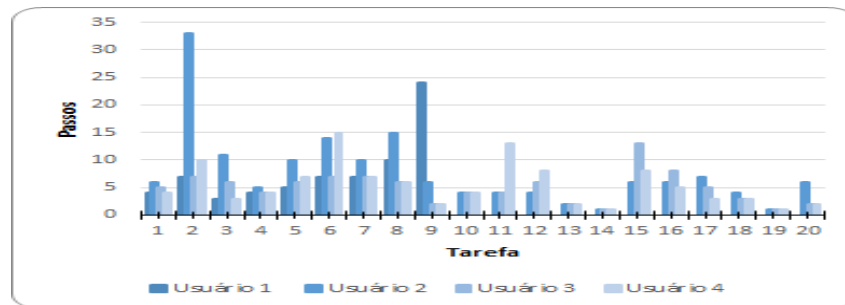
A seguir é apresentado um breve resumo sobre os dados qualitativos, coletados por meio do questionário pós-observação, sobre a percepção dos usuários em relação ao roteiro (Figura 12), ao fenômeno em estudo (Figura 13), e sobre as tarefas (Figura 14).

No questionário pós-observação, também foram levantadas informações sobre a percepção dos usuários (grau de concordância) em relação a algumas afirmações sobre características das linguagens textual e visual (Figuras 15 e 16).

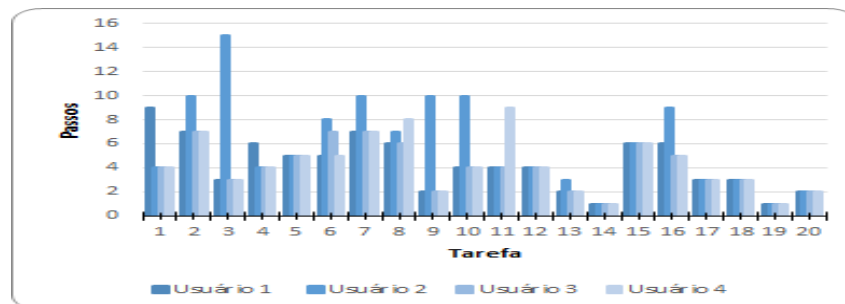
De forma geral, os usuários com experiência em programação conseguiram entender o roteiro e realizar as atividades, e tiveram facilidade em usar a linguagem textual. Todos os participantes concordaram que a apresentação inicial ajudou a entender melhor o fenômeno



(a) Grupo 1



(b) Grupo 3



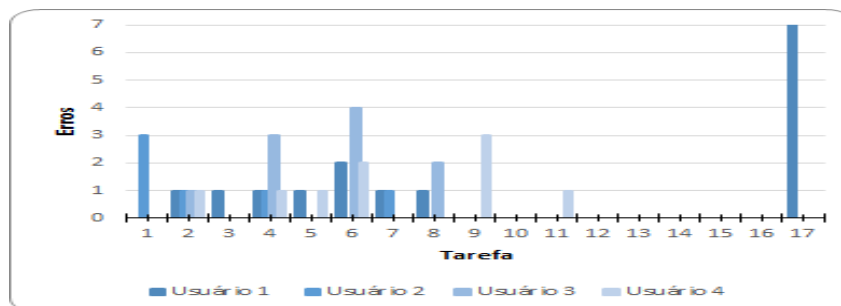
(c) Grupo 4

Figura 9 – Passos para a realização das tarefas no software TerraME pelos respectivos grupos

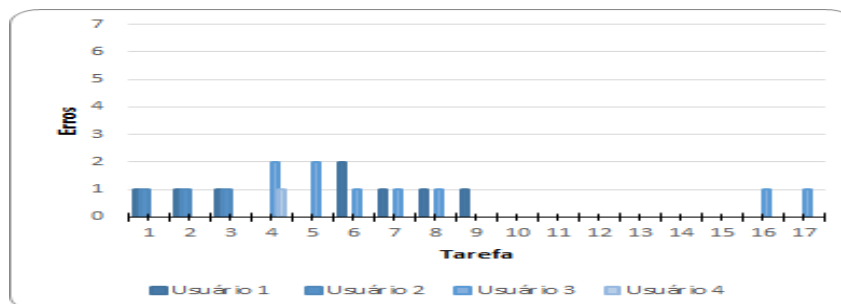
que foi modelado.

A partir da análise inicial que foi feita, foi possível perceber que os usuários, de forma geral, encontraram muita dificuldade ao modelar o fenômeno utilizando a linguagem textual. E aqueles que conseguiram realizar as atividades com alguma facilidade, já possuíam conhecimentos prévios em programação. A maioria discordou que a linguagem textual ajuda a entender melhor o fenômeno que está sendo modelado. Por sua vez, a percepção sobre a linguagem visual é ser mais fácil e conveniente para a construção dos modelos, principalmente para usuários não experientes em programação. A maioria dos usuários concordou que a linguagem visual ajuda a entender melhor o fenômeno e construir modelos.

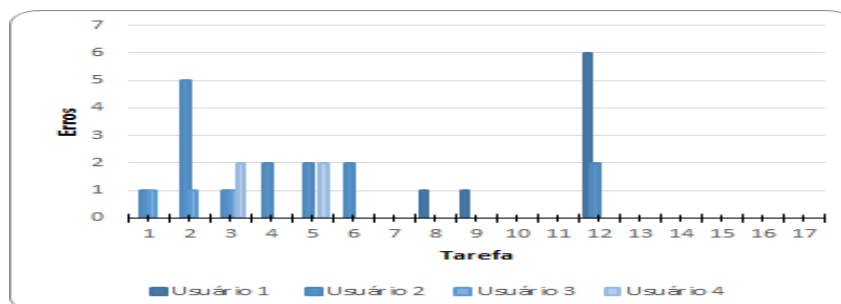




(a) Grupo 1



(b) Grupo 3



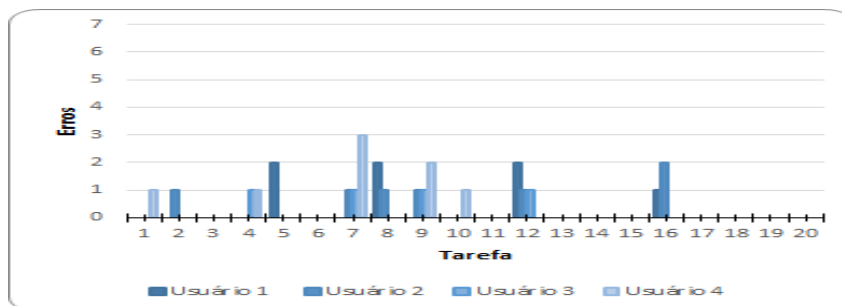
(c) Grupo 4

Figura 10 – Erros na realização das tarefas no software TerraME pelos respectivos grupos

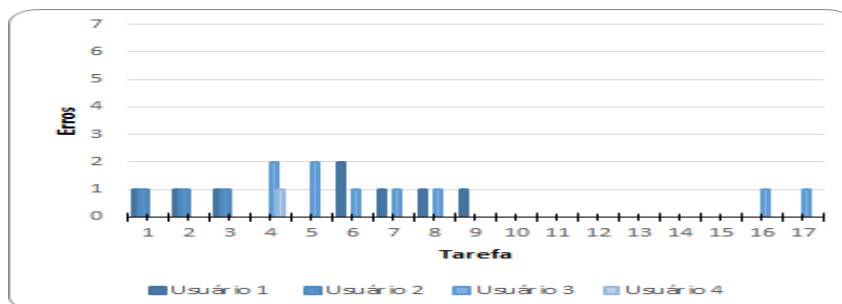
### 4.2.3 Dados Qualitativos - Etiquetagem da interação

A etiquetagem da interação consiste em assistir às gravações da interação do usuário com um sistema e atribuir uma expressão apropriada (etiqueta) nos momentos de ruptura da interação ((PRATES; BARBOSA, 2006)). As etiquetas são expressões que potencialmente poderiam ser usadas pelos usuários quando se deparam com as falhas de comunicação do sistema (CARVALHO et al., 2012). A etiquetagem da interação contribuiu para identificar e analisar os principais problemas de interface/interação ocorridos durante a observação. Uma breve descrição das etiquetas, e os principais problemas encontrados durante a observação, são a seguir:

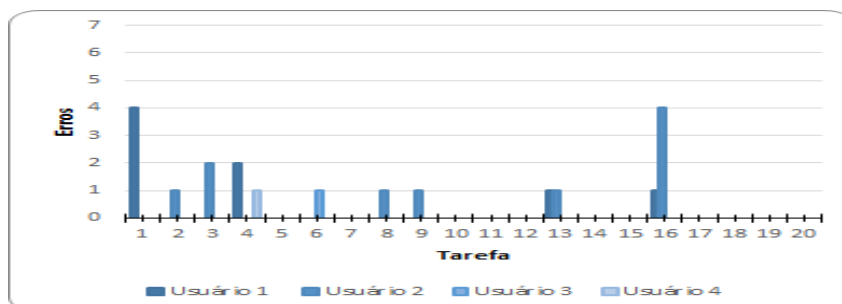
- Cadê?: ocorre quando o usuário sabe a operação que deseja executar mas não a encontra de imediato na interface. Um sintoma freqüente é abrir e fechar menus e submenus e passar com o cursor de mouse sobre botões, inspecionando diversos elementos de interface sem ativá-los (PRATES; BARBOSA, 2006).



(a) Grupo 1



(b) Grupo 3



(c) Grupo 4

Figura 11 – Passos na realização das tarefas no software TerraME GIMS pelos respectivos grupos

	Quantidade de usuarios						
DESCRIÇÃO	-3	-2	-1	1	2	3	DESCRIÇÃO
Difícil de entender	2	1	3	7	3	0	Fácil de entender
Desorganizado	0	0	2	1	9	4	Organizado
Difícil de ler	0	0	2	2	8	4	Fácil de ler
Confuso	0	1	5	4	5	1	Claro
Pequeno	0	1	2	3	7	3	Grande
Impreciso	0	1	1	8	5	1	Preciso
Pouco Didático	2	1	3	3	5	2	Didático

Figura 12 – Número de usuários com a respectiva classificação (a partir do extremo negativo ao extremo positivo) da sua percepção sobre o roteiro em níveis de concordância aplicado aos dois extremos.

- TerraME GIMS: Ocorreu nas tarefas: inserção da legenda (o layout da criação da legenda é confuso) e inserção da função main (o usuário teve dificuldade pois

	Quantidade de usuários						
DESCRIÇÃO	-3	-2	-1	1	2	3	DESCRIÇÃO
Difícil	2	5	1	3	2	3	Fácil
Complexo	3	8	2	1	1	1	Simple

Figura 13 – Número de usuários com a respectiva classificação (a partir do extremo negativo ao extremo positivo) da sua percepção sobre o fenômeno em estudo em níveis de concordância aplicado aos dois extremos.

	Quantidade de usuarios						
DESCRIÇÃO	-3	-2	-1	1	2	3	DESCRIÇÃO
Difícil	2	3	0	7	4	0	Fácil
Confuso	0	1	9	2	2	2	Claro
Entediante	0	0	3	6	3	4	Desafiador
Confuso	0	2	4	2	6	2	Instrutivo
Demorado	2	6	4	1	2	1	Rápido
Chato	0	1	4	6	4	1	Divertido
Desconfortável	0	0	6	5	4	1	Confortável
Frustrante	2	2	2	3	3	4	Satisfatório

Figura 14 – Número de usuários com a respectiva classificação (a partir do extremo negativo ao extremo positivo) da sua percepção sobre a realização das tarefas e atividades em níveis de concordância aplicado aos dois extremos.

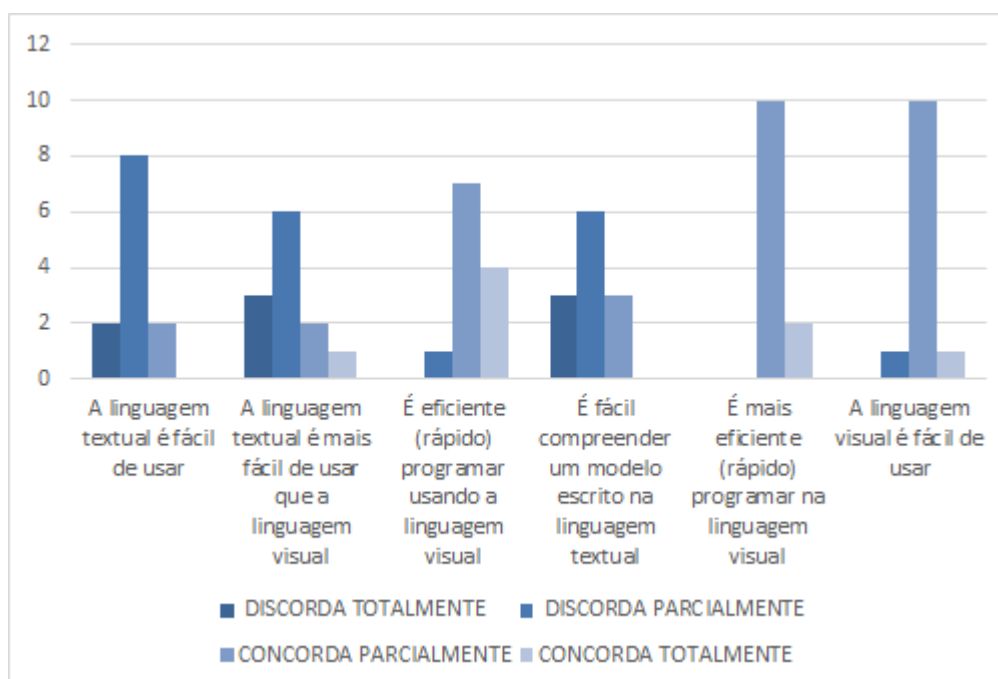


Figura 15 – Grau de concordância dos usuários em determinados aspectos relacionados à linguagem visual e textual

tentou inserir a função main, que já é criada automaticamente e não permite ser duplicada).

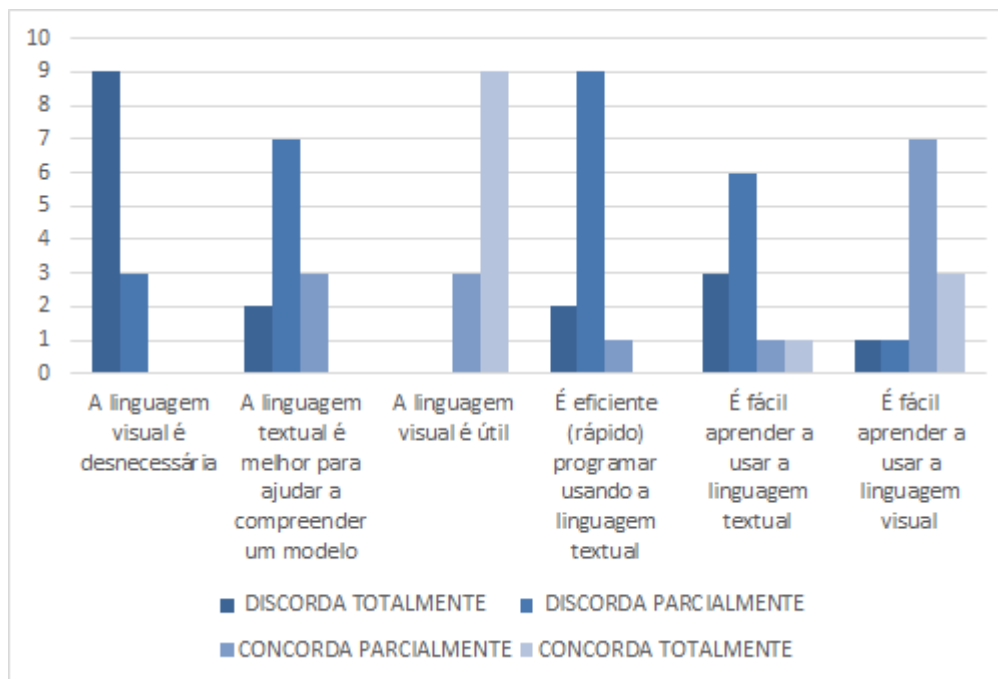


Figura 16 – Grau de concordância dos usuários em determinados aspectos relacionados à linguagem visual e textual

- Onde estou?: o usuário efetua operações que são apropriadas para outros contextos, mas não para o contexto atual (por exemplo, tenta digitar um dado em um campo desabilitado; digitar um comando em um campo de dado ou um dado no campo reservado para comandos). Um sintoma típico é desfazer a ação incorreta e mudar em seguida para o contexto desejado (PRATES; BARBOSA, 2006).
  - TerraME GIMS: esse problema foi identificado nas tarefas: adicionar uma função ao modelo - foi identificada a ruptura de comunicabilidade, pois o usuário despendia muito tempo procurando o ícone de inserção da função main, tentava inserir uma nova função main (o que não é permitido), além de tentar inserir o código em locais inadequados (como na propriedade name).
  - TerraME: ocorreu nas tarefas: Crie um novo projeto e Inserir Legenda. O usuário ficou perdido, executou a tarefa de diversas formas diferentes tentando chegar ao resultado almejado.
- Assim não dá: ocorre quando o usuário efetua uma seqüência (longa) de operações antes de perceber que estava seguindo um caminho improdutivo. Os sintomas incluem o acionamento de operações "desfazer" (*undo*) repetidas vezes ou o cancelamento de um ou mais quadros de diálogos abertos indevidamente (PRATES; BARBOSA, 2006).
  - TerraME GIMS: Foi identificado nas tarefas: inserir e configurar CellularSpace; adicionar a legenda heightLeg; e adicionar uma função main. As rupturas de

comunicação identificada nas tarefas foram: dificuldade de encontrar o CellularSpace, dificuldade de encontrar a barra propriedades: os usuários tentavam realizar opções equivocadas e realizavam a opção Undo diversas vezes. O principal problema da tarefa “Adicionar uma função main” foi a tentativa equivocada de inserção de uma nova função main.

- TerraME: ocorreu na tarefa Inserir e configurar CellularSpace, Inserir automato e as demais etapas de criação do autômato. O usuário tentou executar a tarefa de forma errônea, seguindo uma sequência longa de passos e ao fim recebeu um resultado diferente do esperado. Ocorreu na tarefa Adicionar uma vizinhança de Couclelis e um Observer em que o usuário procura realizar a tarefa, porém encontra dificuldades na execução da mesma.
- Vai de outro jeito: acontece quando o usuário não consegue realizar a tarefa da forma como o projetista gostaria que ele o fizesse, e resolve seguir outro caminho, geralmente mais longo ou complicado (PRATES; BARBOSA, 2006).
  - TerraME GIMS: foi identificado nas tarefas: adicionar a legenda soilWaterLeg; inserir Observer do Tipo MAP; e adicionar o estado wet.
  - TerraME: ocorreu na tarefa Criar variáveis.
- Por que não funciona?: a operação efetuada não produz o resultado esperado, mas o usuário não entende ou não se conforma com o fato. O sintoma típico consiste em o usuário repetir a ação (PRATES; BARBOSA, 2006).
  - TerraME GIMS: foi identificado nas tarefas: criar um Timer; e salvar e executar o modelo. O problema ocorrido nas tarefas foram: os usuários tinham dificuldade na inserção do Timer e na Tarefa de executar o modelo, os usuários não seguiram os passos especificados no roteiro o que não gerava o resultado esperado.
- Ue, o que houve?: o usuário não percebe ou não entende a resposta dada pelo sistema para a sua ação (ou o sistema não dá resposta alguma). Os sintomas típicos incluem repetir a ação ou buscar uma forma alternativa de alcançar o resultado esperado (PRATES; BARBOSA, 2006).
  - TerraME GIMS: Foi identificado na tarefa: adicionar uma função main. A ruptura de comunicação observada refere-se à necessidade de alteração de contexto visual para textual para realizar a ação de executar o modelo.
  - TerraME: ocorreu na tarefa Inserir e configurar CellularSpace, Inserir automato e as demais etapas de criação do autômato. O usuário tentou executar a tarefa de forma errônea, seguindo uma sequência longa de passos e ao fim recebeu um resultado diferente do esperado.

- Pra mim está bom: Ocorre quando o usuário acha equivocadamente que concluiu uma tarefa com sucesso.
  - TerraME: Foi identificado na tarefa: Criar um novo projeto. O usuário criou um projeto equivocadamente e acarretou a não execução da tarefa como um todo.

### 4.3 Análise e Discussão dos resultados

Após o resumo e apresentação dos dados, é possível analisar, interpretar e discutir os resultados obtidos. Por exemplo, um dos resultados obtidos pela avaliação foi a identificação das tarefas (e respectivas interações) em que os usuários tiveram maior dificuldade, de problemas de interface/interação e indícios sobre as perguntas levantadas.

Foi possível perceber, a partir dos dados quantitativos e qualitativos, uma maior aceitação da linguagem visual em relação à linguagem textual. Os usuários com experiência em programação avaliaram positivamente a linguagem teextual, mas o mesmo não ocorreu para aqueles usuários sem experiência. Um dos aspectos em que houve maior concordância dos usuários, quando perguntados diretamente, é sobre a facilidade de aprendizagem: a maioria concordou que a linguagem visual é mais fácil de aprender a usar que a linguagem textual.

Outras análises mais aprofundadas sobre os dados ainda serão realizadas, com o intuito de interpretar de forma integrada todo o conjunto de dados coletados: questionário pré-observação, observação de uso (gravação em vídeo da tela e face do usuário, gravação em áudio das falas do usuário, anotações do avaliador) e questionário pós-observação. Alguns resultados práticos já foram obtidos, como a identificação de problemas de usabilidade, enquanto outros, como a análise mais aprofundada dos dados, serão obtidos em estudos futuros, conforme descrito nas próximas seções.

#### 4.3.1 Análise dos dados

Para realizar a análise e interpretação dos dados de forma efetiva, é necessário retornar aos objetivos da avaliação e perguntas a serem respondidas. Nesse sentido, identificamos nessa seção as perguntas e os respectivos dados, que podem ser utilizados a fim de respondê-las.

Uma das questões norteadoras a serem respondidas é: “A linguagem visual permite ao usuário criar um modelo mais facilmente do que utilizando a linguagem de programação do TerraME?”. A partir dessa pergunta foram elaboradas outras mais específicas, com o intuito de melhor planejar a identificação dos dados a serem coletados, bem como a análise e interpretação desses. A seguir, são apresentados alguns exemplos desse conjunto de perguntas e respectivos dados coletados a fim de respondê-las:

- O usuário tem facilidade de aprender a usar a plataforma visual? E Textual?
  - Dados quantitativos:
    - \* (Observação) Quantidade de tarefas realizadas / executadas
    - \* (Observação) Quantidade de usuários não conseguiram / desistiram de completar as tarefas
    - \* (Observação) Tempo de realização de cada tarefa
    - \* (Observação) Quantidade de opções desfazer realizadas pelo usuário
    - \* (Observação) Quantidade de passos para realização da tarefa
    - \* (Observação) Quantidade de erros para realização da tarefa
  - Dados qualitativos:
    - \* (Questionário) Classificação da percepção do usuário sobre a realização das tarefas e atividades: Fácil x Difícil
    - \* (Questionário) A linguagem de programação (visual) ajudou a entender melhor o fenômeno e construir os modelos?
    - \* (Questionário) É fácil aprender a usar a linguagem textual?
    - \* (Questionário) É fácil aprender a usar a linguagem visual?
    - \* (Questionário) A linguagem visual é mais difícil de aprender?
    - \* (Questionário) A linguagem textual é mais fácil de aprender que a linguagem visual?
    - \* (Questionário) A linguagem textual é fácil de usar?
    - \* (Questionário) A linguagem textual é mais fácil de usar que a linguagem visual?
    - \* (Questionário) A linguagem visual é fácil de usar?
    - \* (Questionário) É fácil compreender um modelo escrito na linguagem textual?
    - \* (Questionário) É fácil compreender um modelo escrito na linguagem visual?
    - \* (Questionário) A linguagem textual é melhor para ajudar a compreender um modelo?
    - \* (Questionário) A linguagem de programação (visual) ajudou a entender melhor o fenômeno e construir os modelos?
    - \* (Questionário) Classificação da percepção do usuário sobre a realização das tarefas e atividades: Fácil x Difícil
- O nível de experiência afeta o desempenho em relação ao tipo de linguagem usada?
  - Dados quantitativos:

- \* (Observação) Quantidade de usuários "não-programadores" que conseguiram completar o roteiro usando o TerraME / TerraME GIMS
  - \* (Observação) Quantidade de usuários "programadores" que conseguiram completar o roteiro usando o TerraME / TerraME GIMS
  - \* (Observação) Quantidade de tarefas realizadas / executadas (por perfil)
  - \* (Observação) Quantidade de usuários não conseguiram / desistiram de completar as tarefas (por perfil)
  - \* (Observação) Tempo de realização de cada tarefa (por perfil)
  - \* (Observação) Quantidade de opções desfazer realizadas pelo usuário (por perfil)
  - \* (Observação) Quantidade de passos para realização da tarefa (por perfil)
- Dados Qualitativos:
- \* (Questionário) Nível de experiência auto-declarada em programação (e também outros aspectos)

A outra questão específica é: “Criar modelos utilizando a linguagem visual aumenta a satisfação do usuário?”. Para responder a essa pergunta criamos sub-perguntas e para cada sub-pergunta buscamos dados coletados que possam respondê-las. De forma semelhante, os dados coletados serão analisados e interpretados de forma consolidada a fim de responder a essa pergunta.

A partir da visualização dos resultados e de análises preliminares, já foi possível obter indícios que a linguagem visual foi melhor avaliada em relação à facilidade de aprendizagem e satisfação de uso. A continuidade do trabalho envolve utilizar outros métodos para análise e interpretação do conjunto de dados coletados.

### 4.3.2 Principais Erros e Dificuldades

De forma geral, os participantes sem experiência em programação cometeram um número de erros maior que aqueles com alguma experiência. As seguintes tarefas foram aquelas em que os usuários, de ambos perfis, encontraram maior dificuldade, e consequentemente, cometeram mais erros:

- Criar um novo projeto: em ambos sistemas.
- Inserir e configurar CellularSpace: grande número de erros ocorreu tanto no TerraME quanto no TerraME GIMS e nos dois grupos de usuários.
- Inserir código no main: alguns usuários tiveram muita dificuldade para localizar o main.



- Inserir as Legendas: a maioria dos usuários tiveram dificuldades para inserir a legenda (além de haver muitos passos para seguir, há problemas com a interface).
- Criar estados do autômato: os usuários tiveram muita dificuldade para criar os estados, principalmente pra criar as transições de estados no TerraME GIMS.
- Inserir variáveis: somente no TerraME GIMS usuários com experiência em programação básica.
- Adicionar um Observer do Tipo MAP: Somente no TerraME.

A fonte de erros, para cada tarefa, é apresentada na tabela 3.

Tarefa	Fonte do Erro
Criar novo projeto	Dificuldade de encontrar configurações e/ou configurar de maneira errada.
Inserir CellularSpace	Não encontrar o ícone
Inserir código no main	Não encontrar o ícone já inserido / Tentar inserir outro ícone
Inserir as Legendas	Muitos passos para realizar/Problemas de Interface
Criar estados do autômato	Tentar inserir novo estado inicial/Problema com inserção de transição de estados
Inserir variáveis	Problema de comunicação (Roteiro)/ Interpretação do usuário
Adicionar um Observer do Tipo MAP	Problemas na configuração do observer (encontrar propriedades)

Tabela 3 – Percepção sobre as tarefas do Roteiro do TerraME

### 4.3.3 Desenvolver recomendações

O desenvolvimento de recomendações de melhoria foi um dos resultados obtidos pelo trabalho, obtidos por meio da identificação das tarefas nas quais os usuários apresentaram maior dificuldade e/ou cometeram mais erros. Tais recomendações poderão guiar o desenvolvimento de futuras melhorias do software TerraME GIMS. Uma lista dos problemas e recomendações pode ser vista no Apêndice H. Algumas delas são elencadas abaixo:

- Ao criar um novo projeto, não inserir o main automaticamente.
- Utilizar ícones mais sugestivos e adequar tamanho deles.
- Ao criar um novo autômato, não criar o estado inicial automaticamente.
- Melhorar a interação quando se está criando uma transição de estados do autômato.
- Melhorar interação correspondente à ação de inserir legendas.

## 5 Considerações Finais

A modelagem e simulação computacional são ferramentas importantes para o estudo de fenômenos complexos, tais como compreender a dinâmica de sistemas ambientais. O TerraME e o TerraME GIMS são plataformas que apoiam a construção de modelos para sistemas ambientais. O TerraME oferece uma linguagem textual para a descrição do modelo, enquanto o TerraME GIMS permite descrever modelos por meio de uma linguagem visual e interação com componentes de interface gráfica.

Avaliar a qualidade de uso e a experiência de uso de sistemas interativos é essencial para medir o quanto um sistema atende os objetivos para os quais foi proposto. Nesse sentido, faz-se também necessário avaliar a qualidade de uso das linguagens para descrição de sistemas ambientais, oferecidas por plataformas de modelagem e simulação.

O trabalho teve como objetivo avaliar as plataformas TerraME e TerraME GIMS, e respectivas linguagens de modelagem, em relação à facilidade de aprendizagem e satisfação de uso. Para isso, foi elaborado um plano de avaliação, que foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, e posteriormente conduzido. Os métodos utilizados incluíram observação de uso, com gravação em vídeo da tela e face dos usuários, e aplicação de questionários.

Os resultados obtidos indicam a maior aceitação da linguagem visual, principalmente para os usuários sem experiência em programação. Alguns problemas e limitações incluem: amostra limitada em termos de representatividade do perfil de usuários de ambientes de modelagem e simulação ambiental; dificuldades encontradas em relação ao roteiro usado na observação; nem todos os usuários conseguiram completar as tarefas; análise limitada dos dados coletados (por restrições de tempo e recursos).

Além disso, foram identificados diversos problemas ocorridos na interação, e realizadas recomendações de melhorias de interface gráfica. Tais resultados podem servir para trabalhos futuros relacionados ao desenvolvimento de novas versões do software TerraME GIMS. Os trabalhos futuros incluem ainda realizar novas análises sobre os dados, e ampliar o estudo para novas amostras.

# Referências

- ARNOLD, K. et al. *The Java programming language*. [S.l.]: Addison-wesley Reading, 2000. v. 2. Citado na página 18.
- ATKINSON, C.; GERBIG, R. Harmonizing textual and graphical visualizations of domain specific models. In: ACM. *Proceedings of the Second Workshop on Graphical Modeling Language Development*. [S.l.], 2013. p. 32–41. Citado na página 22.
- BOOCH, G.; RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I. *UML: guia do usuário*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2006. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 21.
- BOSHERNITSAN, M.; DOWNES, M. S. *Visual programming languages: A survey*. [S.l.]: Citeseer, 2004. Citado na página 21.
- BURNETT, M. M.; BAKER, M. J. A classification system for visual programming languages. *Journal of Visual Languages & Computing*, Elsevier, v. 5, n. 3, p. 287–300, 1994. Citado 2 vezes nas páginas 21 e 22.
- CARNEIRO, T. G. de S. et al. An extensible toolbox for modeling nature–society interactions. *Environmental Modelling & Software*, Elsevier, v. 46, p. 104–117, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 20.
- CARVALHO, J. de et al. Inspeção semiótica e avaliação de comunicabilidade: identificando falhas de comunicabilidade sobre as configurações de privacidade do facebook. In: BRAZILIAN COMPUTER SOCIETY. *Companion Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. [S.l.], 2012. p. 73–74. Citado na página 41.
- ESSER, R.; JANNECK, J. W. A framework for defining domain-specific visual languages. In: *Workshop on Domain Specific Visual Languages, ACM Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages and Applications (OOPSLA-2001)*. [S.l.: s.n.], 2001. Citado na página 22.
- FRIEDENTHAL, S.; MOORE, A.; STEINER, R. *A practical guide to SysML: the systems modeling language*. [S.l.]: Morgan Kaufmann, 2014. Citado na página 21.
- GALICIA, L. D.; CHEU, R. K. Methodology for bus rapid transit ridership estimation and deployment phases implementation. In: *Proceeding of the 27th International Conference of the System Dynamics Society, Albuquerque*. [S.l.: s.n.], 2009. Citado na página 20.
- GOLIN, E. J.; REISS, S. P. The specification of visual language syntax. In: IEEE. *Visual Languages, 1989., IEEE Workshop on*. [S.l.], 1989. p. 105–110. Citado na página 21.
- GUDWIN, R. R.; GOMIDE, F. A. Computational semiotics: An approach for the study of intelligent systems-part i: Foundations. *Tenchical Report RT-DCA*, 1997. Citado na página 21.
- HANNON, B.; RUTH, M. *Dynamic modeling*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2001. Citado na página 17.

- IERUSALIMSCHY, R.; FIGUEIREDO, L. H. D.; FILHO, W. C. Lua-an extensible extension language. *Softw., Pract. Exper.*, Citeseer, v. 26, n. 6, p. 635–652, 1996. Citado na página 20.
- JOKELA, T. et al. The standard of user-centered design and the standard definition of usability: analyzing iso 13407 against iso 9241-11. In: ACM. *Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*. [S.l.], 2003. p. 53–60. Citado na página 23.
- KELLY, S.; TOLVANEN, J.-P. Visual domain-specific modeling: Benefits and experiences of using metacase tools. In: CITESEER. *International Workshop on Model Engineering, at ECOOP*. [S.l.], 2000. v. 2000. Citado na página 22.
- KERN, H.; TOLVANEN, J.-P.; BOTTONI, P. 2nd workshop on graphical modeling language development. In: CITESEER. *Second Workshop on Graphical Modeling Language Development (GMLD 2013)*. [S.l.], 2013. p. 1. Citado na página 22.
- LIMA, T. et al. Terrame gims: An eclipse plug-in for environmental modeling. In: IEEE. *Developing Tools as Plug-ins (TOPI), 2013 3rd International Workshop on*. [S.l.], 2013. p. 37–42. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 18.
- LIMA, T. F. M. de. Terra me gims-uma interface gráfica para a descrição de modelos ambientais para a plataforma terrame. UFMG, 2010. Citado na página 20.
- MOODY, D. The “physics” of notations: toward a scientific basis for constructing visual notations in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, v. 35, n. 6, p. 756–779, 2009. Citado na página 22.
- NARAYANAN, N. H.; HÜBSCHER, R. Visual language theory: Towards a human-computer interaction perspective. In: *Visual language theory*. [S.l.]: Springer, 1998. p. 87–128. Citado na página 22.
- NICKERSON, J. V. Visual programming. New York University, 1995. Citado na página 21.
- NIELSEN, J. *Usability engineering*. [S.l.]: Elsevier, 1994. Citado na página 23.
- NIELSEN, J.; LORANGER, H. *Usabilidade na web*. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2007. Citado na página 23.
- NOVAES, A. G. N. *Modelos em planejamento urbano, regional e de transportes*. [S.l.]: E. Blucher, 1982. Citado na página 17.
- PFEIFFER, M.; PICHLER, J. A comparison of tool support for textual domain-specific languages. In: *Proceedings of the 8th OOPSLA Workshop on Domain-Specific Modeling*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–7. Citado na página 21.
- PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. *Avaliação de Interfaces de Usuário—Conceitos e Métodos. 2003*. [S.l.]: Cap, 2006. Citado 8 vezes nas páginas 23, 24, 29, 30, 32, 41, 44 e 45.
- QUATRANI, T. *Visual modeling with Rational Rose 2000 and UML*. [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2000. Citado na página 21.

- RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. Conceitos básicos de modelagem hidrológica. *Introdução à Modelagem Dinâmica Espacial*. INPE. São José do Campos, SP, 2003. Citado na página 17.
- RICHMOND, B. M. Stella: Software for bringing system dynamics to the other 98%. In: *Proceedings of the 1985 international conference of the System Dynamics Society: 1985 International system dynamics conference*. [S.l.: s.n.], 1985. p. 706–718. Citado na página 17.
- ROGERS, Y.; SHARP, H.; PREECE, J. *Design de interação: além da interação humano-computador*. [S.l.]: Bookman, 2013. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 24.
- RUBIN, J.; CHISNELL, D. *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 36.
- SCHALLES, C. *Usability evaluation of modeling languages*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012. Citado na página 22.
- SCHMIDT, C.; CRAMER, B.; KASTENS, U. Usability evaluation of a system for implementation of visual languages. In: IEEE. *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC 2007)*. [S.l.], 2007. p. 231–238. Citado na página 23.
- SHARP, H.; ROGERS, Y.; PREECE, J. Design de interação: além da interação homem-computador. *Artmed*, 2005. Citado na página 25.
- SHU, N. C. Visual programming: Perspectives and approaches. *IBM Systems Journal*, International Business Machines Corporation, v. 38, n. 2/3, p. 199, 1999. Citado na página 21.
- STROUSTRUP, B. *The C++ programming language*. [S.l.]: Pearson Education India, 1995. Citado na página 18.
- TATARA, E. et al. An introduction to repast symphony modeling using a simple predator-prey example. In: *Proceedings of the Agent 2006 Conference on Social Agents: Results and Prospects*. [S.l.: s.n.], 2006. Citado na página 17.
- TISUE, S.; WILENSKY, U. Netlogo: A simple environment for modeling complexity. In: BOSTON, MA. *International conference on complex systems*. [S.l.], 2004. v. 21, p. 16–21. Citado na página 20.
- TREVISANI, K. M.; GARCIA, R. E. Spml: A visual approach for modeling firewall configurations 1. CiteSeer, 2008. Citado na página 21.
- TURNER, M. G. et al. *Landscape ecology in theory and practice*. [S.l.]: Springer, 2001. v. 401. Citado na página 17.
- VENISM. Vensim ple user's guide. version 4. ventana software inc. hardard, ma, usa. 2009. Citado na página 17.
- WILENSKY, U. {NetLogo}. Northwestern University, 1999. Citado na página 17.

# Apêndices

# APÊNDICE A – E-mail Convite para comunidade acadêmica do ICEA - Alunos, TAEs e Professores

Assunto: Solicitação de voluntários para participar de avaliação de software Prezada(o).

Meu nome é Paolla Ramos e Silva, aluna do curso de Sistemas de Informação. Estou entrando em contato pois preciso de candidatos voluntários para participarem de atividades de avaliação de software, dentro do meu projeto de TCC.

Estamos convidando candidatos para participarem do teste que consiste na avaliação da qualidade de uso de um sistema. Esta avaliação faz parte do meu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Avaliação da qualidade de uso de uma linguagem visual para a modelagem e simulação de fenômenos ambientais", sob orientação do prof. Tiago França Melo de Lima. O projeto foi registrado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 53812016.0.0000.5150. Parecer Consubstanciado: 1.515.989).

Participar da avaliação é bem simples: você deverá seguir um roteiro com algumas atividades, e a sua interação com o software será observada. Algumas perguntas também serão feitas antes e após a realização das atividades. Observar a interação de usuários com um sistema é uma técnica importante para coletar dados e avaliar aspectos da qualidade de uso de um software. Por isso, a participação de voluntários é fundamental para a conclusão do trabalho.

Qualquer pessoa interessada pode participar, desde que esteja cursando ou já tenha concluído algum curso superior.

É importante mencionar que o software está sendo avaliado, e não os usuários. Serão coletados dados por meio da aplicação de questionários e da gravação em vídeo da interação com o sistema (captura de tela e face do usuário).

O tempo estimado para realização das atividades é de 45 minutos. Nenhuma informação que permita identificar os participantes será divulgada. Os dados coletados serão agregados para preservar a privacidade dos usuários.

A participação na pesquisa é voluntária. A sua colaboração é muito importante para o nosso trabalho.

Caso concorde e tenha interesse em se candidatar como voluntário para participar

da pesquisa, por favor preencha o questionário (link abaixo) até 02/05. Entraremos em contato para agendar sua participação.

<http://goo.gl/forms/ETlmu16ZoAjDh97a2>

Por favor entre em contato caso tenha alguma dúvida ou sugestão.

Desde já agradecemos pela atenção e colaboração.

Paolla Ramos e Silva (paollars@gmail.com)

Tiago França Melo de Lima (tiagolima@decsi.ufop.br)



# APÊNDICE B – CADASTRO DE VOLUNTÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE

Este formulário tem como objetivo cadastrar voluntários para participar da avaliação da qualidade de uso de um sistema. Esta avaliação faz parte do meu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Avaliação da qualidade de uso de uma linguagem visual para a modelagem e simulação de fenômenos ambientais", sob orientação do prof. Tiago França Melo de Lima. O projeto foi registrado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 53812016.0.0000.5150. Parecer Consubstanciado: 1.515.989).

Observar a interação de usuários com o sistema é uma técnica importante para coletar dados e avaliar aspectos da qualidade de uso de um software.

Por isso, a participação de voluntários é fundamental para a conclusão do trabalho. Durante a participação, você será convidado a realizar algumas tarefas utilizando os sistemas que estão sendo avaliados, e também respondendo à algumas perguntas.

Qualquer pessoa interessada pode participar, desde que esteja cursando ou já tenha concluído algum curso superior.

É importante mencionar que o software será avaliado, e não o usuário. Mas para conseguir coletar e analisar os dados adequadamente, além de aplicar questionários, será necessário gravar em vídeo a interação com o sistema (captura de tela e face do usuário).

O tempo estimado para realização das atividades é de 2 a 3 horas.

Nenhuma informação que permita identificar os participantes será divulgada. Os dados coletados serão agregados para preservar a privacidade dos usuários.

A participação na pesquisa é voluntária.

Caso concorde e tenha interesse em participar e contribuir para a pesquisa, por favor, preencha o questionário abaixo até 02/06. Assim será possível entrarmos em contato para agendar sua participação.

Por favor entre em contato caso tenha alguma dúvida ou sugestão.

Desde já agradecemos pela atenção e colaboração.

Paolla Ramos e Silva (paollars@gmail.com)

Tiago França Melo de Lima (tiagolima@decsi.ufop.br)

1 - Nome \*

2 - Email \*

3 - Nível de escolaridade \*

4 - Qual o curso de graduação? \*

5 - Disponibilidade (MANHA - TARDE - NOITE / SEGUNDA A SEXTA) \*

Declaro que li e gostaria de me inscrever como voluntário para participar da avaliação

# APÊNDICE C – Avaliação Do TerraME GIMS: Questionário Prévio

Este formulário tem como objetivo fazer um levantamento prévio dos voluntários cadastrados para participar da avaliação da qualidade de uso de um sistema de modelagem e simulação ambiental. Esta avaliação faz parte do meu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Avaliação da qualidade de uso de uma linguagem visual para a modelagem e simulação de fenômenos ambientais", sob orientação do prof. Tiago França Melo de Lima. O projeto foi registrado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 53812016.0.0000.5150. Parecer Consubstanciado: 1.515.989).

Gostaria de agradecer pelo interesse e por ter se cadastrado para participar da pesquisa.

Observar a interação de usuários com o sistema é uma técnica importante para coletar dados e avaliar aspectos da qualidade de uso de um software. Por isso, a participação de voluntários é fundamental para a conclusão do trabalho. Durante a participação, você será convidado a realizar algumas tarefas utilizando os sistemas que estão sendo avaliados, e também respondendo à algumas perguntas. É importante mencionar que o software será avaliado, e não o usuário. Mas para conseguir coletar e analisar os dados adequadamente, além de aplicar questionários, será necessário gravar em vídeo a interação com o sistema (captura de tela e face do usuário). O tempo estimado para realização das atividades é de 45 minutos.

Este questionário prévio tem por objetivo coletar alguns dados que serão utilizados posteriormente para análise, em conjunto com os dados coletados durante a observação de uso.

Nenhuma informação que permita identificar os participantes será divulgada. Os dados coletados serão agregados para preservar a privacidade dos usuários.

A participação na pesquisa é voluntária.

Caso concorde, por favor, preencha o questionário abaixo até 03/06. O seu nome e email serão utilizados para entrarmos em contato com você e agendar sua participação.

Por favor entre em contato caso tenha alguma dúvida ou sugestão. E novamente agradecemos pela atenção e colaboração.

Paolla Ramos e Silva (paollars@gmail.com)

Tiago França Melo de Lima (tiagolima@decsi.ufop.br)

Perfil do participante Nome \*

Email \*

1. Nível de escolaridade \*

2. Qual o curso de graduação? \*

3. Qual foi a área da titulação de mestrado / doutorado?

Experiência em informática / computação

4. Por favor, avalie o seu nível de conhecimento / experiência em cada um dos tópicos a seguir.

	0 (nenhum)	1 (básico)	2 (intermediário)	3 (avançado)	4 (especialis
Computação pessoal	-	-	-	-	-
Programação básica	-	-	-	-	-
Programação avançada	-	-	-	-	-
Banco de Dados	-	-	-	-	-

Tabela 4 – Experiência em informática - computação

5. Por favor, avalie o seu nível de conhecimento / experiência em cada um dos tópicos a seguir.

	0 (nenhum)	1 (básico)	2 (intermediário)	3 (avançado)
Banco de Dados Geográficos	-	-	-	-
Sistemas de Informações Geográficas	-	-	-	-
Sensoriamento Remoto	-	-	-	-
Análise de Dados Espaciais	-	-	-	-

Tabela 5 – Experiência em Sistemas

Experiência em modelagem e simulação de sistemas

6. Por favor, avalie o seu nível de conhecimento / experiência em cada um dos tópicos a seguir. \*

7. Por favor, avalie o seu nível de conhecimento / experiência em cada um dos tópicos a seguir.

8. Existe alguma outra ferramenta de modelagem e simulação que você conhece / utiliza?

Por favor indique o nível de experiência (básico, intermediário, avançado, especialista) para cada uma delas.

	0 (nenhum)	1 (básico)	2 (intermediário)	3 (avançado)	4 (especialista)
Modelagem matemática	-	-	-	-	-
Modelagem estatística	-	-	-	-	-
Modelagem e simulação baseada na dinâmica de sistemas	-	-	-	-	-
Modelagem e simulação baseada em autômatos celulares	-	-	-	-	-
Modelagem e simulação baseada em agentes (ou indivíduos)	-	-	-	-	-
Redes complexas	-	-	-	-	-

Tabela 6 – Experiência em Modelagem

9. Por favor descreva um pouco da sua experiência com modelagem e simulação de fenômenos ambientais.

Qual o seu nível de experiência? Quais foram os objetos de estudo (tipo de fenômeno) e as ferramentas utilizadas para modelagem e simulação? Quais as principais dificuldades encontradas?

10. Você está atualmente envolvido em trabalho ou atividade de pesquisa que envolva o estudo de fenômenos ambientais por meio de modelagem e simulação? \* Qual o fenômeno em estudo? O trabalho está sendo feito individualmente ou em grupo? Se em grupo, qual o perfil do grupo? Quais técnicas / ferramentas estão sendo utilizadas? Quais as principais dificuldades / desafios que está enfrentando?

11. Gostaria de acrescentar outras informações ou comentários?

	0 (nenhum)	1 (básico)	2 (intermediário)	3 (avançado)	4 (especialista)
Octave, MATLAB, Scilab (ferramentas de modelagem matemática)	-	-	-	-	-
R, SPSS, SAS, Minitab (ferramentas de modelagem estatística)	-	-	-	-	-
Vensim, Stella, PowerSim, iThink, AnyLogic (ferramentas de modelagem baseada na dinâmica de sistemas)	-	-	-	-	-
JCASim, Dinamica-EGO (ferramentas de modelagem baseada em autômatos celulares)	-	-	-	-	-
Netlogo, Repast, Swarm (ferramentas de modelagem baseada em agentes)	-	-	-	-	-
TerraME	-	-	-	-	-
TerraME GIMS	-	-	-	-	-

Tabela 7 – Experiência em Softwares

# APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado participante Sr.(a),

O Sr.(a) está sendo convidado a participar, como voluntário(a), do estudo intitulado "Avaliação da qualidade de uso do software de modelagem visual e simulação de fenômenos ambientais TerraME GIMS", conduzido por Paolla Ramos e Silva, discente do curso Bacharelado em Sistemas de Informação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto (ICEA/UFOP) sob orientação do professor Tiago França Melo de Lima. Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade de uso oferecida pelas linguagens e plataformas de modelagem ambiental TerraME GIMS e TerraME.

Sua participação é voluntária e a qualquer momento o(a) senhor(a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará nenhum prejuízo. A participação não é remunerada e nem implicará em gastos para os participantes. Fica também garantida indenização pelos pesquisadores, em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

A sua participação no estudo ocorrerá no Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), campus João Monlevade, com duração de aproximadamente uma hora.

Os dados serão coletados através da aplicação de questionários e observação de uso. Sua participação nesta pesquisa consistirá em utilizar softwares de modelagem e simulação ambiental, com o auxílio de roteiros, e responder à dois questionários. A interação com o software será acompanhada pelos avaliadores, e será gravada em áudio/vídeo para análise posterior dos dados coletados (captura da tela do computador e da face do usuário). As informações coletadas serão utilizadas de forma agregada para avaliar a qualidade de uso oferecida pelos softwares.

Os riscos associados são mínimos - possível incômodo decorrente do uso do software / computador e questionário. Para minimizar esses problemas, a sua participação será agendada para um dia/horário que lhe for mais conveniente. Além disso, sabe-se que o risco da quebra de sigilo, ainda que involuntária e não intencional, deve ser considerado em todas as pesquisas com seres humanos e armazenamento digital de dados. Até mesmo governos,

agências de segurança e sistemas bancários enfrentam problemas relacionados à quebra de sigilo. Para minimizar esses problemas, os dados serão armazenados em computador pessoal do pesquisador responsável, que será de uso exclusivo dos pesquisadores enquanto durar esta pesquisa. Os dados serão armazenados em arquivos criptografados e protegidos por senha.

Os dados coletados serão armazenados em arquivos digitais e somente os pesquisadores terão acesso. Visando assegurar o sigilo de sua participação, os dados não serão divulgados em nível individual, e portanto, qualquer informação que possa identificá-lo será omitida na divulgação dos resultados da pesquisa. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução 466/12.

A qualquer momento, durante a pesquisa, ou posteriormente, você poderá solicitar ao pesquisador informações sobre a sua participação e/ou sobre a pesquisa, através dos meios de contato informados neste Termo.

Em caso de dúvidas quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFOP. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

Seguem abaixo informações de contato dos pesquisadores e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP/UFOP, através dos quais você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Pesquisador responsável: Tiago França Melo de Lima Telefone: (31) 99422-2390  
E-mail: tiagolima@decsi.ufop.br

Pesquisadora: Paolla Ramos e Silva Telefone: (31) 99477-8308 E-mail: paollars@gmail.com

Comissão de Ética em Pesquisa da UFOP Endereço: Campus Universitário Morro do Cruzeiro, Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Sala 29, CEP 35400-000, Ouro Preto - MG, Brasil. Telefone: (31) 3559-1368. E-mail: cep@propp.ufop.br. Website: <http://www.comitedeetica.u>

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável. Todas as páginas deverão ser rubricadas por você e pelo pesquisador ou pesquisador responsável, com ambas as assinaturas apostas na última página.

Declaro que o presente documento, descrevendo os riscos, objetivos e procedimentos da pesquisa foi lido e explicado. E que estou de acordo com a coleta de dados por meio de questionários e gravação em vídeo da minha interação com o sistema (captura de tela e da



face). Eu tive a oportunidade de fazer perguntas sobre a pesquisa, que foram respondidas satisfatoriamente. E concordo em participar como voluntário.

João Monlevade \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de 2016

Assinatura do(a) participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) pesquisador(a): \_\_\_\_\_

Rubrica do(a) participante: \_\_\_\_\_

Rubrica do pesquisador(a): \_\_\_\_\_

## APÊNDICE E – Lista de Tarefas

Número da Tarefa	Descrição da Tarefa
1	Tarefa 1 Crie um novo projeto
2	Tarefa 2 Inserir e configurar CellularSpace
3	Tarefa 3 Adicionar uma vizinhança de Couclelis e um Observer
4	Tarefa 4 Adicionar um Observer do Tipo MAP
5	Tarefa 5 Inserir Legendas (LegendMap)
6	Tarefa 6 Inserir outra Legenda
7	Tarefa 7 Inserir Função
8	Tarefa 8 Criar variáveis
9	Tarefa 9 Inserir código no main
10	Tarefa 10 Adicionar Timer
11	Tarefa 11 Adicionar Event
12	Tarefa 12 Adicionar novo Event
13	Tarefa 13 Deletar função
14	Tarefa 14 Salvar modelo
15	Tarefa 15 Inserir automato
16	Tarefa 16 Criar estados do automato
17	Tarefa 17 Alterar propriedades do Flow estado DRY
18	Tarefa 18 Alterar propriedades do Flow estado WET
19	Tarefa 19 Criar Trajectory Salvar modelo
20	Tarefa 20 Alterar o evento Timer

Tabela 8 – Lista de Tarefas

# APÊNDICE F – Roteiro Acompanhamento da Observação

Tabela 9 – Roteiro Acompanhamento da Observação

ID	Descrição	Tempo	Erros	Passos	Comentários	C
1	Tarefa 1 Crie um novo projeto					
2	Tarefa 2 Inserir e configurar CellularSpace					
3	Tarefa 3 Adicionar uma vizinhança de Couclelis e um Observer					
4	Tarefa 4 Adicionar um Observer do Tipo MAP					
5	Tarefa 5 Inserir Legendas (LegendMap)					
6	Tarefa 6 Inserir outra Legenda					
7	Tarefa 7 Inserir Função					
8	Tarefa 8 Criar variáveis					
9	Tarefa 9 Inserir código no main					
10	Tarefa 10 Adicionar Timer					
11	Tarefa 11 Adicionar Event					
12	Tarefa 12 Adicionar novo Event					
13	Tarefa 13 Deletar função					
14	Tarefa 14 Salvar modelo					
15	Tarefa 15 Inserir automato					
16	Tarefa 16 Criar estados do automato					
17	Tarefa 17 Alterar propriedades do Flow estado DRY					

*Continuação do Roteiro Acompanhamento da Observação*

Tabela 9 – Continuação do Roteiro Acompanhamento da Observação

<b>ID</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tempo</b>	<b>Erros</b>	<b>Passos</b>	<b>Comentários</b>	<b>C</b>
18	Tarefa 18 Alterar propriedades do Flow estado WET					
19	Tarefa 19 Criar Trajectory Salvar modelo					
20	Tarefa 20 Alterar o evento Timer					

Além do tempo, também há no roteiro de acompanhamento os itens: Erros cometidos, Passos para realização, Passos realizados pelo usuário, Observações Avaliador: Desfazer, Tela de finalização da atividade, Comentários e Etiquetagem

# APÊNDICE G – Avaliação Do TerraME GIMS: Questionário pós-observação de uso

Este formulário tem como objetivo fazer um levantamento pós-observação de uso sobre a percepção dos participantes sobre a qualidade de uso do(s) software(s) utilizado(s). Esta avaliação faz parte do meu Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado "Avaliação da qualidade de uso de uma linguagem visual para a modelagem e simulação de fenômenos ambientais", sob orientação do prof. Tiago França Melo de Lima. O projeto foi registrado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 53812016.0.0000.5150. Parecer Consubstanciado: 1.515.989).

Mais uma vez gostaríamos de agradecer pela participação e contribuições.

Ao responder o questionário, nós gostaríamos que nos contasse um pouco mais sobre a sua percepção de qualidade e sentimentos provocados pela utilização do(s) software(s). Não há respostas certas ou erradas - o que importa é a sua opinião sobre a experiência ao participar desta atividade e utilizar o(s) software(s) por meio de um roteiro.

Caso mantenha seu consentimento em participar do estudo, por favor, preencha o questionário abaixo logo após finalizar a observação de uso.

Por favor entre em contato caso tenha alguma dúvida ou sugestão. E novamente agradecemos pela atenção e colaboração.

Paolla Ramos e Silva (paollars@gmail.com)

Tiago França Melo de Lima (tiagolima@decsi.ufop.br)

Roteiro, tarefas e atividades

Classifique sua percepção sobre o roteiro.

-	1	2	3	4	5	6	-
Difícil de entender	-	-	-	-	-	-	Fácil de entender
Desorganizado	-	-	-	-	-	-	Organizado
Difícil de ler	-	-	-	-	-	-	Fácil de ler
Confuso	-	-	-	-	-	-	Claro
Pequeno	-	-	-	-	-	-	Grande
Impreciso	-	-	-	-	-	-	Preciso
Pouco didático	-	-	-	-	-	-	Muito didático

Tabela 10 – Percepção sobre o roteiro

Classifique sua percepção sobre a realização das tarefas e atividades

-	1	2	3	4	5	6	-
Difícil	-	-	-	-	-	-	Fácil
Confuso	-	-	-	-	-	-	Claro
Entediante	-	-	-	-	-	-	Desafiador
Confuso	-	-	-	-	-	-	Instrutivo
Demorado	-	-	-	-	-	-	Rápido
Chato	-	-	-	-	-	-	Divertido
Desconfortável	-	-	-	-	-	-	Confortável
Frustrante	-	-	-	-	-	-	Satisfatório

Tabela 11 – Percepção sobre a realização das tarefas e atividades

Classifique sua percepção sobre o fenômeno em estudo.

-	1	2	3	4	5	6	-
Difícil	-	-	-	-	-	-	Fácil
Simples	-	-	-	-	-	-	Complexo

Tabela 12 – Percepção sobre o fenômeno em estudo

Poderia descrever brevemente o fenômeno que foi modelado?

A apresentação inicial ajudou a entender melhor o fenômeno que foi modelado? De que forma?

TerraME Caso tenha feito o roteiro usando o TerraME, por favor responda as questões abaixo.

Roteiro do TerraME

Você conseguiu fazer as tarefas propostas?

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Todas

Tabela 13 – Realização das tarefas propostas

Precisou de alguma ajuda para realizar as tarefas?

Tabela 14 – Ajuda para realizar as tarefas

Você conseguiu fazer as atividades propostas?

Precisou de alguma ajuda para realizar as atividades?

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Todas

Tabela 15 – Realização das atividades propostas

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Muita

Tabela 16 – Ajuda para realizar as atividades

-	1	2	3	4	5	6	-
Difícil	-	-	-	-	-	-	Intuitivo
Complexo	-	-	-	-	-	-	Claro
Chato	-	-	-	-	-	-	Divertido
Ineficiente	-	-	-	-	-	-	Eficiente
Inconveniente	-	-	-	-	-	-	Conveniente
Lento	-	-	-	-	-	-	Rápido
Desconfortável	-	-	-	-	-	-	Confortável

Tabela 17 – Percepção sobre o software TerraME para construir o modelo proposto

Como você avalia o uso do TerraME para construir o modelo proposto?

Poderia descrever brevemente como fez para modelar o fenômeno usando o TerraME?

A linguagem de programação (textual) ajudou a entender melhor o fenômeno e construir os modelos? Por quê?

A apresentação inicial ajudou a entender melhor como usar o TerraME? Por que?

Conte-nos um pouco mais sobre como foi a sua experiência em construir modelos utilizando o TerraME.

TerraME GIMS Caso tenha feito o roteiro usando o TerraME, por favor responda as questões abaixo.

Roteiro do TerraME GIMS

Você conseguiu fazer as tarefas propostas?

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Todas

Tabela 18 – Realização das tarefas propostas

Precisou de alguma ajuda para realizar as tarefas?

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Muita

Tabela 19 – Ajuda para realizar as tarefas

Você conseguiu fazer as atividades propostas?

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Todas

Tabela 20 – Realização das atividades propostas

Precisou de alguma ajuda para realizar as atividades?

-	1	2	3	4	5	6	-
Nenhuma	-	-	-	-	-	-	Muita

Tabela 21 – Ajuda para realizar as atividades

Como você avalia o uso do TerraME para construir o modelo proposto?

-	1	2	3	4	5	6	-
Difícil	-	-	-	-	-	-	Intuitivo
Complexo	-	-	-	-	-	-	Claro
Chato	-	-	-	-	-	-	Divertido
Ineficiente	-	-	-	-	-	-	Eficiente
Inconveniente	-	-	-	-	-	-	Conveniente
Lento	-	-	-	-	-	-	Rápido
Desconfortável	-	-	-	-	-	-	Confortável

Tabela 22 – Percepção sobre o software TerraME GIMS para construir o modelo proposto

Poderia descrever brevemente como fez para modelar o fenômeno usando o TerraME GIMS?

A linguagem de programação (visual) ajudou a entender melhor o fenômeno e construir os modelos? Por quê?

A apresentação inicial ajudou a entender melhor como usar o TerraME GIMS? Por quê?

Conte-nos um pouco mais sobre como foi a sua experiência em construir modelos utilizando o TerraME GIMS.

TerraME e TerraME GIMS Caso tenha feito os roteiros do TerraME e do TerraME GIMS, por favor responda as questões abaixo.



Indique o grau de concordância com as afirmações abaixo

-	Discordo totalmente	Disco
A linguagem textual é fácil de usar	-	
A linguagem textual é mais fácil de usar que a linguagem visual	-	
É eficiente (rápido) programar usando a linguagem visual	-	
É fácil compreender um modelo escrito na linguagem textual	-	
É mais eficiente (rápido) programar na linguagem visual	-	
A linguagem visual é fácil de usar	-	
A linguagem visual é desnecessária	-	
A linguagem textual é melhor para ajudar a compreender um modelo	-	
A linguagem visual é útil	-	
É eficiente (rápido) programar usando a linguagem textual	-	
É fácil aprender a usar a linguagem textual	-	
É fácil aprender a usar a linguagem visual	-	
A linguagem textual é simples	-	
É fácil compreender um modelo escrito na linguagem visual	-	
A linguagem textual é útil	-	
A linguagem visual é mais difícil de aprender	-	
A linguagem textual é mais simples que a visual	-	
A linguagem textual é mais fácil de aprender a usar	-	
A linguagem visual é complexa	-	

Tabela 23 – Percepção sobre o software TerraME GIMS para construir o modelo proposto

De qual tipo de linguagem você gostou mais - textual ou visual? Por que? Quais as vantagens e desvantagens de cada uma?

Encerramento

Mais uma vez, gostaríamos de agradecer a sua participação nesta pesquisa.

Como foi participar desta avaliação?

-	1	2	3	4	5	6	-
Chato	-	-	-	-	-	-	Divertido
Desconfortável	-	-	-	-	-	-	Confortável
Desagradável	-	-	-	-	-	-	Agradável
Inútil	-	-	-	-	-	-	Útil
Confuso	-	-	-	-	-	-	Claro
Insatisfatório	-	-	-	-	-	-	Satisfatório

Tabela 24 – Participação na avaliação

Obrigado. Gostaria de deixar comentários adicionais e/ou sugestões?

# APÊNDICE H – Melhorias na Interface Gráfica TerraME GIMS

As propostas de melhorias elencadas nos Resultados e discussões, sub-capítulo 4.4.5 Desenvolver recomendações, são elencadas abaixo.

Todos os usuários tiveram muita dificuldade para encontrar o botão "..."(Figura 32)

- O botão "...somentemente aparece quando o usuário clica na propriedade (no caso a propriedade name) e então, ao ser acionado é possível a inclusão de atributos para a propriedade.
- Uma possível maneira de solucionar o problema seria manter o botão "...visível todo o tempo, quando houver a configuração do objeto em questão.

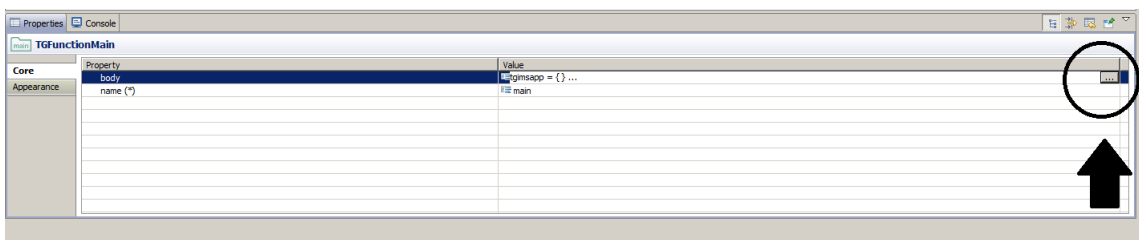


Figura 17 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com o botão ...

Todos os usuários tiveram muita dificuldade com redimensionamento (Figura 33 e 34)

- O redimensionamento nada mais é que a viabilidade do usuário aumentar/diminuir as "janelas"com isso, dificultando a modelagem e fazendo com que o usuário fique perdido.
- Uma possível maneira de solucionar o problema seria deixar a opção de redimensionamento somente para os objetos que necessitarem deste ou criar objetos em tamanho mais ideal possível ou até mesmo ao ser inserido um objeto este que recebeu o objeto inserido ser redimensionado automaticamente.

Tela - usuário com problemas de redimensionamento e sobreposição

Figura 34 - Problema com criação do JUMP

- O modo de inserir o jump deve ser alterado, uma possível maneira de resolver o problema seria inserir o jump (primeiro ponto) ao clicar em um estado e então clicar

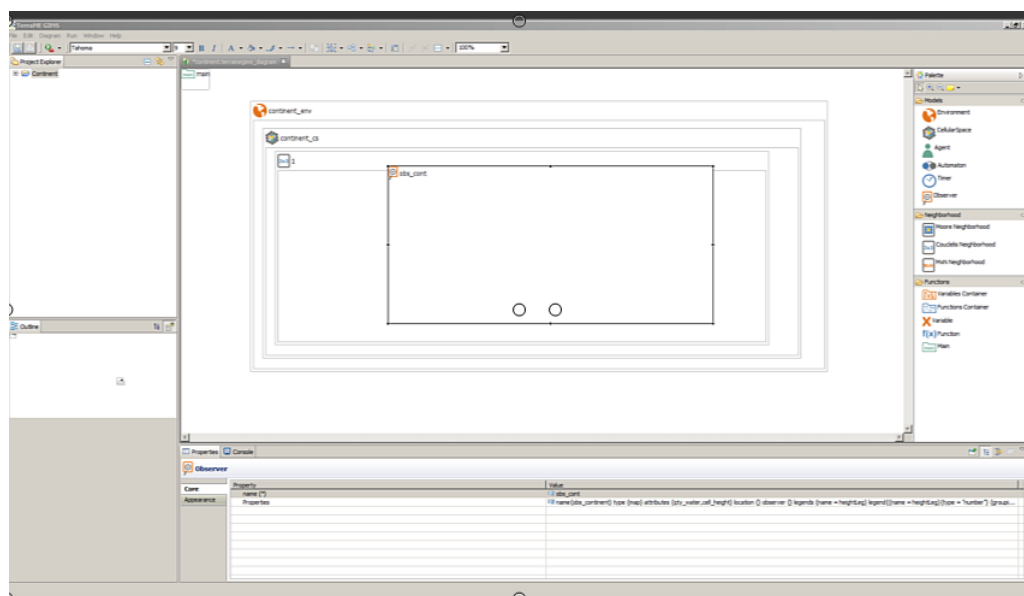


Figura 18 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com redimensionamento

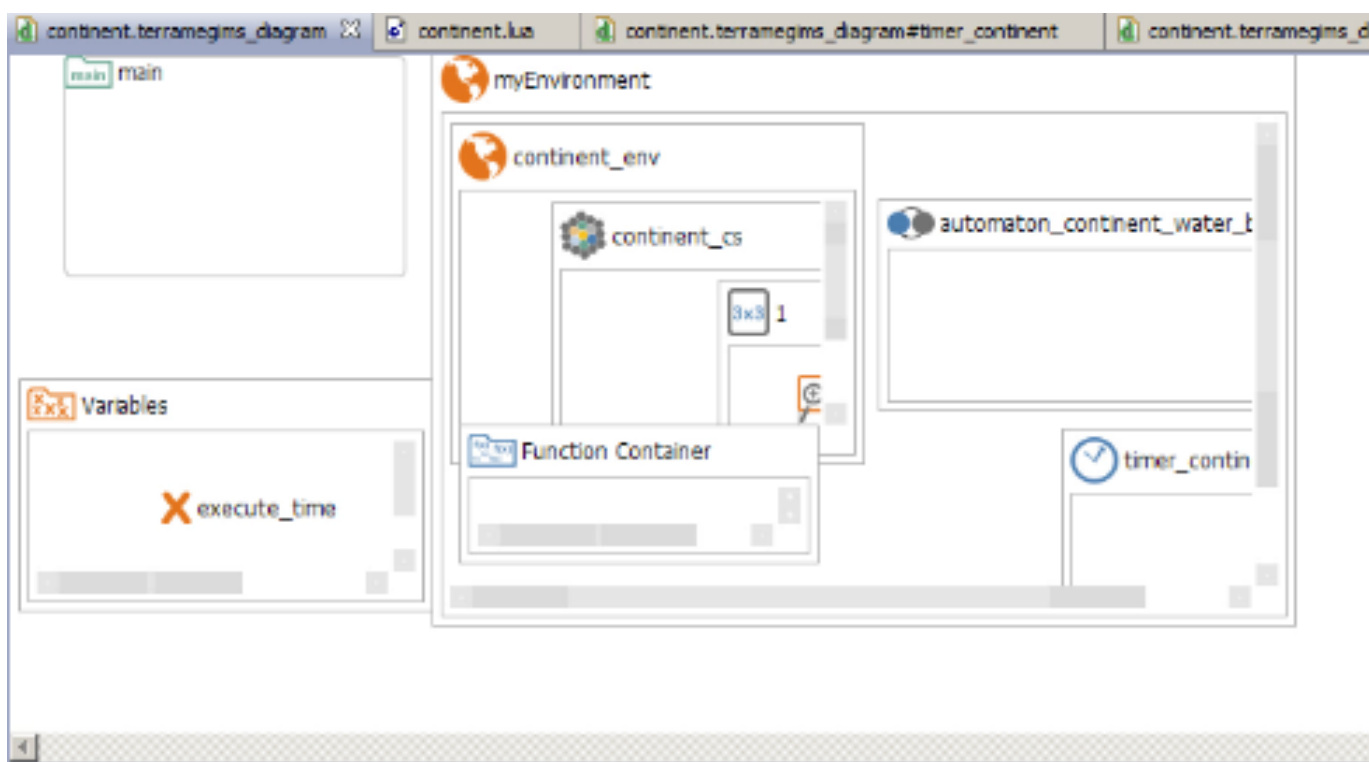


Figura 19 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com redimensionamento e sobreposição

no outro estado aparecer uma transição do estado 1 (clicado pela primeira vez - primeiro ponto) para o estado 2 (clicado pela segunda vez - segundo ponto)

Figura 37 - O usuário já havia criado uma legenda e apresenta problemas com a criação da segunda legenda.

Figura 38 - Problema com inserção do main

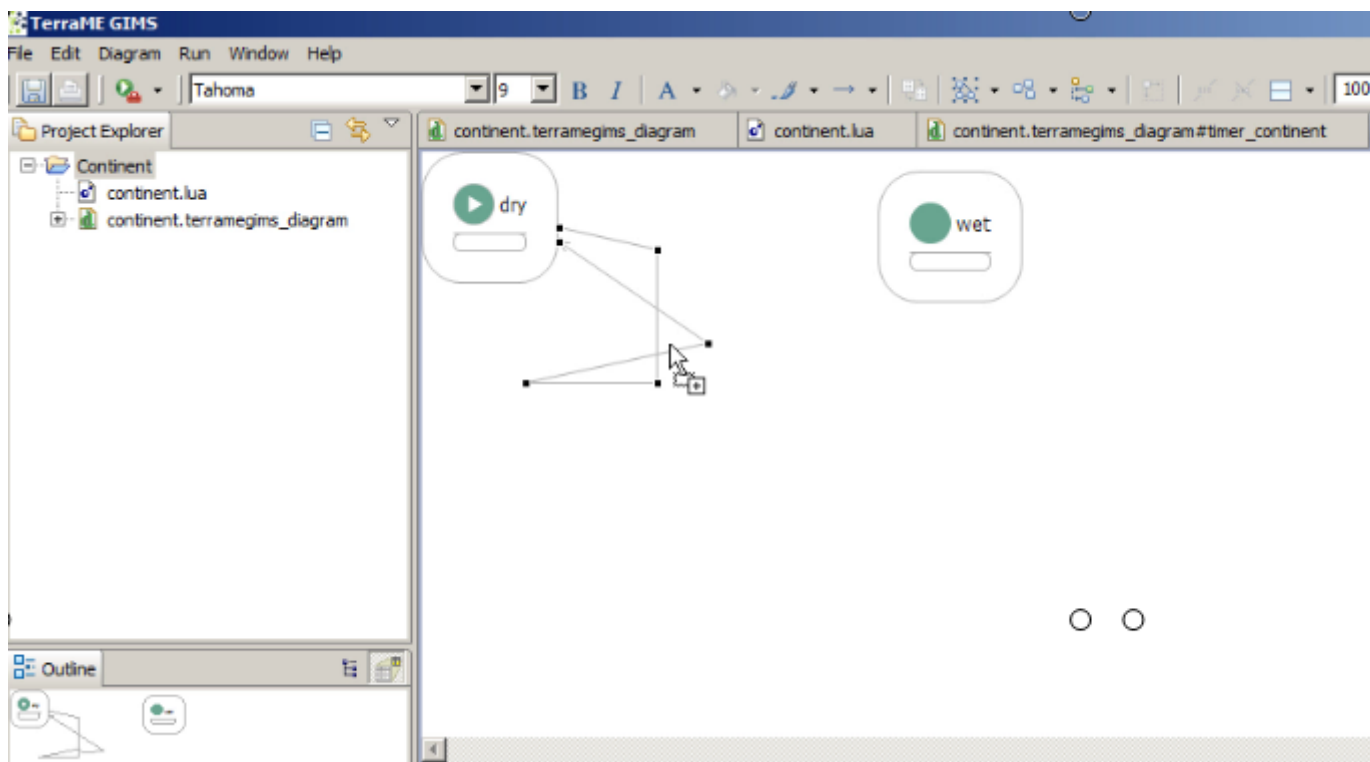


Figura 20 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema na criação do JUMP

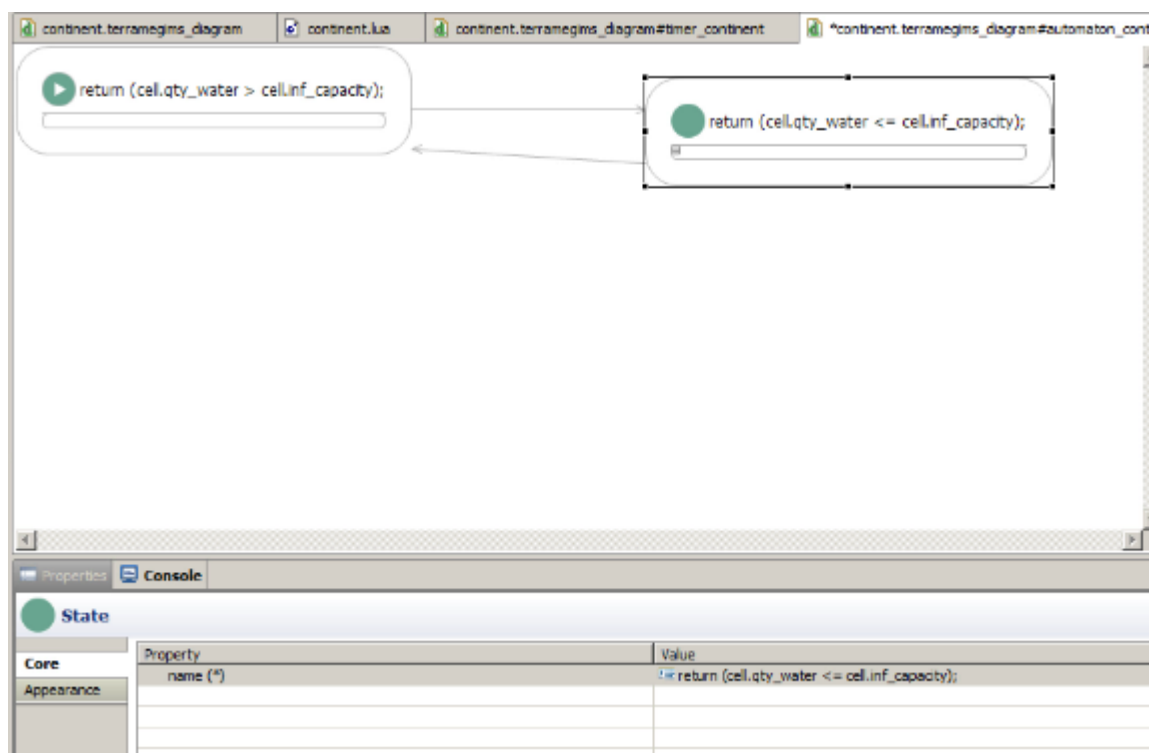


Figura 21 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema na configuração do Autômato

- Alguns usuários tentaram inserir um novo main (que é inserido automaticamente pela interface)

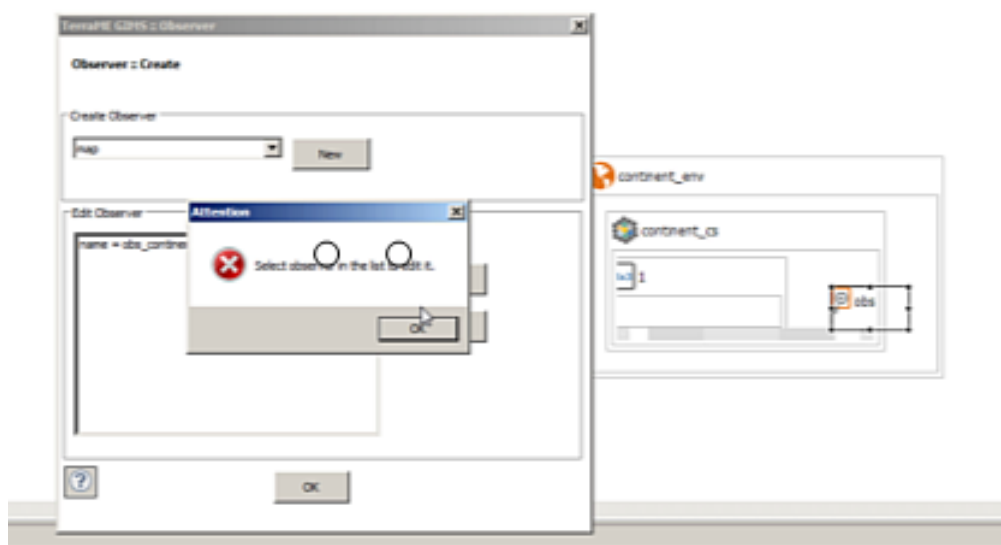


Figura 22 – Problema de interface TerraME GIMS - Problema com criação da legenda

- Uma possível solução seria a melhoria no redimensionamento ou retirar a opção de o usuário conseguir inserir o main.

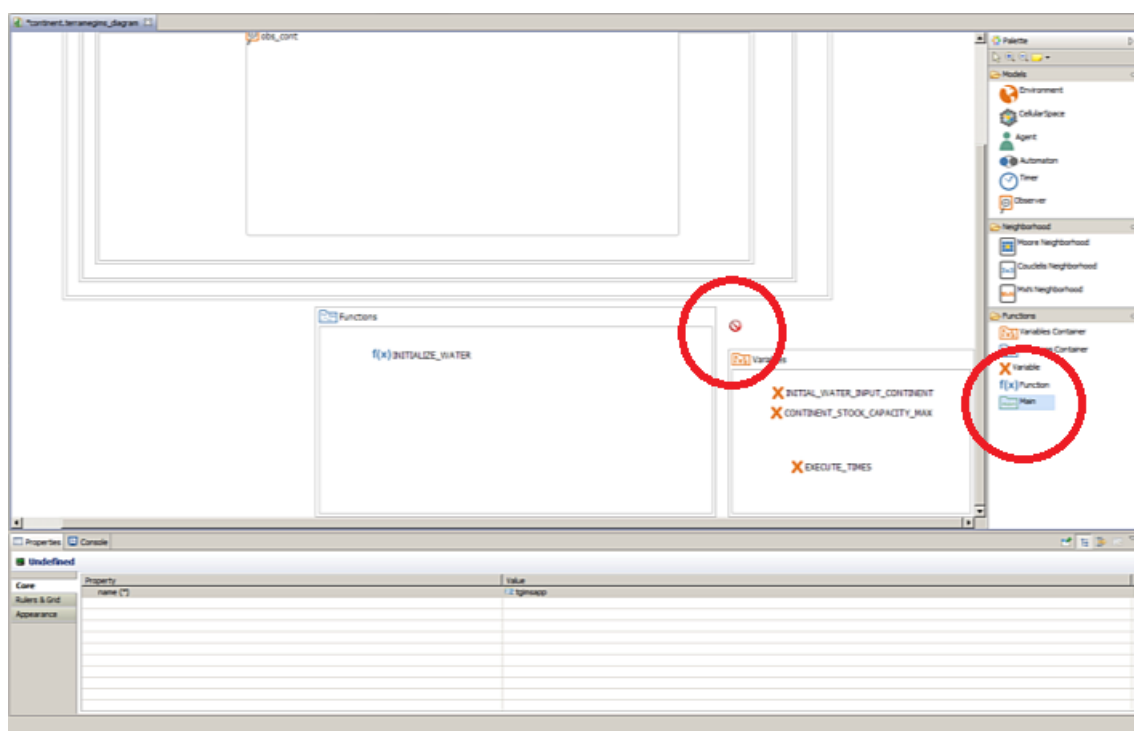


Figura 23 – Problema de interface TerraME GIMS - Tentativa inserção função main

# APÊNDICE I – Roteiros

Roteiro do TerraME O Roteiro do TerraME, que foi utilizado pelos usuários para criação do modelo, está disponível para visualização no link: [Link para o Roteiro do TerraME](#)

Roteiro do TerraME GIMS O Roteiro do TerraME GIMS, que foi utilizado pelos usuários para criação do modelo, está disponível para visualização no link: [Link para o Roteiro do TerraME GIMS](#)

# APÊNDICE J – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
OURO PRETO



Continuação do Parecer: 1.515.989

Outros	teiroTerraMEGIMS.pdf	15:21:41	de Lima	Aceito
Outros	2016_TCC_PaollaSilva_projetoCEP_rot eiroTerraME.pdf	03/03/2016 15:21:03	Tiago França Melo de Lima	Aceito
Outros	2016_TCC_PaollaSiilva_projetoCEP_an exos.pdf	03/03/2016 15:20:28	Tiago França Melo de Lima	Aceito
Orçamento	2016_TCC_PaollaSilva_projetoCEP_De claracaoCustos.pdf	03/03/2016 15:13:15	Tiago França Melo de Lima	Aceito
Declaração de Pesquisadores	2016_TCC_PaollaSilva_projetoCEP_De claracaoPesquisadores.pdf	03/03/2016 15:11:29	Tiago França Melo de Lima	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

OURO PRETO, 26 de Abril de 2016

---

**Assinado por:**  
**Núncio Antônio Araújo Sól**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Morro do Cruzeiro-ICEB II, Sala 29 -PROPP/UFOP  
**Bairro:** Campus Universitário **CEP:** 35.400-000  
**UF:** MG **Município:** OURO PRETO  
**Telefone:** (31)3559-1368 **Fax:** (31)3559-1370 **E-mail:** cep@propp.ufop.br