

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

HUMBERTO DA SILVA PARREIRA

GESTÃO DO USO SUSTENTÁVEL DE EQUIPAMENTOS TECNOLÓGICOS/
COMPUTADOR

UBERABA, 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO

**GESTÃO DO USO SUSTENTÁVEL DE EQUIPAMENTOS TECNOLÓGICOS/
COMPUTADOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Inovação Tecnológica.

Orientadora: Prof. Dra. Ariana de Campos

Co-Orientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza Inácio Gonçalves

Uberaba, 2015

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

P273g Parreira, Humberto da Silva
Gestão do uso sustentável de equipamentos tecnológicos/computador /
Humberto da Silva Parreira. -- 2015.
92 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica) -- Uni-
versidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2015

Orientadora: Profa. Dra. Ariana de Campos

Coorientador: Prof. Dr. Júlio César de Souza Inácio Gonçalves

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Computadores. 4.
Software. I. Campos, Ariana de. II. Universidade Federal do Triângulo Minei-
ro. III. Título.

CDU 502.131.1

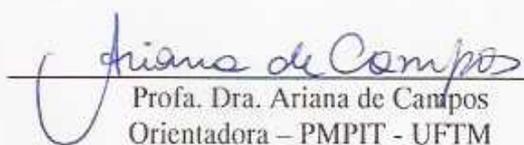
HUMBERTO DA SILVA PARREIRA

GESTÃO DO USO SUSTENTÁVEL DE EQUIPAMENTOS TECNOLÓGICOS
/ COMPUTADOR

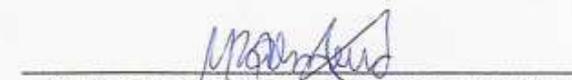
Trabalho de conclusão apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de mestre.

Uberaba, 18 de dezembro de 2015

Banca Examinadora:


Profa. Dra. Ariana de Campos
Orientadora – PMPIT - UFTM


Prof. Dr. Deusmaque Carneiro Ferreira
Membro Titular – UFTM


Profa. Dra. Maria Rita Ramundo e Almeida
Membro titular – UFU

AGRADECIMENTOS

A Deus pela benção da vida e pela oportunidade de me permitir esta conquista.

À minha esposa Keina, pela compreensão e cumplicidade incondicionais em todos os projetos que desenvolvo e às minhas filhas, Luana Beatriz e Ana Laura, pela ajuda na conclusão deste trabalho e pelo entendimento de minha ausência em diversos momentos. Sem vocês nada seria tão bom. Amo vocês.

A Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) e ao Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica (PMPIT), seu corpo docente, direção e administração pela oportunidade e contribuição ao meu enriquecimento profissional e pessoal.

À minha orientadora Profa. Dra Ariana de Campos e ao meu co-orientador Prof. Dr. Júlio César de Souza Inácio Gonçalves, pela paciência, ensinamentos, disponibilidade e auxílio na construção deste trabalho, assim como, pela renovação de esperança que sempre me ajudou nos momentos difíceis, pela confiança a mim depositada. Obrigado por tudo.

Aos Professores Dr. Mário Sérgio da Luz, Dr. Gilberto de Araújo Pereira, Dr. Luiz Antônio Silva Campos (Mono), pelos conselhos e apoio na construção deste trabalho que sem dúvidas foram imprescindíveis para sua conclusão.

Aos Professores Dr. Deusmaque Carneiro Ferreira, Dr. Nelson Fernando Inforzato, Dr. Lauro Osiro, Dra. Mônica Hitomi Okura, Dra. Maria Rita Raimundo e Almeida, Dr. Humberto Marcondes Estevam, Dra. Ana Carolina Borella Marfil Anê por acreditarem neste trabalho e estarem dispostos em participar das bancas de Qualificação e/ou de Defesa, dando suas preciosas contribuições para o desenvolvimento do mesmo.

Aos servidores do PMPIT e aos secretários Mariluce e Enio que sempre dispostos me atenderam com um sorriso no rosto e me ajudaram com os trâmites internos.

À Patrícia e Tatiana do Setor de Patrimônio e ao Gerson do Departamento de Tecnologia da Informação (DTI), pela disposição e grande cooperação nas pesquisas.

À Monique Amália Moreira Campos pela prestimosa colaboração neste trabalho.

Aos colegas e amigos do DTI e demais departamentos da UFTM que sempre me incentivaram neste desafio e se fizeram presentes em todos os momentos que necessitava.

Ao Sansão, Otávio Lamartine Leite Filho, à Ineila Maria Vicente Leite, ao Roberto Leite, ao Neto, Otávio Lamartine Leite Neto, ao Boris Henrique Crema, pelos incentivos e apoio incondicionais na construção deste trabalho.

Aos meus pais, José Humberto e Maria Helena, aos meus irmãos Ricardo, Sheilla, Livia e Cárita, e a todos os membros de nossa família pelos incentivos e momentos de alegrias.

A todos que de alguma maneira me apoiaram nesta jornada, o meu muito obrigado.

RESUMO

A preocupação mundial sobre a degradação ambiental e a sustentabilidade tem levado a população a refletir sobre seu modelo de consumo. Neste consumo, o computador está inserido, e mesmo com boas condições de uso, está sendo substituído em períodos de tempo cada vez menores. O computador ao ser descartado de maneira irregular no meio ambiente pode causar males à saúde humana, contaminar solo, água e ar, decorrentes da liberação de substâncias tóxicas contidas em seus componentes. A fim de se buscar alternativas de redução dos impactos ambientais, através do prolongamento da vida útil do computador na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), foi proposto um software que promoverá a gestão do uso sustentável do computador de mesa. Esta proposta foi elaborada na linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*), sendo que, poderá utilizar as informações alimentadas pelo Sistema Patrimonial já existente. Para isto, este trabalho faz um estudo sobre o crescimento da quantidade dos computadores e usuários na UFTM, como também, cria o software “Sistema de Gestão do Uso Sustentável de Equipamentos Tecnológicos – SIGUS” para produzir informações específicas do uso e desgaste de computadores na UFTM. A simulação com os dados fictícios de computadores utilizando o sistema SIGUS foi comparada com os resultados apurados de planilha eletrônica Excel. Estes forneceram o desgaste dos equipamentos em anos e horas; a data final de vida útil Normal e a data final de vida útil Estendida. Com o SIGUS e fazendo uso dos parâmetros de definição de período de vida útil Normal e de vida útil Estendida propicia o prolongamento do tempo de utilização do computador em no mínimo 60% de sua primeira estimativa de utilização. Com a implantação do software SIGUS na UFTM espera-se que a gestão do uso sustentável de seus computadores possa ser realizada efetivamente subsidiada por informações, e futuramente, que esta ação possa ser estendida a outros equipamentos tecnológicos.

Palavras-chaves: Desenvolvimento sustentável, Meio ambiente, Computadores, Software.

ABSTRACT

The global concern about environmental degradation and sustainability has led people to reflect on their consumption model. The computer is in this consumption and, even with good conditions of use, it is being replaced in increasingly shorter periods of time. When the computer is disposed irregularly in the environment can cause harm to human health, contaminate soil, water and air, resulting from the release of toxic substances into its components. In order to seek alternatives to decrease the environmental impacts by extending the lifespan of the computer at the *Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM* (Federal University of Triângulo Mineiro), it was proposed a software that will promote the management of sustainable use of desktop computer. This proposal was developed in PHP scripting language (Hypertext Preprocessor), and may use the information supplied by the existing Balance System. Therefore, this work is a study of the growth in the number of computers and users in UFTM, but also creates the software “*Sistema de Gestão do Uso Sustentável de Equipamentos Tecnológicos – SIGUS*” (Management System for Sustainable Use of Technological Equipment) to produce specific information from wear and tear of computers in UFTM. The simulation with the fictitious data computers using the SIGUS system was compared with the results compiled Excel spreadsheet. These provided the wear of equipment in years and hours; the end date of Normal lifespan and the end date of Extended lifespan. With SIGUS and using settings parameters of the Normal lifespan and Extended lifespan, there is a prolongation of computers time using by at least 60% of its initial estimate of use. With the implementation of SIGUS software in UFTM it's expected that the management of sustainable use of its computers can be performed effectively subsidized for information, and in the future, this action can be extended to other technological equipment.

Key words: Sustainable development, Environment, Computers, Software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do Ciclo de Vida de um produto	19
Figura 2 - Geração elétrica por fonte no mundo (%)	21
Figura 3 - Geração elétrica por fonte no Brasil (%).....	21
Figura 4 – O acesso das aplicações em PHP pelo usuário	31
Figura 5 – Fluxo Superior de Processos do Sistema.	39
Figura 6 – Tela Principal do Software SIGUS.....	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução de alunos no Ensino de Graduação na UFTM de 2010 a 2014.....	41
Gráfico 2 – Evolução do público administrativo na UFTM de 2010 a 2014	42
Gráfico 3 – Evolução dos usuários potenciais de computadores da UFTM de 2010 a 2014	43
Gráfico 4 – Evolução de computadores desktops na UFTM de 2010 a 2014.	44
Gráfico 5 – Computadores ativos na UFTM do ano 2014 por tempo de utilização.....	45
Gráfico 6 – Usuários potenciais de computadores na UFTM de 2010 a 2014 e previsão de 2015 a 2019	47
Gráfico 7 – Computadores Ativos na UFTM de 2010 a 2014 e previsão de 2015 a 2019.....	48
Gráfico 8 – Usuários por computador na UFTM de 2010 a 2014 e previsão de 2015 a 2019	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Composição Química de um Computador	27
Quadro 2–Substâncias da composição do computador e seus potenciais danos à saúde Humana.....	28
Quadro 3 – Categorias de porte computacional para a simulação do software.....	55
Quadro 4 – Dados fictícios para a simulação do software.	58
Quadro 5 – Cursos ofertados na UFTM por ano de 2010 a 2014.....	89
Quadro 6 – Computadores para utilização acadêmica na UFTM.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alunos e servidores da UFTM de 2010 a 2014.....	36
Tabela 2 – Computadores ativos e inativos na UFTM de 2010 a 2014.	37
Tabela 3 – Computadores de 2014 por tempo de utilização.	38
Tabela 4 – Movimentação de computadores em relação ao ano anterior na UFTM de 2010 a 2014. ...	45
Tabela 5– Computadores de 2014 por tempo de utilização e distribuição de itens para a simulação...	54
Tabela 6– Comparação de resultados de desgaste em anos dos dados de simulação.....	62
Tabela 7– Comparação de resultados de desgaste em horas dos dados de simulação.	66
Tabela 8– Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal dos dados de simulação.....	70
Tabela 9– Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida dos dados de simulação.....	74
Tabela 10 – Computadores ativos por tempo de utilização referência ano 2014.	91
Tabela 11 – Usuários apurados com o modelo matemático Linear.....	92
Tabela 12 – Computadores Ativos apurados com o modelo matemático Linear.....	93

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
AICV	Análise de Impacto do Ciclo de Vida
CEDIR	Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática
CML	<i>CentrumvoorMilieukunde Leiden</i>
CPU	<i>Central Processing Unit</i> (Unidade Central de Processamento)
CRT	<i>Cathodic Ray Tube</i>
EPR	<i>Extended Producer Responsibility</i>
DfE	<i>Design for Environment</i>
DTI	Departamento de Tecnologia da Informação
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FUNEP	Fundação de Ensino e Pesquisa de Uberaba
FUREU	Fundação Rádio Educativa Uberaba
HD	<i>Hard Disk</i>
HP	<i>Hewlett-Packard</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ICV	Inventário do Ciclo de Vida
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCA	<i>Life Cycle Assessment</i>
LCD	<i>Liquid Cristal Display</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NBR	Norma Brasileira de Regulamentação
PC	<i>Personal Computer</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
PLS	Plano de Logística Sustentável
POO	Programação Orientada a Objetos
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
RAM	<i>Random Access Memory</i>
REEE	Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos
SGDB	Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SIGUS	Sistema de Gestão do Uso Sustentável de Equipamentos Tecnológicos
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TI	Tecnologia da Informação
TV	Televisão
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro
UnB	Universidade de Brasília
USP	Universidade de São Paulo
VCR	<i>Video Cassette Recorder</i>
VCD	<i>Video Compact Disc</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS.....	18
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	19
3.1. A avaliação do ciclo de vida do computador	19
3.2. O resíduo de equipamentos elétricos e eletrônicos	25
3.3. A Universidade como promotora de conhecimento para a sustentabilidade	29
3.4. A Linguagem PHP (<i>Hypertext Preprocessor</i>) e as ferramentas de suporte	31
4 JUSTIFICATIVA.....	34
5 MATERIAIS E MÉTODO.....	35
5.1 – O levantamento de dados para o trabalho	35
5.2 – O público potencial utilizador de computadores na UFTM	35
5.3 – Os computadores na UFTM.....	36
5.4 – O desenvolvimento do software SIGUS	38
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.1 – A análise sobre o público potencial utilizador de computadores na UFTM.....	40
6.2 – A análise sobre os computadores existentes na UFTM	43
6.3 – A previsão de crescimento do público e de computadores ativos na UFTM	46
6.4 – A apresentação e operacionalização do SIGUS.....	49
6.5 – A simulação de funcionamento do SIGUS	54
6.6 – As análises sobre os resultados obtidos com o Software SIGUS aplicando os dados de simulação	59
6.7 – As análises sobre os resultados com a implantação do software SIGUS na UFTM ...	75
7. CONCLUSÕES.....	78
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
9. REFERÊNCIAS	80

10. ANEXO I – Cursos ofertados na UFTM.....	87
11. ANEXO II– Computadores para uso acadêmico na UFTM	90
12. ANEXO III– Computadores ativos da UFTM agrupados por tempo de utilização	91
13. ANEXO IV– Dados apurados dos modelos matemáticos para previsão de crescimento.	92

1. INTRODUÇÃO

A preocupação nos tempos atuais com as questões ambientais tem levado a sociedade a refletir sobre o seu modelo de consumo adotado. A reflexão sobre o consumo consciente de recursos e produtos, como também sobre a sustentabilidade ambiental, são temas em evidência nos estudos de alternativas de produção de bens e serviços que menos comprometam o meio ambiente. De acordo com Chehebe [1] “Todo produto, não importa de que material seja feito, [...], provoca um impacto no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que consome ou devido ao seu uso e disposição final”. Observado que a regeneração do meio ambiente não acontece na mesma velocidade em que o mesmo é degradado para a produção de bens e serviços, as pessoas estão exigindo produtos sustentáveis das empresas para consumo.

Desenvolvimento Sustentável, segundo o Relatório Brundtland produzido pela ONU, é “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” [2]. E essa tem sido a definição de desenvolvimento sustentável mais adotada desde a publicação do referido relatório até os dias atuais. O caminho para o desenvolvimento sustentável requer que empresas, governo e indivíduos ajam, isto é, mudem seu comportamento de consumo e produção, elaborem políticas e modifiquem algumas práticas [3].

A crescente conscientização sobre a importância da proteção ambiental e dos possíveis impactos associados a produtos manufaturados e consumidos tem aumentado o interesse no desenvolvimento de métodos para melhor compreender e diminuir estes impactos. Uma das técnicas em desenvolvimento com este propósito é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) [4,5]. A ACV estuda os aspectos ambientais e os impactos potenciais ao longo da vida de um produto isto é, do “berço ao túmulo”, desde a aquisição da matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. As categorias gerais de impactos ambientais que necessitam ser consideradas incluem o uso de recursos, a saúde humana e as consequências ecológicas [4]. Dessa forma, a abordagem de todo o ciclo de vida do produto permite a identificação e avaliação das fases críticas, relacionando o processo industrial ao produto ou serviço e seus impactos ambientais [6].

Outro fato destacado é que no final da vida útil do produto, os mesmos podem ser considerados como resíduos, onde na maioria das vezes, são descartados de maneira

inadequada no meio ambiente. Isso acontece também, com os equipamentos de tecnologia da informação e comunicação (TICs), principalmente com os computadores. A geração dos chamados resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) ou de e-lixo (*e-waste*) é uma preocupação mundial, tendo em vista seu grande crescimento anual [7].

O descarte inadequado do REEE pode degradar o meio ambiente, comprometer a saúde humana e também causar um problema social. A degradação do meio ambiente pode ocorrer pela contaminação do solo e lençóis freáticos através da disposição inadequada de REEE, onde substâncias altamente tóxicas são liberadas como o Cádmiio, o Mercúrio e o Chumbo, dentre outras [8-10]. Neste aspecto, também está inserido as emissões na atmosfera decorrentes da incineração destes resíduos. A saúde humana é comprometida com o aparecimento de doenças graves que podem levar à morte como o câncer, decorrentes do contato direto e constante com as substâncias liberadas pelo resíduo eletrônico descartado irregularmente [11,12]. Em consequência do comprometimento da saúde humana, trabalhadores que utilizavam a destinação de resíduos como fonte de renda familiar através da reciclagem, estarão em busca de tratamento na saúde pública deixando suas famílias desamparadas e agravando a questão social [13].

Vários países, organizações e sociedade muito têm feito para minimizar a situação do descarte irregular de REEE, seja na produção de legislações, acordos internacionais ou campanhas setoriais, onde procuram alternativas sustentáveis para a erradicação deste problema [14].

Neste contexto, também estão inseridas as universidades e outros órgãos de pesquisa que buscam alternativas ecologicamente corretas e financeiramente viáveis para propor um modelo de produção de equipamentos, uso e descarte sustentáveis de REEE, principalmente, baseadas em resultados obtidos de estudos realizados com ferramentas como a ACV.

Em um estudo de ACV de computadores, Zanetti [15] destaca que a etapa de utilização é a de maior impacto ao meio ambiente (56,48%), seguida da manufatura (41,39%), final da vida útil (2,07%) e, por último, a distribuição (0,06%). Também, que o valor da fase final de vida útil é beneficiado pela reinserção na cadeia dos materiais reciclados nesta etapa, evitando a extração e tratamento de novos materiais e suas respectivas emissões, minimizando os impactos ambientais. Dessa maneira, as ações que contribuam para a minimização destes impactos ambientais são necessárias, principalmente na etapa de utilização de computador.

A Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), como instituição acadêmica e formadora de opinião, busca incrementar ações sustentáveis em seus ambientes educacionais

e também fora deles, como são apresentadas em seu Plano de Logística Sustentável (PLS) homologado neste ano de 2015 [16].

A fim de se buscar alternativas de redução dos impactos ambientais através do prolongamento da vida útil do computador na UFTM, foi proposto um software que promoverá a gestão do uso sustentável de equipamentos tecnológicos, neste caso especificamente, o computador de mesa, objetivando reduzir o impacto ambiental decorrente de seu uso e contribuir para a expansão da abrangência desta ação para outros equipamentos tecnológicos. Esta proposta foi elaborada na linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*) e poderá utilizar as informações alimentadas pelo Sistema Patrimonial já existente.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo, promover a gestão do uso sustentável de equipamentos tecnológicos / computadores na UFTM. Para isto, este trabalho prevê:

- Realizar o levantamento do crescimento dos usuários potenciais de computadores, da quantidade de computadores dos últimos cinco anos na UFTM e fazer uma perspectiva para os próximos cinco anos;
- Criar o software “Sistema de Gestão do Uso Sustentável de Equipamentos Tecnológicos – SIGUS” para produzir informações específicas do uso de computadores na UFTM de acordo com a definição de categorias de perfil de utilização, porte computacional e desgaste;
- Promover o planejamento estratégico da gestão do uso sustentável dos computadores existentes na UFTM.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. A avaliação do ciclo de vida do computador

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), ou em inglês “*Life Cycle Assessment*” (LCA), é um método estruturado, abrangente e internacionalmente padronizado. A ACV quantifica todas as emissões e recursos consumidos em todas as fases do ciclo de vida de um produto, processo ou serviço, desde a extração de matéria-prima na natureza, durante o processo de produção, transporte, uso, reuso, reciclagem e descarte na natureza, analisa seus impactos potenciais sobre o meio ambiente e a saúde humana, considerando questões relacionadas ao esgotamento de recursos associados a qualquer bem ou serviço [3].

O Instituto Brasileiro de Informação Ciência e Tecnologia (IBICT) [17], define o Ciclo de Vida de um produto como estágios sucessivos e encadeados de um sistema de produto, desde a obtenção dos recursos naturais até a disposição final. A Figura 1 mostra as principais etapas do ciclo de vida de um produto.

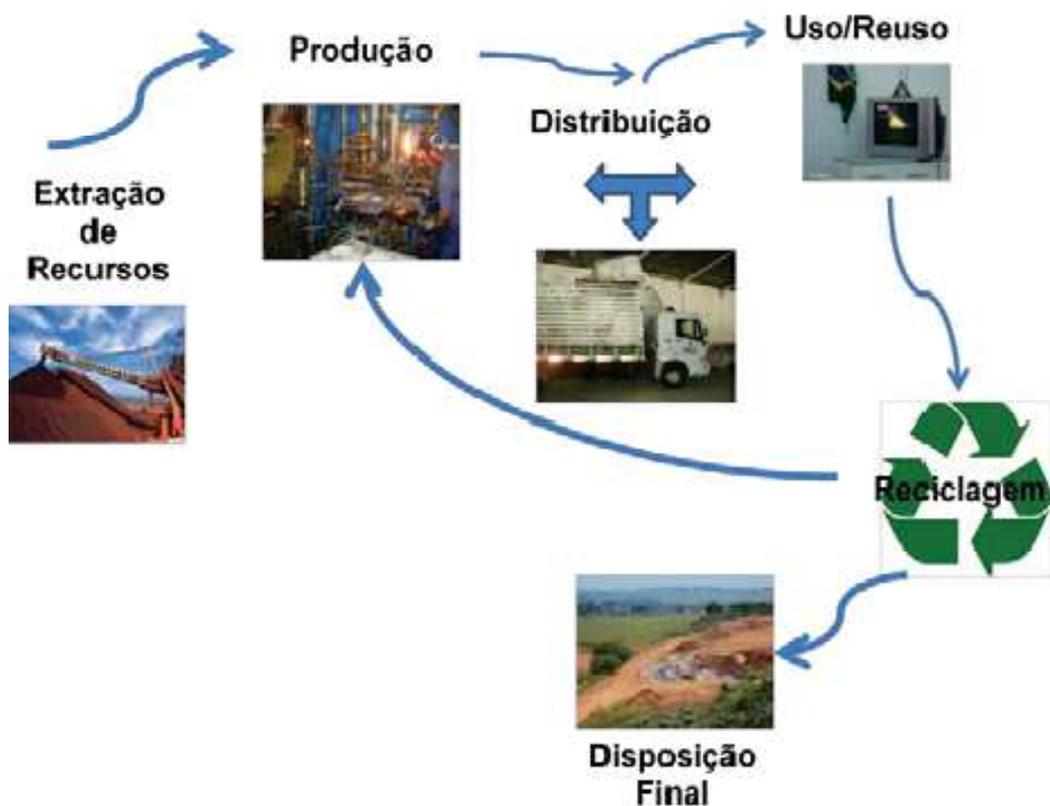


Figura 1 - Etapas do Ciclo de Vida de um produto [18].

No caso deste trabalho é de interesse o estudo da ACV do computador. Este estudo faz uma abordagem do mesmo desde a extração de materiais até o final de vida com o tratamento de seu resíduo eletrônico e seu ciclo de vida está estruturado em quatro etapas: manufatura, distribuição, utilização e final de vida útil. A etapa manufatura considera desde a extração de materiais na natureza até a chegada do produto aos portões da fábrica após ser produzido [19]. No processo de fabricação, além da extração dos materiais, existe o consumo de água, que no processo de produção de chips, exigem sucessivas lavagens com água extremamente pura e que conseqüentemente, não sai pura deste processo [7]. A etapa de distribuição representa toda a logística de transporte do computador e faz as conexões entre todas as outras de seu ciclo de vida [19,20]. Na etapa utilização, é considerado o consumo de energia elétrica e suas emissões durante todo o tempo de vida do computador, que na maior parte do mundo, é produzida através da queima de combustíveis fósseis [21]. O consumo médio de energia de um computador é de aproximadamente 130 Watts-hora, sendo 70 Wh do monitor de vídeo e 60 Wh da Unidade Central de Processamento (CPU) [15]. Com a estimativa de primeira vida útil por um período de quatro anos com uma utilização de 8 h por dia em um ano de 365 totalizando 11.680 h, o consumo total deste período equivalerá a aproximadamente 1.518 MWh [15], sendo que, no ano de 2010, por exemplo, a geração de energia elétrica mundial foi de 20.225 TWh [22,23], e no Brasil, em 2012, essa geração foi de 552.498 GWh [22,24]. A Figura 2 exibe a geração de energia elétrica mundial por fonte e a Figura 3, a do Brasil. Na etapa final de vida útil está incorporada a reutilização do computador, o envio de seu resíduo para a reciclagem como também para disposição final [25], sendo que o descarte em um curto espaço de tempo pode gerar uma quantidade grande de materiais perigosos que podem poluir o meio ambiente [19,26].

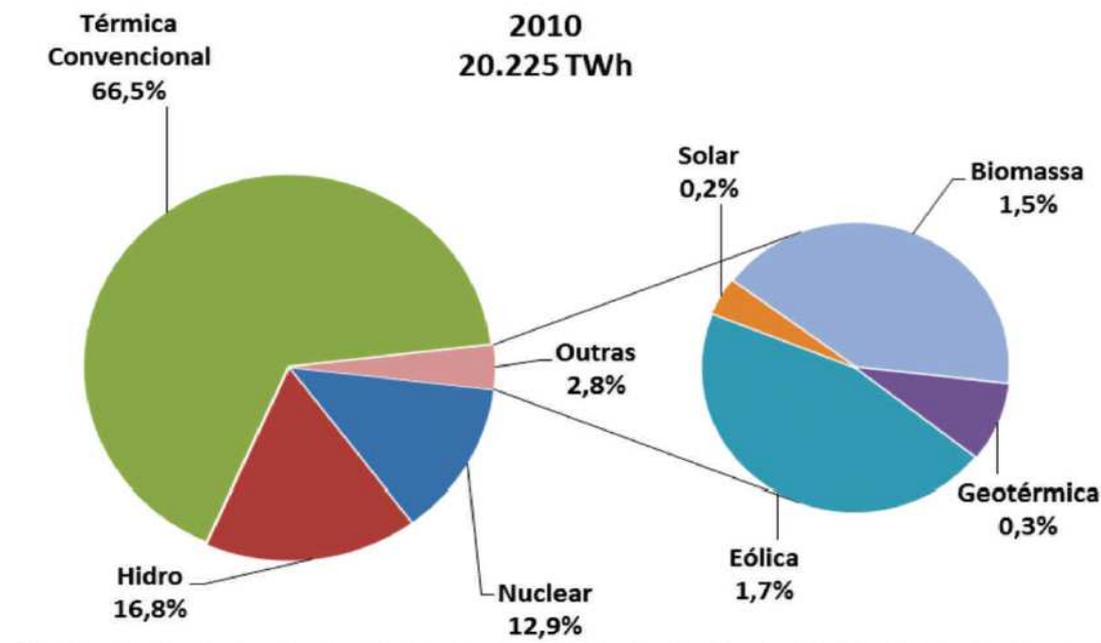
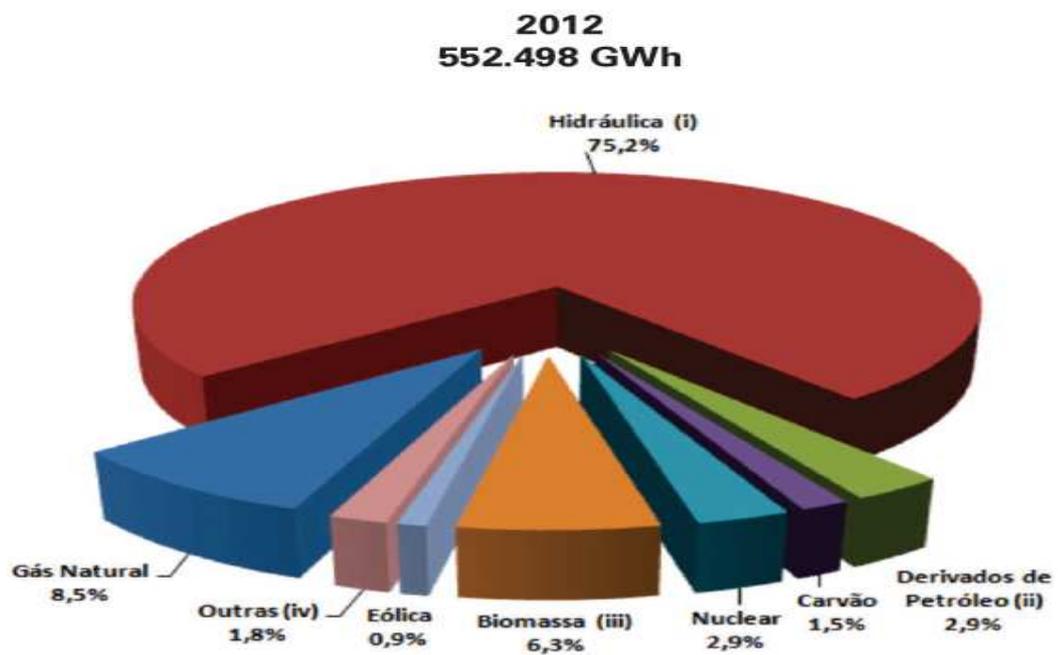


Figura 2 - Geração elétrica por fonte no mundo (%) [22,23]



Notas:

I) Inclui autoprodução

II) Derivados de petróleo: óleo diesel e óleo combustível

III) Biomassa: lenha, bagaço de cana e lixívia

IV) Outras: recuperaciones, gás de coqueria e outros secundários

Figura 3 - Geração elétrica por fonte no Brasil (%) [22,24]

De acordo com o estudo de ACV do computador desenvolvido por Zanetti [15], foi constatado que a fase mais impactante ao meio ambiente foi a de utilização, seguida da manufatura, final de vida útil e distribuição, onde reuniu as informações de fabricação de computadores, do ano de 2008, da empresa Positivo Informática instalada no município de Curitiba-PR, abordando as referidas etapas. Em seguida, sistematizou o software de gerenciamento de computadores contemplando todos os computadores da Universidade Positivo no período de 2005 a 2009, localizada no mesmo município. Para as ações em ACV utilizou o software SimaPRO [27] e banco de dados de inventário EcoInvent [28]. O software SimaPRO é uma ferramenta comercial de ACV que permite recolher, analisar e monitorizar o desempenho ambiental de produtos e serviços [6]. Também, foi desenvolvido pela empresa Pre-Consultants na Holanda e possui duas bases de dados principais, sendo uma de inventário e outra de avaliação. Estas bases são organizadas em categorias de materiais, energia, transportes, processos, utilizações e estratégias de condicionamento e de processamento de resíduos, o que permite ao software identificar quais são os materiais ou processos que têm maior influência no impacto ambiental global de um produto [29]. Nele, o ciclo de vida pode ser compreendido e representado como uma árvore de processos em que cada caixa representa um processo, com fluxos de entrada e saída ambientais definidos. A ferramenta computacional SimaPro dispõe de uma vasta base de dados, a Ecoinvent, a qual disponibiliza informações sobre processos inventariados válidos para condições suíças e europeias, os quais, dentre vários, destaca-se sistema de energia, metais, tecnologia da informação e comunicação, eletrônica, tratamento e disposição de resíduos [30]. Para a realização do estudo, foi utilizado o método *EcoIndicator'99*, o qual fornece uma pontuação de danos, resultantes da transformação de dados de inventário, baseada na metodologia de avaliação de impactos, onde, para cada impacto, quanto maior a pontuação maior será este impacto [31].

Neste método, os impactos são agrupados em três categorias de danos: danos à saúde humana; danos à qualidade do ecossistema e danos aos recursos naturais [19]. Sendo que os danos à saúde humana são aqueles relativos ao número e duração dos efeitos, fatalidades e incapacitações decorrentes de causas ambientais aos seres humanos. Os danos à qualidade do ecossistema são característicos dos efeitos sobre extinção de espécies como o desaparecimento reversível ou irreversível de espécies de uma região por um tempo. E danos

aos recursos são todos aqueles relacionados à energia necessária para se extrair recursos minerais e combustíveis fósseis no período presente e futuro [15].

Dessa forma, Zanetti [15] evidencia a necessidade de ações que contribuam para a minimização dos impactos, principalmente na etapa de utilização. Também, indica que o principal impacto desta fase é decorrente da utilização de energia, sendo a redução do consumo de energia a principal estratégia de minimização do mesmo e enumera como alternativas as ações como a fabricação de computadores e monitores com melhor eficiência energética, a efetiva conscientização dos consumidores sobre o uso indiscriminado de computadores por causa do consumo energético, o aprimoramento dos processos e os produtos de manufatura através do projeto sustentável de computadores, a recuperação dos recursos, como matéria-prima e energia pela reciclagem destes materiais, como também, aponta como sendo muito importante a reutilização do computador de forma a prolongar sua vida útil para se reduzir os danos causados ao longo do ciclo de vida do mesmo e obter ganhos ambientais, sociais e econômicos.

Segundo Duan et. al. [19], um estudo de ACV do computador pessoal produzido na China foi realizado para medir a performance ambiental em níveis globais e levou em consideração as fases: manufatura (já incluso a extração de materiais), distribuição, utilização e final de vida útil (incluindo operações de reciclagem e de disposição de rejeito). Sendo que para este trabalho também foi utilizado o software SimaPro versão 7.0, o banco de dados Ecoinvent, o método de análise de impacto de ciclo de vida Eco-Indicator'99 [31] e o método CML (Centrumvoor Milieukunde Leiden), este último não foi utilizado na pesquisa anterior e tem como objetivo verificar a sensibilidade em que o método Eco-Indicator'99 tem sobre os resultados alcançados.

O método CML é uma abordagem de ponto médio, também chamado de problema-orientado, que abrange, na maioria dos estudos das ACVs, os temas como efeito estufa (ou alterações climáticas), esgotamento dos recursos naturais, destruição do ozônio estratosférico, acidificação, geração ou produção fotoquímica de ozônio, eutrofização e toxicidade humana. O método Eco-Indicator'99 é uma análise de ponto final, também chamado por dano-orientado, que considera com maior ênfase os fatores de danos diretos ao ser humano, meio ambiente e recursos através da observação dos fluxos elementares de recursos e poluentes [32].

Como parâmetros para a referida pesquisa foi considerado que a unidade funcional do computador consiste em quatro subunidades: computador (gabinete contendo a CPU e outros dispositivos); monitor de vídeo (utilizando tecnologia CRT ou LCD); teclado e mouse. O

sistema de computadores examinado compreende a utilização de 50% de monitores com tecnologia Cathodic Ray Tube (CRT) e 50% com Liquid Cristal Display (LCD), sendo utilizado por 4,2 horas por dia e ficando em modo de espera por 2,6 horas por dia, durante um período de 6 anos antes do final de sua primeira vida útil. Também, tendo a perspectiva de uma taxa de exportação cerca de 10% da produção para países da Europa, Estados Unidos e outros da Ásia. Como vários componentes não são produzidos na China, para estes foram considerados as regiões geográficas de origem e a estimativa de transporte entre os fornecedores dos mesmos [19].

Com as conclusões do trabalho obtidas, Duan et. al [19] também aponta que a fase mais impactante ao meio ambiente, considerando todo o ciclo de vida do computador, é a fase de utilização, seguido pela manufatura, final de vida útil e distribuição. O impacto causado pela fase de utilização são decorrentes, principalmente, da utilização da energia elétrica, que na China, é proveniente de uma matriz energética mista, onde grande parte do fornecimento vem de usinas termoelétricas, as quais realizam a queima de carvão e combustíveis fósseis para funcionamento que causam impactos ambientais dominados pela emissão de SO₂ (Dióxido de Enxofre) e outros gases que causam o aquecimento global como o CO₂ (Dióxido de Carbono) e NO_x (Óxidos de nitrogênio).

Os pesquisadores Duan et. al [19] finalizam sua pesquisa fazendo as recomendações gerais como alternativas para a diminuição do impacto gerado pelo ciclo de vida do computador destacando: transição para um sistema de produção de energia mais amigável ao meio ambiente na China; promoção de produção de equipamentos que menos agridam o meio ambiente; redução global do consumo de energia e transformação drástica do sistema de tratamento de resíduos de equipamentos eletrônicos naquele país.

Apesar dos autores Duan et. al [19] não terem a mesma visão focal que Zanetti [15], ambas as pesquisas demonstraram os resultados bastante semelhantes, atribuindo a fase de utilização do computador como sendo a mais impactante ao meio ambiente. E para a realização de estudos de ACV de mesmo objeto, mas com circunstâncias diferentes, pode-se destacar a alteração principalmente de características como a região geográfica abordada para o estudo, a matriz energética associada e o peso da pontuação atribuída a cada elemento constituinte do estudo decorrente do entendimento de cada país. Dessa maneira, a busca por alternativas que diminuam os impactos decorrentes da fase de utilização do computador são legítimos e importantes, principalmente para a preservação da saúde humana e a sustentabilidade do planeta.

3.2. O resíduo de equipamentos elétricos e eletrônicos

Em todos os tempos, os processos produtivos e seu desempenho vêm sendo motivados pela busca e consecução eficiente [13], onde as indústrias buscam produzir bens e serviços cada vez melhores, os quais objetivam facilitar o cotidiano das pessoas e, conseqüentemente, proporcionam-nas um maior conforto e praticidade.

Como qualquer outro produto, os equipamentos elétricos e eletrônicos também fazem parte da lista de sonho de consumo da população. Conforme Andrade [13], os produtos eletrônicos, principalmente computadores e celulares, permeiam a sociedade de tal forma que grande parte chega a constatar que a sociedade moderna teria sérias dificuldades em se manter sem a existência deles.

É observado que todo bem produzido no planeta, em algum momento no tempo, ficará velho ou obsoleto e, dessa maneira, não possuirá mais suas características originais e certamente não produzirá o resultado esperado pelo seu uso. Seja qual for o motivo para não utilizá-lo mais, o produto será substituído e descartado, sendo que, em muitas das vezes, de maneira inadequada, o que pode ser prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente [14].

Assim, evidencia-se que tudo o que é produzido no planeta um dia se tornará inservível. Com os equipamentos elétricos e eletrônicos, em especial como os de tecnologia da informação e comunicação (TIC), não é diferente dos demais produtos e também participam deste ciclo.

Alinhada ao consumismo da população, possibilitado pelo melhoramento financeiro e estimulado pelo mercado, as indústrias definem o período de vida útil estimada para cada bem produzido, estabelecendo uma espécie de data de validade chamada de “obsolescência programada” ou “obsolescência planejada”. Cada produto já sai de fábrica com uma provável data estimada de seu fim e com perspectivas de tempo de duração cada vez menores [33]. Entre os computadores, como exemplo, existe uma média prevista de utilização de 3 a 4 anos e para celulares de 1 a 1,5 anos [13].

Os computadores são utilizados nas empresas por até quatro anos e por uma média de cinco anos pelos consumidores domésticos [34] e, no Brasil, o Departamento de Receita Federal [35] estabelece que contabilmente o computador (hardware e seus periféricos) tem uma depreciação de 20% ao ano do seu valor nominal, o que significa que em cinco anos o

mesmo se encontrará estimado em quase 40% do valor original e esta informação pode motivar muitas empresas a substituir seus computadores.

Segundo Sandborn [36], a obsolescência programada pela indústria de TICs ocorre de forma harmoniosa entre os setores do hardware e do software, porque novos programas como aplicativos e sistemas operacionais requerem especificações maiores e mais avançadas como requisitos mínimos para o seu funcionamento. Dessa maneira, a desatualização do hardware é impulsionada pela constante atualização do software que acaba por sucateá-lo e forçar a aquisição de modelos mais novos, garantindo lucro para ambos os setores. Isso acaba por gerar toneladas de resíduos eletrônicos e, conseqüentemente, problemas ambientais difíceis de serem solucionados.

Para a maioria dos resíduos sólidos já existe legislação normatizadora com serviços públicos estabelecidos como coleta, tratamento e disposição, sendo geralmente serviços municipais. Já os resíduos de equipamentos eletrônicos são um problema para toda a sociedade mundial, pois apresenta um rápido crescimento a cada ano e as políticas para este tipo de resíduo ainda são falhas [33].

Para Mattos [9], a área de informática não era vista tradicionalmente como uma indústria poluidora. Porém, o avanço tecnológico acelerado encurtou o ciclo de vida desses equipamentos, gerando o lixo tecnológico ou e-lixo. E Silva [8] caracteriza o e-lixo como lixo eletrônico ou “*e-waste*”, que é um termo comumente utilizado nos Estados Unidos, ou “e-lixo” onde compreende produtos eletrônicos descartados ou obsoletos como PCs, TVs, VCRs, VCDs, celulares, aparelhos de som, aparelhos de fax, copiadoras e outros. Também, destaca que a preocupação ambiental em relação à disposição inadequada do e-lixo ocorre devido à liberação de substâncias tóxicas que podem causar sérios impactos à natureza. Sendo que para Souza [33], estes resíduos são ainda mais preocupantes porque as pessoas não sabem o quanto degradam o meio ambiente ao disporem-nos inadequadamente quando atualizam seus equipamentos rapidamente. O Quadro1 apresenta a relação de materiais que compõem um microcomputador, a percentagem em relação ao seu peso total, o percentual de seu índice de reciclagem, assim como, a parte do computador em que é localizado.

Material	% Em relação ao peso total	% Reciclável	Localização
Alumínio	14,1723	80	Estrutura/Conexões
Bário	0,0315	00	Válvula Eletrônica
Berílio	0,0157	00	Condutor térmico, conectores
Cádmio	0,0094	00	Bateria, chip, semicondutor, estabilizador
Chumbo	6,298	05	Circuitos integrados, Soldas, baterias
Cobalto	0,0157	85	Estrutura
Cobre	6,9287	90	Condutivo
Cromo	0,0063	00	Decoração, proteção contra corrosão
Estanho	1,0078	70	Circuitos integrados
Ferro	20,4712	80	Estrutura e encaixes
Gálio	0,0013	00	Semicondutor
Germânio	0,0016	00	Semicondutor
Índio	0,0016	60	Transistor, retificador
Manganês	0,0315	00	Estrutura e encaixes
Mercúrio	0,0022	00	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores
Níquel	0,8503	80	Estrutura e encaixes
Ouro	0,0016	98	Conexões, condutivo
Prata	0,0189	98	Condutivo
Sílica	24,8803	00	Vidro
Tântalo	0,0157	00	Condensador
Titânio	0,0157	00	Pigmentos
Vanádio	0,0002	00	Emissor de fósforo vermelho
Zinco	2,2046	60	Bateria

Quadro 1 – Composição Química de um Computador [37].

Na União Européia, as leis atribuíram a responsabilidade de coleta e reciclagem de todos os produtos elétricos e eletrônicos às indústrias. Tanskanen [14] destaca que em muitos países foram criados a extensão de responsabilidade do produtor, *Extended Producer Responsibility* (EPR), de equipamentos elétricos e eletrônicos para que os mesmos possam recolher seus equipamentos ao final de vida útil e reciclá-los. Na prática, os produtores sendo responsáveis pelo recolhimento e reciclagem de seus produtos, quando ao final de sua vida útil, os mesmos deverão receber incentivos para que o custo dos projetos de seus produtos seja reduzido.

Além do conhecimento inexistente sobre os perigos do descarte incorreto, também o consumidor não sabe o quanto é importante e lucrativo o envio do resíduo eletrônico para a reciclagem. Com esta perspectiva, Andrade, Fonseca e Mattos [13] destacam que com a reciclagem de resíduos eletrônicos, a extração de matérias primas brutas e todos os recursos naturais decorrentes de seu beneficiamento são poupados. Economicamente, são reduzidos os

custos da captação, beneficiamento e transporte decorrentes, além de proporcionar uma fonte de renda para a indústria da reciclagem e todos os trabalhadores envolvidos neste processo.

Na visão ambiental, os recursos naturais brutos são poupados da extração, como também os utilizados durante o processo de beneficiamento, como a água que entra pura e sai contaminada [13]. Ainda, os recursos naturais não serão contaminados pelo descarte incorreto de componentes eletrônicos, como solo, água, vegetação e ar. E, socialmente, trabalhadores poderão ser empregados nas empresas de reciclagem e não mais trabalhar em condições inapropriadas que colocam em risco sua própria saúde. No Quadro 2 são exibidos os potenciais efeitos tóxicos causados à saúde humana das substâncias que compõem um computador.

Material	Localização	Danos potenciais à Saúde Humana
Alumínio	Estrutura/Conexões	Câncer, Mal de Alzheimer.
Bário	Válvula Eletrônica	Alterações no ritmo cardíaco e paralisia, óbito.
Berílio	Condutor térmico, conectores	Câncer, lesões pulmonares.
Cádmio	Bateria, chip, semicondutor, estabilizador	Câncer, dano renal e fragilidade óssea.
Chumbo	Circuitos integrados, Soldas, baterias	Câncer, danos ao sistema nervoso central e periféricos, observados efeitos negativos no sistema circulatório e nos rins.
Cobalto	Estrutura	Câncer, doença pneumoconiose por metal duro.
Cobre	Condutivo	Danos ao fígado, dano renal e hepático, óbito.
Cromo	Decoração, proteção contra corrosão	Ulcerações crônicas na pele e perfurações no septo nasal, falência renal aguda.
Estanho	Circuitos integrados	Dor de estômago, anemia e problemas ao fígado e rins, pode interferir no sistema nervoso e cérebro, óbito.
Ferro	Estrutura e encaixes	Câncer, letargia e fadiga.
Manganês	Estrutura e encaixes	Pneumonia química, alucinações, instabilidade emocional, fraqueza, distúrbios de comportamento e da fala.
Mercúrio	Bateria, ligamentos, termostatos, sensores	Dano no sistema nervoso, câncer.
Níquel	Estrutura e encaixes	Bronquite crônica, diminuição da função pulmonar e câncer nos pulmões e seios nasais.
Prata	Condutivo	Coma, edema pleural, hemólise e insuficiência na medula .
Vanádio	Emissor de fósforo vermelho	Bronquite e broncopneumonia, danos renais, câncer.
Zinco	Bateria	A anemia, dano ao pâncreas e diminuição do colesterol HDL.

Quadro 2–Substâncias da composição do computador e seus potenciais danos à saúde Humana [11,12,38]

No Brasil, a Lei Federal 12.305/2010 [39] estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que cria a responsabilidade compartilhada entre o produtor, distribuidor, comerciante, consumidor e governo. Porém, a sua regulamentação e sua efetividade ainda estão em fase inicial de implantação, sem contar que quase não existem empresas recicladoras para subsidiar a cadeia de reciclagem destes componentes em uma determinada área geográfica do país. Nesta Lei, a Logística Reversa é conceituada como o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. A logística reversa apresenta-se nas modalidades de pós-consumo e pós-venda, onde a primeira é composta pelo fluxo reverso daqueles produtos ou matérias que foram originados do descarte após o término de seu consumo, mas que podem ser re-inseridos ao ciclo produtivo através do processo de reciclagem ou reuso. A logística reversa pós-venda refere-se aquela relativa ao retorno de parte dos produtos ao fabricante, com pouca ou nenhuma utilização, como por exemplo, a substituição de produtos que apresentaram defeito de fabricação dentro do período de garantia, ou antes, de serem comercializados [33].

Dentre outros fatores desfavoráveis ao descarte sustentável de resíduos eletrônicos em níveis globais, destacam-se a existência de poucas empresas de reciclagem, como também a falta de informações exatas e reais sobre os resíduos eletrônicos descartados que poderiam subsidiar a implantação de programas de conscientização, pesquisas e criação de cadeia de reciclagem para estes componentes. Ainda, percebe-se que o reaproveitamento de equipamentos, quando da triagem e reestruturação dos mesmos, é feito apenas por motivos econômicos [13].

3.3. A Universidade como promotora de conhecimento para a sustentabilidade

Para Andrade et.al. [13], as universidades devem ser por ideal grandes centros de aplicação prática dos conhecimentos científicos gerados. Aliado à busca por respostas científicas, a área acadêmica, principalmente a pública, está sempre preocupada com questões ambientais e de sustentabilidade, o que pode ser percebido pelo crescimento da quantidade de trabalhos que são publicados sobre estes temas, sendo que no período de 2010 a 2013, somente os relacionados à ACV no Brasil, foram 66 [40-42]. A utilização da ACV como

ferramenta para medir os potenciais impactos ao meio ambiente tem sido objeto de estudo do meio acadêmico, a fim de comprovar a possível degradação ambiental, a exaustão da extração de materiais na natureza, a saúde humana, dentre outros. Segundo Zocche [40], em países em desenvolvimento como o Brasil, na área acadêmica, estudos sobre ACV vêm sendo desenvolvidos através de trabalhos de mestrado e doutorado, e identificar as limitações enfrentadas em estudos de ACV no país irá colaborar com a identificação de pontos potenciais de melhoria, promover ganhos ambientais, maior confiabilidade em estudos acadêmicos e diferenciais competitivos à indústria. Segundo Lima e Kiperstok [43], destacam-se projetos acadêmicos importantes, como o grupo de pesquisa de estudo em ACV denominado “Grupo de Prevenção a Poluição/GP2” desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP) o qual vem gerando diversas publicações, como também, um dos projetos da Universidade de Brasília (UnB) que resultou na publicação do livro “A Avaliação do Ciclo de Vida, a ISO 14000 na América Latina”. Outro trabalho com vista às questões ambientais é o projeto “Cadeia de Transformação de Resíduo Eletrônico” desenvolvido pelo Centro de Computação Eletrônica da Universidade de São Paulo (USP), através do Centro de Descarte e Reúso de Resíduos de Informática (CEDIR), que tem como objetivo principal o real comprometimento da Universidade com a minimização do prejuízo ambiental causado por equipamentos de informática e telecomunicação, assim como, a diminuição da geração do lixo eletrônico [13].

A Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), assim como as outras universidades, também tem a preocupação com a promoção de ações sustentáveis e que menos degradem o meio ambiente, sendo que uma delas foi a aprovação de seu Plano de Logística Sustentável [16], que é o norteador dessas ações. Também, visa contribuir com a redução do impacto ambiental causado pelo uso de seus computadores, através da gestão do uso sustentável destes equipamentos, o qual será subsidiado por informações produzidas por um software destinado para tal. Dessa maneira, a gestão do uso destes computadores, como também, a dos futuros, espera-se realizar de maneira mais eficiente, sendo que este modelo também poderá ser expandido para outros equipamentos tecnológicos da UFTM.

3.4. A Linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*) e as ferramentas de suporte

3.4.1 A Linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor*)

A linguagem PHP (*Hypertext Preprocessor* traduzindo Pré-Processador para Hipertexto) é uma linguagem de programação muito utilizada, interpretada, de código-aberto, sendo especialmente utilizada para desenvolvimento de aplicações presentes e atuantes no lado do servidor, capazes de gerar conteúdo dinâmico na internet (rede de alcance mundial) [44]. Algumas linguagens como JAVA, Visual Basic e outras são executadas diretamente no computador do usuário [45]. Para Melo e Nascimento [46], além das características já apresentadas, a linguagem PHP não permite que o código-fonte dos softwares escritos por ela seja exibido ao usuário quando são executados. O usuário ao acessar uma página em PHP faz com que o servidor interprete todas as ações que devem ser realizadas pelo script PHP e monta um código HTML (*Hypertext Markup Language*) como resultado do processamento, que é devolvido para o navegador do usuário [44,45]. Dessa forma, o código PHP fica embutido dentro do código HTML gerado como resposta [47]. A Figura 4 exibe o acesso do usuário às aplicações produzidas em linguagem PHP.



Figura 4 – O acesso das aplicações em PHP pelo usuário [45].

A Linguagem HTML (*HyperText Markup Language*, que significa Linguagem de Marcação de Hipertexto) tem como função principal a construção de documentos de hipertexto e é utilizada para produzir páginas web. O HTML possui uma série de marcas ou

tags que são usadas para sinalizar para o navegador do usuário que o elemento em questão é um parágrafo, título, que tem alguma formatação especial como negrito dentre outros [48].

A Linguagem PHP é utilizada para criações de aplicações robustas, flexíveis e de baixo custo, para instituições comerciais, sociais, governamentais e até acadêmicas, como o projeto do Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí/MG, que propõe a criação de uma estrutura de software e funcionalidades para a implementação de um ambiente integrado de desenvolvimento de software para a linguagem PHP [49]. Outro estudo acadêmico pode ser verificado no trabalho intitulado Cálculos Geodésicos desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) [50].

3.4.2. O sistema gerenciador de banco de dados relacional MySQL

O MySQL é um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) que utiliza a linguagem SQL (*Structured Query Language* ou Linguagem de Consulta Estruturada) como interface, sendo desenvolvido, distribuído e suportado pela empresa Oracle Corporation [51]. É muito utilizado pelo mundo possuindo grandes usuários como NASA, Banco Bradesco, Dataprev, HP, Nokia, Sony dentre outros. O MySQL possui características operacionais como: portabilidade (suporte para qualquer plataforma atual), compatibilidade com diversas linguagens de desenvolvimento existentes como Java, Delphi, PHP, e outras; possui ótimo desempenho e estabilidade; necessita de poucos recursos de hardware; é fácil de utilizar, dentre outras, além de ser *open source* (código livre), o que permite ao usuário utilizá-lo, alterá-lo e distribuí-lo gratuitamente. Também é conhecido por funcionar em um grande número de sistemas operacionais (Windows, Linux, FreeBSD, outros) e por seu desempenho e robustez, como ser multi-tarefa (executa várias tarefas simultaneamente) e multi-usuário (suporta o acesso de vários usuários simultaneamente) [52].

3.4.3 O framework iGestão de desenvolvimento em Linguagem PHP

O *framework* é uma técnica voltada para a reutilização de código que se beneficia de três características das linguagens de programação orientadas a objetos: abstração, herança e polimorfismo. Um *framework* descreve a arquitetura de um sistema orientado a objetos, os tipos de objetos e as interações entre os mesmos, podendo ser considerado como o esqueleto,

também chamado de *template*, de um *software* que pode ser personalizado pelo desenvolvedor e aplicado a um conjunto de *softwares* de um mesmo domínio [49,53].

O conceito de programação orientada a objetos (POO) refere-se em desenvolver o código do *software* organizando situações do mundo real como uma coleção de objetos que incorporam estrutura de dados e um conjunto de operações que manipulam estes dados. Como por exemplo, a casa como ambiente e os objetos, como estante, armário, cozinha, considerados como objetos ou classes. A característica abstração da POO consiste em representar um objeto real e o que ele deve realizar dentro do *software*, onde deve possuir identificação única (identidade), elementos que o definem (propriedades) e ações que irá executar (métodos). A Herança constitui-se da propriedade de o objeto hierarquicamente inferior herdar as mesmas propriedades de todos os que estão em níveis superiores. O polimorfismo consiste na alteração do funcionamento interno de um método herdado de um objeto pai, em outras palavras, a possibilidade de alterar as características herdadas de um objeto hierarquicamente superior [54].

O *framework* iGestão foi desenvolvido pela empresa Inova Softwares e Tecnologia que atua no município de Uberaba/MG, trazendo soluções completas para as necessidades de tecnologia de informação, principalmente no desenvolvimento de soluções baseadas em internet [55]. O iGestão é um sistema interativo, que funciona com qualquer sistema operacional, necessitando apenas de um navegador de internet para que possa estar acessível. Além disso, pode ser facilmente integrado a sites de internet, tornando sua gestão concentrada em apenas uma única ferramenta. Seu diferencial é a flexibilidade para adaptação de módulos ao negócio da empresa, buscando assim o atendimento das necessidades de sistemas de informação com um funcionamento eficaz e confiável. A mobilidade também é outro ponto forte do iGestão, podendo ser acessado de qualquer dispositivo que possua um navegador e acesso à Internet. Para seu funcionamento faz-se necessária, como pré-requisitos, a instalação e configuração no servidor de dados e aplicações, os seguintes *softwares* e serviços: servidor de páginas de internet (Apache ou outro), linguagem de desenvolvimento PHP e banco de dados MySQL.

3.4.4 O ambiente de desenvolvimento criado pelo software Vertrigo

Um dos ambientes criados para desenvolvimento de *softwares* com a linguagem PHP é produzido utilizando-se o *software* VERTRIGO, o qual é um aplicativo que unifica a

instalação, dentre outros softwares, a linguagem PHP, o banco de dados MySQL e o servidor de páginas de internet, APACHE [56].

Para Nery [57], o software Vertrigo é um pacote que reúne algumas ferramentas necessárias para o funcionamento de um servidor Web, tais como o Apache (o servidor de páginas web), PHP, MySQL, SQLite, além do PhpMyAdmin (aplicativo escrito em PHP utilizado para gerenciar bancos de dados MySQL), SQLite Manager (tem a mesma função do PhpMyAdmin, mas, nesse caso, gerencia bancos de dados SQLite), entre outras, e que pode ser instalado somente no sistema operacional Windows.

4 JUSTIFICATIVA

A UFTM atende a uma grande demanda educacional e no ano de 2015 completou seus 10 anos como Universidade pública, sendo que após sua transformação de Faculdade de Medicina para Universidade houve um grande crescimento de sua demanda de cursos como da comunidade acadêmica e administrativa. No entanto, sua infraestrutura interna não cresceu na mesma velocidade ficando evidenciado de que a mesma não estava preparada para um crescimento tão grande em um curto período de tempo.

Associada a esta grande demanda educacional, existe também a demanda por acesso a computadores e serviços de tecnologia da informação. Sendo que para administrar o uso sustentável do grande número de computadores existentes faz-se necessária a utilização de uma ferramenta computacional que seja destinada para este fim, a qual não existe ainda na UFTM.

Uma boa gestão da coleção de computadores existente na UFTM poderá refletir no aumento da vida útil deste equipamento e, conseqüentemente, na redução da geração prematura de resíduos eletrônicos derivados dos mesmos, como também promover o planejamento para o descarte sustentável destes resíduos, quando atingir o final de sua vida útil, justificando a proposta do presente trabalho de produzir uma ferramenta computacional (software) para fazer a gestão do uso sustentável do computador na UFTM.

5 MATERIAIS E MÉTODO

5.1 – O levantamento de dados para o trabalho

Os dados levantados da movimentação de usuários potenciais de computadores na UFTM para a realização deste trabalho são secundários e foram obtidos através de consulta aos Relatórios de Gestão dos Exercícios de 2010 a 2014 [58-62].

O banco de dados do Sistema Patrimonial também foi consultado para obter a informação do tempo de utilização e disponibilidade de computadores na UFTM no período de 2010 a 2014. A informação de computadores destinados ao público acadêmico foi construída a partir de consulta a documento de apresentação de cursos publicado no site institucional na internet [63] e o detalhamento destas informações podem ser verificadas no ANEXO II.

Os dados complementares às informações foram levantados a partir de outros Relatórios institucionais como o Plano de Desenvolvimento Institucional [64] e o Plano de Logística Sustentável, ambos produzidos pela UFTM [16].

5.2 – O público potencial utilizador de computadores na UFTM

Na realização deste estudo, o público potencial utilizador de computadores na UFTM foi dividido em dois grandes grupos: o público acadêmico e o administrativo. O público acadêmico é integralizado pelos alunos matriculados nos cursos do Ensino Técnico e Profissionalizante, de Graduação e Pós-Graduação. Na quantidade de alunos matriculados nos cursos do Ensino Técnico e Profissionalizante não estão contabilizadas as matrículas decorrentes do PRONATEC e do projeto de extensão “Cursinho de Educação Popular” por motivo dos mesmos serem realizados, em sua grande maioria, em locais fora das dependências da UFTM e não utilizarem, ou utilizarem de maneira muito reduzida, os recursos computacionais da instituição.

Os docentes de todos os cursos, assim como os servidores do quadro técnico administrativo, são representados pelo público administrativo. Neste estudo, os funcionários terceirizados, como os das áreas de limpeza, segurança e transporte das empresas prestadoras de serviços para a UFTM e também os das Fundações de Apoio como a Fundação de Ensino e

Pesquisa de Uberaba (FUNEPU) e a Fundação Rádio Educativa Uberaba (FUREU), foram desconsiderados. Também, o Hospital de Clínicas existente na estrutura organizacional da UFTM, o qual é administrado pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares (EBSERH) e que muitos servidores representados nestes números estão nele lotados, foram considerados. Os trabalhadores da EBSERH não foram contabilizados.

Os servidores nas situações de afastados, cedidos, egressos, aposentados ou em vacância foram contabilizados juntamente com os servidores ativos, o que ocasionalmente pode haver uma pequena distorção dos números reais efetivos. A coleta dos dados do público potencial foi obtida através de consulta aos Relatórios de Gestão da Instituição de 2010 a 2014 [58-62]. A Tabela 1 apresenta todos os alunos matriculados de todos os ensinos ofertados pela na UFTM no período de 2010 a 2014, os quais representam o público acadêmico, assim como os técnicos administrativos no mesmo período, sendo estes o público administrativo. A relação completa de todos os cursos e programas ofertados neste período podem ser visualizados no Anexo I.

DESCRIÇÃO	2010	2011	2012	2013	2014
ALUNOS DE CURSO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE	491	612	397	301	338
ALUNOS DE GRADUAÇÃO	3.001	3.922	4.747	4.706	5.564
ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO	772	588	615	737	1.233
SUB-TOTAL (ALUNOS)	4.264	5.122	5.759	5.744	7.135
SERVIDORES PÚBLICOS (TEC. ADM. + DOCENTES)	1.924	1.994	2.040	2.085	2.143
TOTAL DE USUÁRIOS	6.188	7.116	7.799	7.829	9.278

Tabela 1 – Alunos e servidores da UFTM de 2010 a 2014 [58-62].

5.3 – Os computadores na UFTM

Uma análise dos dados dos computadores existentes na UFTM dos últimos cinco anos, de 2010 a 2014, foi realizada para apresentar a quantidade e o tempo de uso dos mesmos. No banco de dados patrimonial todas as informações de controle referentes aos bens patrimoniais móveis da UFTM são registradas. Dessa forma, foi possível consultar as informações de

número patrimonial, descrição, grupo de bens, data de entrada do bem, status de situação, departamento de destino, data de transferência e data de alienação de computadores.

Foram consideradas somente as informações relativas aos computadores de mesa, também chamados de desktops. Outros equipamentos como notebooks, netbooks, tablets, e outros não fizeram parte do estudo. O registro patrimonial do computador é realizado de forma individualizada no sistema, sendo que o gabinete e o monitor de vídeo recebem números distintos. Os componentes como cabos, teclado e mouse não são registrados por serem classificados como materiais de consumo.

Para a composição de um desktop consideram-se os seguintes itens:

- 01 gabinete (que possui placa-mãe, processador, memória RAM, HD, e outros componentes);
- 01 monitor de vídeo acompanhado do cabo de comunicação de dados;
- 01 teclado;
- 01 mouse e
- 02 cabos de energia, sendo 1 para ligar o gabinete e outro para o monitor de vídeo.

Neste trabalho foi contabilizada a quantidade de computadores considerando o número de computadores através do número patrimonial do gabinete, assim, este é o alvo de estudo. Em seguida, estes dados foram exportados para uma planilha Excel [65] e, posteriormente, ordenado por data e filtrado somente as informações consideradas relevantes. Dessa forma, foi possível contabilizar as movimentações dos computadores ativos e inativos na UFTM no período de 2010 a 2014 seguindo os critérios de especificidades destas ações, como é apresentada na Tabela 2, a qual foi construída a partir de consulta ao banco de dados do sistema patrimonial.

Descrição	2010	2011	2012	2013	2014
Computadores Ativos	1.216	1.326	1.772	1.666	1.926
Computadores Inativos	615	628	629	785	908

Tabela 2 – Computadores ativos e inativos na UFTM de 2010 a 2014.

Os números apresentados referem-se aos dados patrimoniais apenas da UFTM não considerando dados patrimoniais do Hospital de Clínicas da UFTM e das Fundações de apoio FUNEPU e FUREU. Os valores informados na Tabela 2 referem-se ao valor acumulado no ano da consulta considerando a data de 31 de dezembro para fechamento dos mesmos.

Os computadores ativos foram aqueles registrados no sistema de patrimônio da UFTM considerados como habilitados para uso, onde não existe nenhum impedimento nominal. Os computadores inativos foram aqueles registrados no sistema de patrimônio da UFTM considerados como inabilitados para uso. Neste grupo, encontram-se os com o status baixado e também alienado. Dessa forma, o status baixado foi indicado quando o computador não estava operacional, mas que tinha possibilidade de voltar a ser ativo ou ser vendido para terceiros através de leilões, que, neste último, configura-se alienado. O computador com o status de alienado significa que foi vendido e que todos os procedimentos para sua recuperação foram realizados sem sucesso ou que realmente estava muito obsoleto não compensando a recuperação. A Tabela 3 exibe o agrupamento de computadores por tempo de utilização considerando-se a data de 31 de dezembro de 2014, como referência para sua criação.

Tempo de Utilização	Computadores
(anos)	(em 2014)
Até 3	866
de 4 a 6	807
de 7 a 10	162
acima de 10	91
Total	1.926

Tabela 3 – Computadores de 2014 por tempo de utilização.

5.4 – O desenvolvimento do software SIGUS

O início do projeto de construção do software foi viabilizado através da análise de processos e de pré-requisitos. Nesta fase, todos os fluxos de ações que o sistema tinha que tratar e responder, assim como toda a infraestrutura de hardware, software e ambiente, foram definidos.

A diagramação dos fluxos dos processos e dados foi construída a partir dos resultados da fase de análise de processos, onde a abrangência macro do sistema e as funcionalidades do software proposto podem ser observadas em um maior nível de detalhamento na Figura 5.

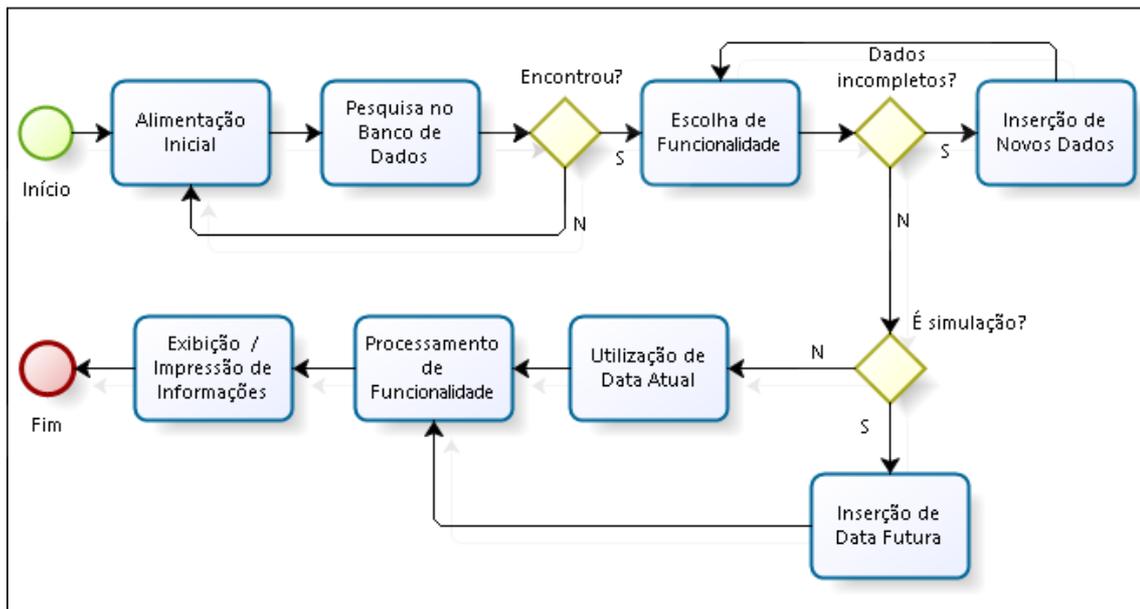


Figura 5 – Fluxo Superior de Processos do Sistema.

A análise de pré-requisitos é uma visão voltada para a infraestrutura de hardware, software e ambiente. Nela são indicados quais os elementos físicos e lógicos são necessários, como o servidor (computador) utilizado na construção e hospedagem da aplicação (software); quanto de recursos de hardware está disponibilizado (processadores, memória, espaço em disco para o armazenamento) e quais requisitos de software são utilizados para o estabelecimento de serviços estruturais.

Para a criação de um ambiente de produção, para se instalar aplicação e o banco de dados, os recursos mínimos de hardware de um servidor deve contemplar um processador de 2 Ghz de velocidade, memória RAM de 8 Gb e espaço em disco rígido de 200 Gb. Sendo que os requisitos de software para o sistema estar em produção, utiliza-se o sistema operacional Linux, o serviço de hospedagem de páginas WEB chamado “Servidor Apache”, a linguagem PHP e o banco de dados MySQL [52]. O usuário comum para utilizar o aplicativo necessita de apenas um dispositivo com acesso à internet disponível.

A linguagem de desenvolvimento PHP (*Hypertext Preprocessor*), em sua versão 5.2.5, foi utilizada para a criação do software e o banco de dados MySQL como o repositório de informações para o armazenamento e gerenciamento das mesmas. O ambiente de desenvolvimento foi criado utilizando o software VERTRIGO e para que a codificação do projeto fosse concluída em um curto espaço de tempo, proporcionando maior flexibilidade e

praticidade na criação da aplicação, a *framework* iGestão, da empresa INOVA Softwares e Tecnologia [55] foram usadas.

Um módulo para cadastrar os dados patrimoniais foi criado para que o sistema pudesse ser alimentado com as informações de número patrimonial, data de entrada do bem, data de baixa, data de alienação, descrição, status, unidade de origem, departamento de destino, telefone ou ramal.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 – A análise sobre o público potencial utilizador de computadores na UFTM

No Ensino Técnico e Profissionalizante, as alternâncias dos números dos alunos matriculados não são baseadas unicamente na quantidade de cursos disponíveis, mas também na oferta do número de turmas para os referidos cursos analisados. Nesse contexto, pode ocorrer a contabilização de alunos que foram certificados dentro do ano e que não mais foram contados nos dados de alunos matriculados do ano seguinte, dentre outros motivos, como evasão escolar e trancamento de matrícula.

Observa-se que, no Ensino de Graduação, comparando-se os anos entre 2010 e 2014 houve um aumento significativo no número de alunos matriculados. Apenas no ano de 2013 ocorreu uma ligeira queda no número destes alunos, inferior a 1%, devido a grande quantidade de evasão de alunos. No Gráfico 1 estão as variações decorrentes de alunos matriculados no Ensino de Graduação e suas respectivas percentagens, obtidas através dos dados da Tabela 1.

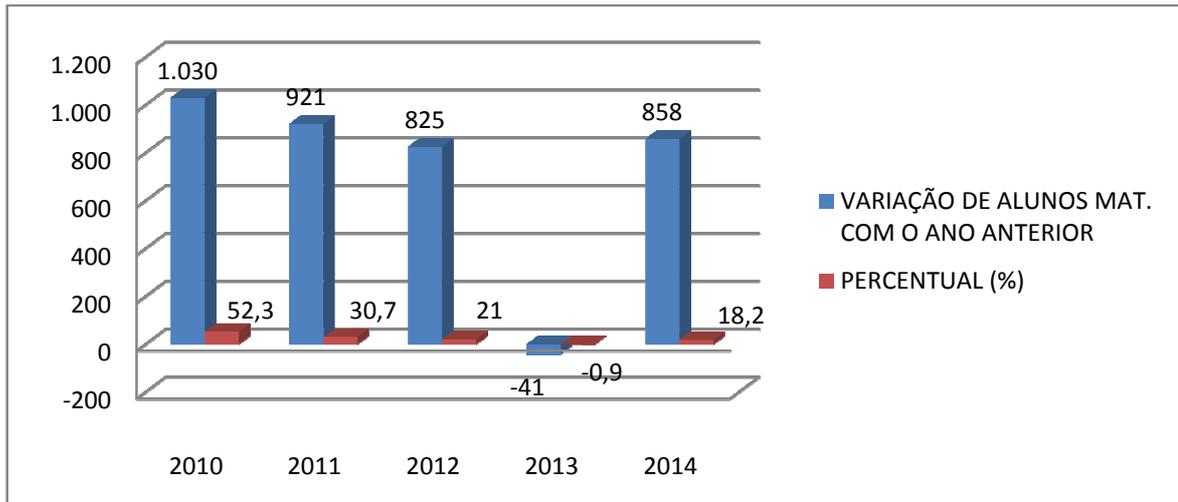


Gráfico 1 – Evolução de alunos no Ensino de Graduação na UFTM de 2010 a 2014 [58-62].

Outro fator importante que justifica o crescimento na maior parte de 2010 a 2014 foi que, no ano de 2009, a UFTM possuía apenas 17 cursos de Ensino de Graduação em funcionamento e contava com o número de 1.971 alunos matriculados. No ano de 2010, os 7 novos cursos de Engenharias Civil, de Alimentos, de Produção, Ambiental, Mecânica, Elétrica e Química foram iniciados, o que trouxe um reflexo para o crescimento de 452 novas vagas anuais.

No ano de 2014, o número de cursos oferecidos passou a ser 25 com a inclusão do Curso de Licenciatura em Educação do Campo com duas áreas de habilitação: Ciências da Natureza e Matemática. Essas turmas foram ofertadas a partir de janeiro de 2015 na unidade da UFTM na cidade de Iturama/MG e não foram contabilizadas nos números de 2014. A relação completa de todos os cursos e programas ofertados pela UFTM de 2010 a 2014 podem ser verificados no Anexo I deste trabalho.

Em relação ao ensino de Pós-Graduação na UFTM, observa-se a partir dos dados da Tabela 1, que houve um aumento médio de 17% entre os anos de 2010 e 2014. Esse fato pode ser explicado pelo aumento do número de cursos nos programas de Mestrados e Doutorado como o Multicêntrico em Química (Mestrado e Doutorado) e o Mestrado Profissional em Letras, sendo ofertados em 2014. No ano de 2010, foi implantado o Curso de Residência Integrada Multiprofissional em Saúde e, em 2011, o Programa de Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica (PMPIT). Os cursos ofertados na UFTM durante o período de 2010 a 2014 também estão dispostos no ANEXO I do presente trabalho.

O crescimento do público administrativo ocorreu, principalmente, devido a expansão da oferta do número de cursos e vagas acadêmicas, de acordo com as metas de crescimento

institucionais, onde novos postos de trabalho foram criados para as vagas concedidas para esse fim. No público administrativo ocorreu um crescimento homogêneo, conforme ilustrado no Gráfico 2. Este público teve um crescimento médio na faixa de 2,4% no período de 2010 a 2014, enquanto o público acadêmico, apresentou um crescimento médio de 21,3% no mesmo período.

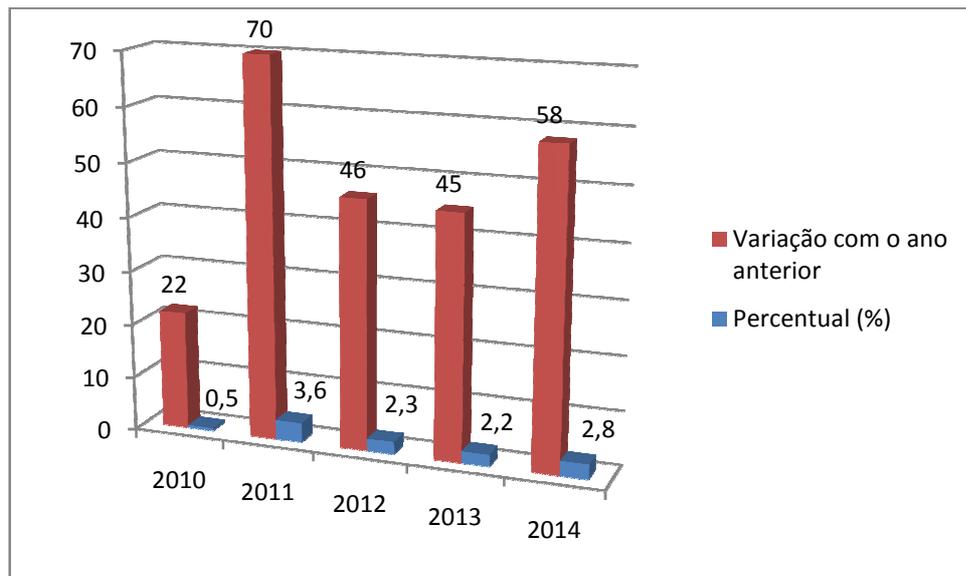


Gráfico 2 – Evolução do público administrativo na UFTM de 2010 a 2014 [58-62].

Com isso, o crescimento de novos usuários, no período de 2010 a 2014, foi de 49,9%. No ano de 2010, houve um crescimento de usuários de 30,3% em relação ao ano de 2009, sendo que em 2014, foi percebido um acréscimo de 18,5% em relação ao ano de 2013. Essa evolução dos usuários potenciais da UFTM de 2010 a 2014 esta ilustrada no Gráfico 3.

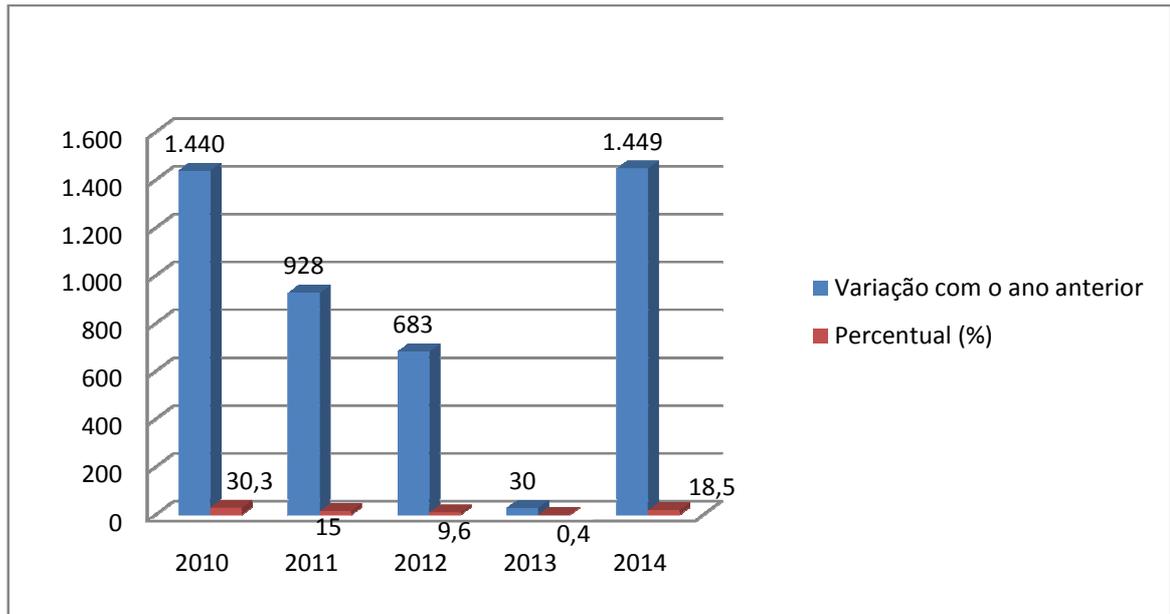


Gráfico 3 – Evolução dos usuários potenciais de computadores da UFTM de 2010 a 2014 [58-62].

A evolução do número de usuários potenciais de computadores da UFTM nesse período foi decorrente da expansão da mesma, onde se baseia no aumento do número de cursos e da oferta de vagas nos diversos níveis de ensino: técnico e profissionalizante, graduação e pós-graduação. Todo este crescimento faz parte do Planejamento Estratégico de funcionamento da UFTM que inclusive está descrito em seu Plano de Desenvolvimento Institucional [64]. As metas e resultados previstos no Plano de Desenvolvimento Institucional são avaliados em cada ano e demonstrados no corrente Relatório de Gestão Institucional. Nesses registros, são informados também sobre o sucesso ou não da execução das metas, assim como, são evidenciadas as razões, as fragilidades e as potencialidades ou os acontecimentos inesperados que de alguma maneira interferiram no processo de execução.

6.2 – A análise sobre os computadores existentes na UFTM

A análise sobre os computadores existentes na UFTM foi realizada considerando-se os computadores dos últimos cinco anos, de 2010 a 2014. O Gráfico 4 mostra as quantidades dos computadores ativos e inativos nesse período.

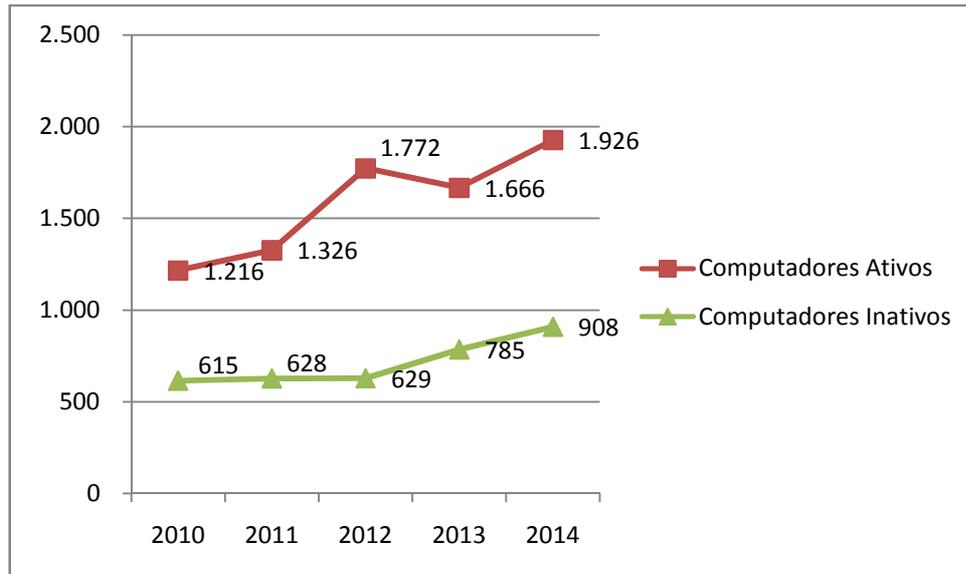


Gráfico 4 – Evolução de computadores desktops na UFTM de 2010 a 2014.

O incremento anual do número de computadores ativos se dá através de processos de aquisição, doação ou transferência. A aquisição é o processo de compra normal e o processo de doação envolve a transferência da posse do equipamento do doador para a UFTM sem custos adicionais. O incremento através do processo de transferência configura-se através da transferência de posse do equipamento do Hospital de Clínicas para a UFTM, tendo em vista que o referido hospital possui controle patrimonial próprio.

Os equipamentos que estavam em situação de comodato, foram inseridos no número de computadores ativos, como também eventualmente, no número de incremento de algum ano para outro. Sendo que equipamentos nesta situação são aqueles originados de outros órgãos e que foram cedidos para uso por tempo indeterminado na UFTM. Os equipamentos nesta situação foram inexpressivos e não representaram nem 0,5% do número de computadores ativos.

A Tabela 4 apresenta as quantidades de unidades decorrentes de movimentação em relação ao ano anterior o que corresponde a diferença do valor acumulado atual subtraindo-se o valor acumulado do ano anterior. Assim, pode-se verificar que na movimentação de computadores ativos houve um crescimento médio de 18,1% nesse período de cinco anos.

Descrição	2010	2011	2012	2013	2014
Movimentação de computadores ativos	421	110	446	-106	260
Movimentação de computadores inativos	161	13	1	156	123

Tabela 4 – Movimentação de computadores em relação ao ano anterior na UFTM de 2010 a 2014.

O tempo de utilização dos computadores existentes na UFTM foi obtido através da tabulação dos dados dos mesmos em planilha Excel, ordenando-os por data de entrada no Sistema Patrimonial e os agrupando em 4 grupos básicos: de 3 anos, de 4 a 6 anos, de 7 a 10 anos e o acima de 10 anos de uso. A data de 31 de dezembro de 2014 foi utilizada para efeito de cálculo como referência de comparação. O detalhamento de tempo de utilização dos computadores existentes pode ser verificado no ANEXO III deste trabalho. O Gráfico 5, apresenta os 4 grupos de computadores ativos apurados no ano de 2014 e agrupados por tempo de utilização.

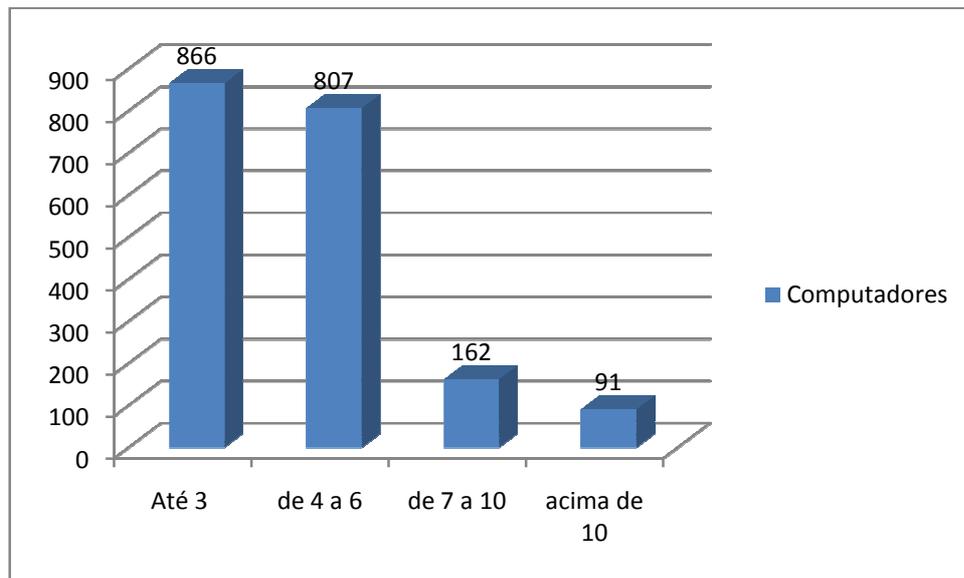


Gráfico 5 – Computadores ativos na UFTM do ano 2014 por tempo de utilização.

Com isso, observa-se que a maioria dos computadores desktops da UFTM são novos e possuem no máximo três anos de uso, o que representa cerca de 45% da quantidade total existente no ano de 2014. Uma visão gerencial sobre os computadores existentes e a verificação de seu tempo de utilização é importante para fomentar o planejamento estratégico

sobre o uso sustentável destes equipamentos, como também, a possibilidade de substituição ou ampliação dos mesmos.

6.3 – A previsão de crescimento do público e de computadores ativos na UFTM

A previsão de crescimento dos usuários potenciais e de computadores ativos baseia-se na escolha do modelo matemático linear aplicando os dados de usuários da UFTM e de computadores ativos, do ano de 2010 a 2014.

Os modelos matemáticos geométrico e logístico também foram testados, mas de acordo com os dados disponíveis para a geração da perspectiva de crescimento, o modelo linear obteve o melhor resultado.

Nesse modelo emprega-se da seguinte relação:

$$P = P0 + kt \quad (\text{rel. 1})$$

Em que,

P representa o número de usuários ou computadores ativos no ano de referência

$P0$ é o número de usuários ou computadores ativos no início

k é o coeficiente do modelo

t é a indicação da quantidade de tempo em anos

A aplicação do referido modelo foi feita em planilha Excel para a digitação dos valores acumulados de usuários potenciais e de computadores ativos de 2010 a 2014. Para a melhor apuração dos resultados utilizou-se a função SOLVER do Excel para que o valor de erro fosse minimizado e dessa maneira produziu a previsão de crescimento para os próximos cinco anos.

As informações de Público de 2010 a 2014 apresentadas no Gráfico 6 foram observadas e as do Modelo Linear são preditas. Com a aplicação dessa previsão estima-se que a UFTM no ano de 2019 possuirá 12.618 usuários potenciais de computadores. Os dados completos dessa previsão estão no Anexo IV.

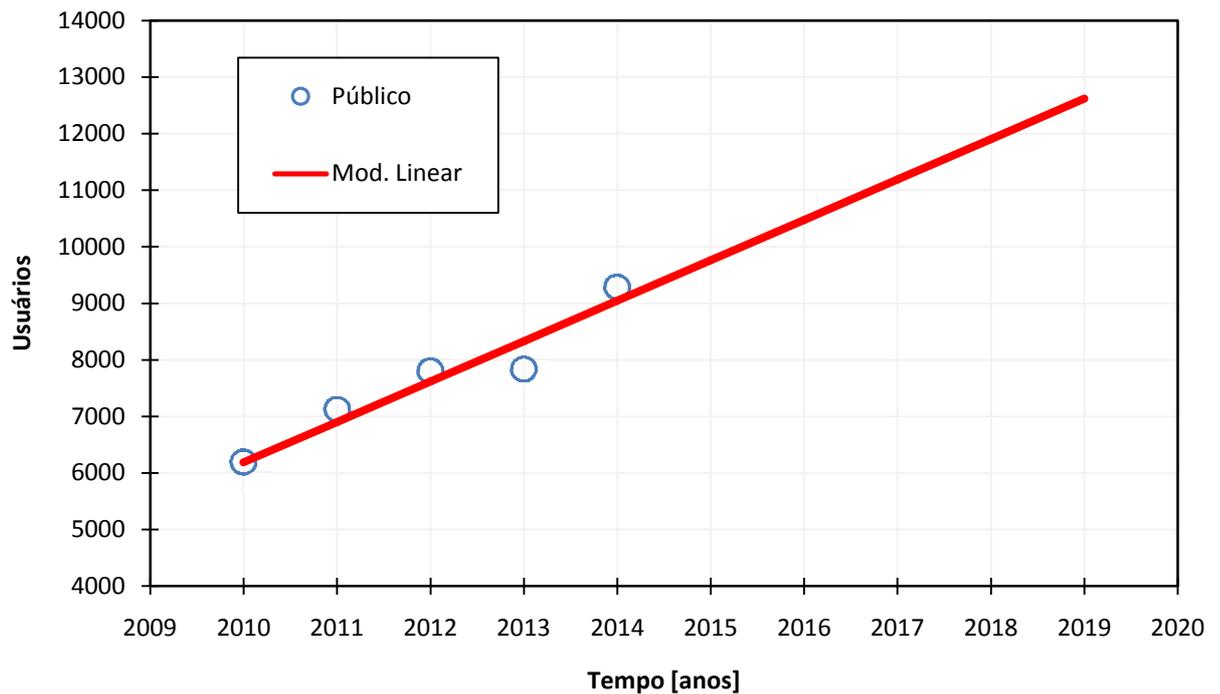


Gráfico 6 – Usuários potenciais de computadores na UFTM de 2010 a 2014 e previsão de 2015 a 2019 [58-62].

Neste cenário, verifica-se a possibilidade de crescimento de usuários potenciais de 109,1% em 10 anos. Um grande desafio será para a UFTM, planejar e executar o atendimento de acesso a computadores desktops e disponibilização de serviços de tecnologia da informação a todos os seus usuários potenciais, sendo que, no ano de 2014, aproxima-se de 9.500, e em 2019 estima-se quase 12.700. Dessa forma, as ferramentas de gestão para prolongar a vida útil do computador tornam-se extremamente necessárias diante deste cenário, onde o número de usuários clientes da UFTM é muito alto e mantém-se em constante crescimento.

A previsão de crescimento dos computadores ativos na UFTM utilizando o modelo matemático Linear pode ser visualizado no Gráfico 7, onde as informações de computadores ativos de 2010 a 2014 foram observadas e as do Modelo Linear são preditas. Com a aplicação desta previsão, estima-se que a UFTM no ano de 2019 possuirá 2.839 computadores ativos e a produção completa dos dados apurados pode ser verificada no Anexo IV. Sendo que, de acordo com essas informações, verifica-se a possibilidade de crescimento de 133,5% do número de computadores ativos em 10 anos na UFTM para o atendimento de um crescimento de 109,1% de usuários potenciais apurados no mesmo período.

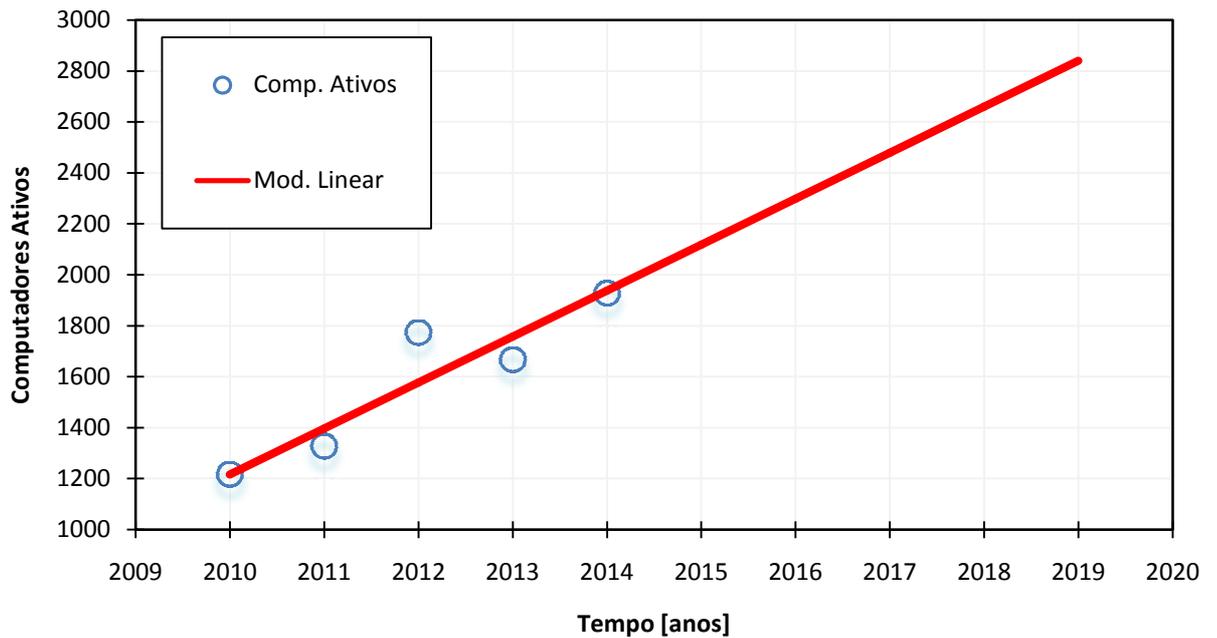


Gráfico 7 – Computadores Ativos na UFTM de 2010 a 2014 e previsão de 2015 a 2019 [58-62].

O coeficiente de correlação de Pearson foi aplicado entre os dados do levantamento de usuários potenciais e computadores ativos, do ano de 2010 a 2014, a fim de se buscar qual é o grau de correlação existente entre estas duas informações e em que direção que ela ocorre, se positiva ou negativa, sendo apurado como resultado aproximado o valor de 0,9. Dessa forma, foi observado que existe uma correlação direta e positiva entre o público potencial e os computadores disponíveis deste período.

A relação de usuários potenciais por computadores ativos, a qual foi produzida a partir das informações apuradas na previsão de crescimento dos mesmos, utilizando o modelo matemático Linear, pode ser verificada no Gráfico 8, onde os dados de usuários por computador de 2010 a 2014 são observadas e as do Modelo Linear são preditas.

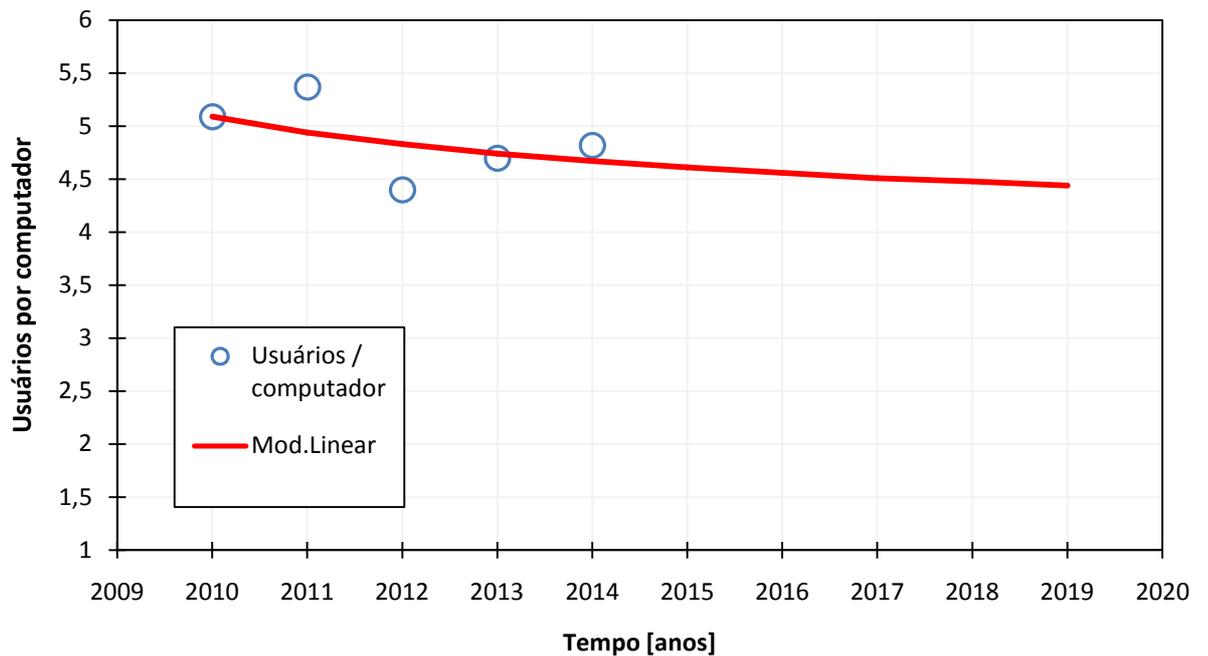


Gráfico 8 – Usuários por computador na UFTM de 2010 a 2014 e previsão de 2015 a 2019 [58-62].

Com as informações da relação usuários por computador de 2010 a 2019, percebe-se que em 2010 a quantidade de usuários por computador apresentava-se maior que 5 e que no final da representação do modelo, este número manteve-se inferior a 4,5. Dessa forma, observa-se um crescimento do número de computadores em relação ao de usuários, indicando que uma quantidade menor de usuários será atendida por cada computador. Este fato, expressa um aumento na qualidade no atendimento das necessidades de acesso ao computador pelo usuário, como também, acesso aos serviços de tecnologia da informação oferecidos pela UFTM.

Para o ajustamento das informações previstas, de forma que possam estar mais próximas dos dados reais, faz-se necessário a realização de novas previsões a cada período de cinco anos.

6.4 – A apresentação e operacionalização do SIGUS

O SIGUS é um software desenvolvido utilizando a linguagem PHP e que usa a infraestrutura de internet para que seja executado, sendo que tem a finalidade de exibir informações de uso e desgaste de equipamentos tecnológicos, que neste nível de inteligência,

abrange o computador de mesa. A execução exige a definição e cadastramento prévio dos parâmetros: tempo estimado de vida útil normal e vida útil estendida, perfil de utilização e porte computacional. O tempo estimado de vida útil normal corresponde ao primeiro período de tempo de utilização do computador, onde o mesmo inicia-se com a sua instalação pela primeira vez, após sair de fábrica, e finaliza-se com o término do tempo de sua duração previsto pela instituição que o utiliza. O tempo estimado de vida útil estendida refere-se ao segundo período de tempo de duração do computador, o que equivale a uma sobrevida do mesmo, o qual passou pelo tempo de vida útil normal ou primeiro tempo de duração. O perfil de utilização trata-se de uma categoria de classificação do computador segundo a uma expectativa de horas de uso diário que o mesmo está associado. O porte computacional diz respeito à categoria de classificação do computador considerando a capacidade de processamento e os recursos tecnológicos associados ao seu hardware.

O usuário ao utilizá-lo faz a escolha das funcionalidades que gostaria de obter como resultado, tais como: verificar as informações de desgaste; alerta de final de vida útil normal e estendida; alerta de manutenção preventiva para computadores que estão dentro do período de vida útil normal, estendida ou pós-estendida.

O início do processo se dá pela escolha do usuário de qual funcionalidade que deseja das mencionadas anteriormente, onde o software para construir o cenário com as referidas informações se baseia na data corrente ou futura, este último, caso o usuário deseje fazer uma simulação onde as informações são tratadas referenciando-se a data futura informada como se fosse o calendário atual posicionado na referida data.

De posse dos resultados, que são apresentados na tela, o usuário poderá decidir em imprimi-los ou não, de acordo com sua necessidade. Esses resultados poderão subsidiar ações como as de manutenções preventivas nos computadores e as de planejamentos estratégicos diversos, que ao serem executados estarão promovendo a ampliação da vida útil do computador, que conseqüentemente, possibilitarão a diminuição da degradação ambiental sejam decorrentes da substituição prematura deste equipamento ou descarte dos resíduos originários do mesmo. A Figura 6 exhibe a tela principal do software SIGUS, que possibilita ao usuário o acesso de todas as suas funcionalidades, logo após, o mesmo ter sido validado por informações de usuário e senha previamente cadastrados.



Figura 6 – Tela Principal do Software SIGUS.

O usuário operacionalizará o SIGUS de acordo com o fluxograma de processos exibido na Figura 5 (pág. 39) e cada processo será identificado com o mesmo nome da imagem, contemplando assim uma abordagem mais específica.

A atribuição de valores aos parâmetros do SIGUS torna-se imprescindível para orientar o software sobre as medidas utilizadas para suas operações. O perfil de utilização indica uma classe de computadores que possui características específicas de uso nominal diário. A categoria porte computacional, expressa a classificação do computador em relação ao seu poder de processamento e disponibilidade de recursos de hardware. Essa informação permite ao gestor saber qual a capacidade técnica de hardware dos computadores pesquisados e planejar a realocação dos mesmos, de acordo com a necessidade. A gestão do uso sustentável através desta categoria se dá pela realocação dos computadores em situações de necessidade de troca ou ampliação do número dos mesmos.

6.4.1 – O início

Esta etapa é o marco inicial da execução do sistema SIGUS e significa que o usuário já realizou o acesso e que está utilizando o referido software. Nela, considera-se que todas as informações de parâmetros estejam definidas e cadastradas, assim como, alimentadas as dos computadores com suas respectivas configurações.

6.4.2 – Alimentação Inicial

Nesta etapa, o usuário alimenta o sistema com as informações para a pesquisa no banco de dados, podendo utilizar dos campos como o número patrimonial do computador, departamento de localização, telefone ou ramal, porte computacional, perfil de utilização ou data de entrada do bem.

A seguir, o usuário informa o valor inicial e final destes campos a serem pesquisados, sendo que a combinação entre os mesmos pode ser feita, porém, quanto maior for o nível de detalhamento da pesquisa, maior será o tempo de processamento para exibição da resposta, além disso, a quantidade de resultados retornados será menor.

6.4.3 – Pesquisa no Banco de Dados

Após a alimentação inicial ser feita pelo usuário, o SIGUS realizará a pesquisa no banco de dados segundo estas informações, as quais são possíveis ou não de ser encontradas. No caso de sucesso, o sistema avança para a etapa de escolha de funcionalidade, caso contrário, informará ao usuário da ineficiência da pesquisa e oferecerá uma nova oportunidade de escolha para o mesmo.

6.4.4 – Escolha de Funcionalidade

Nesta fase, o usuário indica qual operação pretende realizar com o SIGUS e poderá escolher em fazer a verificação de uso dos computadores existentes, optando por visualizar os resultados no monitor de vídeo ou emitir relatórios. Também, poderá escolher em completar dados específicos de computadores, caso estes estejam incompletos, como verificar as mensagens de alertas que indicam os computadores que se enquadram em situação de final de vida útil normal, final de vida útil estendida ou manutenção preventiva.

Caso haja registros sem os dados de categoria de perfil de utilização e porte computacional, necessariamente, torna-se imprescindível a complementação dos mesmos para que o usuário obtenha uma resposta com maior precisão durante a execução do sistema.

6.4.5 – Inserção de Novos Dados

Caso os dados retornados da pesquisa estejam incompletos, o especialista de TI responsável realizará a classificação do computador segundo as definições de parâmetros previamente estabelecidos e preencherá os registros com informações de categoria de porte computacional e perfil de utilização. Esta etapa somente torna-se necessária, caso as referidas informações não estiverem completas.

6.4.6 – Inserção de Data Futura e Utilização de Data Atual

Escolhendo a funcionalidade e a complementação de dados o SIGUS solicitará ao usuário se o mesmo deseja realizar a verificação do estado de uso dos computadores já existentes baseando-se na data corrente ou realizar uma simulação utilizando uma data futura.

Ao realizar uma simulação, o SIGUS solicitará o preenchimento da data futura desejada, senão, adota-se a data corrente automaticamente para a realização do processamento dos dados.

6.4.7 – Processamento de Funcionalidade

O SIGUS realiza o processamento dos dados segundo as escolhas de funcionalidades e dos parâmetros previamente estabelecidos. O processamento utiliza das informações do cadastro inicial do computador, das informações fornecidas pelo usuário nos campos de pesquisa, dos dados complementares alimentados pelo especialista de TI, dos parâmetros previamente estabelecidos e da escolha de realização de simulação ou não, como subsídio para os cálculos.

6.4.8 – Exibição / Impressão de Informações

O resultado processado poderá ser exibido no monitor de vídeo ou impresso em forma de relatórios, segundo as opções selecionadas na fase de Escolha de Funcionalidades. As informações retornadas são as dos computadores filtrados que se encontram nas situações

definidas durante a alimentação dos dados de pesquisa. O sistema exibe além das informações cadastrais as de desgaste dos mesmos.

6.4.9 – Fim

O usuário poderá optar pelo início de um novo ciclo operacional alimentando outras informações para a pesquisa ou decidir em encerrar suas atividades no sistema e esta etapa representará a finalização do uso do sistema.

6.5 – A simulação de funcionamento do SIGUS

A fim de realizar uma simulação de funcionamento do SIGUS, um teste foi proposto para uma coleção contendo de dados de 50 itens de informações fictícias de computadores, sendo distribuída, proporcionalmente, para os computadores existentes em 2014, em função do tempo de utilização e tipo de usuário. Nesta etapa, foi atribuído o conteúdo “acadêmico” e “administrativo” para o parâmetro perfil de utilização e estimaram-se as quantidades de 12 e 8 horas para os usos diários nominais dos computadores, respectivamente para cada perfil. A Tabela 5 exibe a distribuição dos computadores de 2014 por tempo de utilização em função dos itens fictícios já mencionados. As referidas informações de tempo de utilização de computadores exibidas na Tabela 5 foram coletas através de consulta ao banco de dados do Sistema Patrimonial, em conjunto com a Seção de Patrimônio.

Utilização (anos)	Computadores (em 2014)	distrib. de itens	Simulação	
			perfil administrativo	perfil acadêmico
Até 3	866	23	18	5
de 4 a 6	807	21	18	3
de 7 a 10	162	4	4	-
acima de 10	91	2	2	-
Total	1.926	50	42	8

Tabela 5– Computadores de 2014 por tempo de utilização e distribuição de itens para a simulação.

Na categoria de porte computacional utilizou-se dos itens básico, intermediário e avançado, de acordo com as especificações técnicas de hardware produzidas para este fim, como pode ser observado no Quadro 3, uma vez que, para esta simulação de funcionamento, outros componentes integrantes de hardware não foram contemplados nas mesmas.

Porte Computacional	Processador	Memória RAM	Disco Rígido
Básico	Velocidade $\leq 1,8$ Ghz (gigahertz); núcleos ≤ 2	Tamanho ≤ 2 Gb (gigabytes)	Espaço ≤ 500 Gb (gigabytes)
Intermediário	Velocidade $\leq 2,4$ Ghz (gigahertz); núcleos ≤ 2 ; permite virtualização	Tamanho ≤ 4 Gb (gigabytes)	Espaço ≤ 500 Gb (gigabytes)
Avançado	Velocidade $\geq 2,4$ Ghz (gigahertz); núcleos > 2 ; permite virtualização	Tamanho > 4 Gb (gigabytes)	Espaço > 500 Gb (gigabytes)

Quadro 3 – Categorias de porte computacional para a simulação do software.

Em relação aos parâmetros de períodos de vida útil normal e vida útil estendida dos computadores considerou-se cinco anos e oito anos de utilização nominal, o que corresponde a 10.400 e 16.640 horas nominais de uso respectivamente. A escolha de cinco anos baseou-se de informações do período de utilização deste equipamento adotado no Brasil por empresas e pessoas físicas, segundo a literatura. Após este primeiro período de vida útil, inicia-se a vida útil estendida, onde se estabeleceu o limite mínimo em oito anos. Esta sobrevida da utilização do computador se deu pela perspectiva de que o mesmo pode ser aproveitado e manter a produtividade das atividades nele praticadas, sem que haja perdas consideráveis de rendimento, decorrente do desgaste pelo tempo, e dessa forma, evitar o seu descarte prematuro. Os números de horas de uso nominal foram originados através do cálculo resultante da multiplicação de 8 horas diárias de uso por 260 dias úteis por ano e o resultado multiplicado por cinco ou oito anos de uso ao longo da vida útil, respectivamente. A quantidade de 260 para indicar dias úteis por ano é resultante da aplicação do cálculo de 5 dias úteis por semana em uma semana de 7 dias em um ano de 365 dias. Nesta perspectiva, a

quantidade de dias úteis de cada ano civil, os feriados e recessos institucionais não foram contemplados. E dessa forma, estabeleceu-se que os computadores até cinco anos de uso deverão passar por manutenção preventiva por pelo menos uma vez ao ano e após esta utilização, duas vezes ao ano.

As mensagens de alertas emitidas pelo SIGUS são destinadas para as situações de final de vida útil normal, final de vida útil estendida e manutenção preventiva, sendo que para ambas as situações de final de vida útil os alertas são emitidos no prazo de 1 ano, 90, 60 e 30 dias de antecedência da data estimada em questão. Já para a situação de manutenção preventiva os alertas serão emitidos no prazo de 90, 60 e 30 dias de antecedência da data estimada do evento. O Quadro 4 exhibe os 50 itens fictícios utilizados para a realização da simulação de funcionalidade do software.

Nr. Patrimonial	Data de Entrada	Descrição	Perfil	Horas Perfil	Porte	Unidade de Origem	Depto. Destino	Fone ou Ramal	Status
1	05/02/2014	Microcomputador com proc. 2.7Ghz; 4Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Academico	12	AVANÇADO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
2	05/02/2014	Microcomputador com proc. 2.7Ghz; 4Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Academico	12	AVANÇADO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
3	05/02/2014	Microcomputador com proc. 2.7Ghz; 4Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Academico	12	AVANÇADO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
4	05/02/2014	Microcomputador com proc. 2.7Ghz; 4Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Academico	12	AVANÇADO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
5	05/02/2014	Microcomputador com proc. 2.7Ghz; 4Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Academico	12	AVANÇADO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
6	19/09/2010	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 320 GB	Academico	12	INTERMEDIÁRIO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
7	19/09/2010	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 320 GB	Academico	12	INTERMEDIÁRIO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
8	19/09/2010	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 320 GB	Academico	12	INTERMEDIÁRIO	UFTM	DTI	5410	ATIVO
9	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	REITORIA	33316241	ATIVO
10	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	REITORIA	33316241	ATIVO
11	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	REITORIA	33316241	ATIVO
12	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	REITORIA	33316241	ATIVO
13	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	REITORIA	33316241	ATIVO
14	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	REITORIA	33316241	ATIVO
15	10/12/2013	Microcomputador com proc. 2.0Ghz; 2Gb Mem. RAM.; HD 500 GB	Administrativo	8	INTERMEDIÁRIO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
16	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
17	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
18	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
19	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
20	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
21	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
22	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
23	10/10/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICTE	33313000	ATIVO
24	10/01/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICENE	33313149	ATIVO
25	10/01/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICENE	33313149	ATIVO
26	10/01/2012	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 1Gb Mem. RAM.; HD 250 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICENE	33313149	ATIVO
27	10/01/2010	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 160 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICS	5950	ATIVO
28	10/01/2010	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 160 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICS	5950	ATIVO
29	10/01/2010	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 160 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICS	5950	ATIVO

Quadro 4 – Dados fictícios para a simulação do software (continua)

Nr. Patrimonial	Data de Entrada	Descrição	Perfil	Horas Perfil	Porte	Unidade de Origem	Depto. Destino	Fone ou Ramal	Status
30	10/01/2010	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 160 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICS	5950	ATIVO
31	10/01/2010	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 160 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICS	5950	ATIVO
32	10/01/2010	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 160 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	ICS	5950	ATIVO
33	10/01/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	IELACHS	5952	ATIVO
34	10/01/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	IELACHS	5952	ATIVO
35	10/01/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	IELACHS	5952	ATIVO
36	10/01/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	IELACHS	5952	ATIVO
37	10/01/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	IELACHS	5952	ATIVO
38	10/01/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	IELACHS	5952	ATIVO
39	10/11/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	PATRIMONIO	5616	ATIVO
40	10/11/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	PATRIMONIO	5616	ATIVO
41	10/11/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	PATRIMONIO	5616	ATIVO
42	10/11/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	PATRIMONIO	5616	ATIVO
43	10/11/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	PATRIMONIO	5616	ATIVO
44	10/11/2009	Microcomputador com proc. 1.8Ghz; 512Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	UFTM	PATRIMONIO	5616	ATIVO
45	10/04/2007	Microcomputador com proc. 1.6Ghz; 250Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	HC	TRANSPORTE	5637	ATIVO
46	10/04/2007	Microcomputador com proc. 1.6Ghz; 250Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	HC	TRANSPORTE	5637	ATIVO
47	31/12/2004	Microcomputador com proc. 1.0Ghz; 128Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	HC	TRANSPORTE	5637	ATIVO
48	31/12/2004	Microcomputador com proc. 1.0Ghz; 128Mb Mem. RAM.; HD 80 GB	Administrativo	8	BÁSICO	HC	TRANSPORTE	5637	ATIVO
49	10/10/2000	Microcomputador com proc. 950 Mhz; 128Mb Mem. RAM.; HD 40 GB	Administrativo	8	BÁSICO	HC	TRANSPORTE	5637	ATIVO
50	10/10/2000	Microcomputador com proc. 950 Mhz; 128Mb Mem. RAM.; HD 40 GB	Administrativo	8	BÁSICO	HC	TRANSPORTE	5637	ATIVO

Quadro 4 – Dados fictícios para a simulação do software.

6.6 – As análises sobre os resultados obtidos com o Software SIGUS aplicando os dados de simulação

A simulação com os dados fictícios de computadores utilizando o sistema SIGUS fez-se necessária para comparar os resultados apurados com os de outro software e verificar quais foram as variações eventualmente encontradas, assim como, os motivos que levaram às mesmas e as características de cada um durante este processo. Dessa maneira, os dados fictícios dos 50 registros de computadores proporcionalmente distribuídos em relação à quantidade real da UFTM no ano de 2014 serão utilizados simulando uma situação de uso do software para se obter o desgaste em anos e também em horas desta coleção, assim como, a data estimada para o final de vida útil normal e estendida.

Para este processo de comparação dos resultados, utilizou-se do software planilha Excel aplicando dois cenários diferentes construídos para este fim, sendo que o primeiro compôs-se de resultados obtidos através da resolução de equações e padrões de dados adotados neste trabalho e o segundo através de tratamento de dados manualmente acumulados aplicando-se a relação 2 sobre os dados encontrados para a apuração de tempo em anos de desgaste.

$$\left(\frac{\text{qtd. horas apuradas}}{\text{horas do perfil}} \right) * \left(\frac{\text{horas do perfil}}{8} \right) \text{ (rel. 2)}$$

A aplicação da referida relação teve a finalidade de se encontrar a exigência de uso do equipamento em anos com a perspectiva de utilização de oito horas de trabalho por dia útil.

As informações geradas pelo software que foram comparadas nesta abordagem foram o desgaste dos equipamentos, sendo exibido em anos e horas; a data final de vida útil Normal e a data final de vida útil Estendida, utilizando-se a data de 25/11/2015 como referência de tempo. A Tabela 6 apresenta os resultados de desgaste em anos apurados no software SIGUS e também os resultados nos dois cenários do Excel, em que os valores e suas variações, assim como a diferença entre os mesmos podem ser observados.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE DESGASTE DE COMPUTADORES EM ANOS
(Sistema SIGUS x simulação cenários: Calculado e Apurado de planilha Excel)

Dados Fictícios para Testes

Nr. Pat.	Descrição	DATA		Data Entrada	DESGASTE (utilização)						
		REFERÊNCIA			ANOS			Diferenças			
		h			SIGUS	Excel (equação)	Excel (apurado)	(E eq - SIG)	(E ap - SIG)	(%) (E eq - SIG)	(%) (E ap - SIG)
					1	2	3	(2 - 1)	(3 - 1)		
1	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB.	ACADÊMICO	12	05/02/2014	2,70	2,70	2,72	0,00	0,02	0,00	0,74
2	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	2,70	2,70	2,72	0,00	0,02	0,00	0,74
3	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	2,70	2,70	2,72	0,00	0,02	0,00	0,74
4	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	2,70	2,70	2,72	0,00	0,02	0,00	0,74
5	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	2,70	2,70	2,72	0,00	0,02	0,00	0,74
6	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	7,78	7,78	7,81	0,00	0,03	0,00	0,39
7	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	7,78	7,78	7,81	0,00	0,03	0,00	0,39
8	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	7,78	7,78	7,81	0,00	0,03	0,00	0,39
9	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51
10	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51
11	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51
12	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51
13	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51
14	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51
15	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	1,96	1,96	1,97	0,00	0,01	0,00	0,51

Tabela 6 – Comparação de resultados de desgaste em anos dos dados de simulação. (continuação)

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	DESGASTE (utilização)						
					ANOS			Diferenças			
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)	(%) (E eq - SIG)	(%) (E ap - SIG)
16	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
17	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
18	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
19	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
20	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
21	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
22	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
23	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	3,12	3,13	3,14	0,01	0,02	0,32	0,64
24	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	3,88	3,88	3,89	0,00	0,01	0,00	0,26
25	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	3,88	3,88	3,89	0,00	0,01	0,00	0,26
26	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	3,88	3,88	3,89	0,00	0,01	0,00	0,26
27	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	5,88	5,88	5,90	0,00	0,02	0,00	0,34
28	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	5,88	5,88	5,90	0,00	0,02	0,00	0,34
29	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	5,88	5,88	5,90	0,00	0,02	0,00	0,34
30	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	5,88	5,88	5,90	0,00	0,02	0,00	0,34
31	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	5,88	5,88	5,90	0,00	0,02	0,00	0,34
32	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	5,88	5,88	5,90	0,00	0,02	0,00	0,34
33	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	6,88	6,88	6,90	0,00	0,02	0,00	0,29
34	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	6,88	6,88	6,90	0,00	0,02	0,00	0,29

Tabela 6 – Comparação de resultados de desgaste em anos dos dados de simulação. (continuação)

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	DESGASTE (utilização)						
					ANOS			Diferenças			
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)	(%) (E eq - SIG)	(%) (E ap - SIG)
35	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	6,88	6,88	6,90	0,00	0,02	0,00	0,29
36	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	6,88	6,88	6,90	0,00	0,02	0,00	0,29
37	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	6,88	6,88	6,90	0,00	0,02	0,00	0,29
38	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	6,88	6,88	6,90	0,00	0,02	0,00	0,29
39	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	6,04	6,04	6,07	0,00	0,03	0,00	0,50
40	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	6,04	6,04	6,07	0,00	0,03	0,00	0,50
41	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	6,04	6,04	6,07	0,00	0,03	0,00	0,50
42	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	6,04	6,04	6,07	0,00	0,03	0,00	0,50
43	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	6,04	6,04	6,07	0,00	0,03	0,00	0,50
44	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	6,04	6,04	6,07	0,00	0,03	0,00	0,50
45	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	8,63	8,63	8,66	0,00	0,03	0,00	0,35
46	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	8,63	8,63	8,66	0,00	0,03	0,00	0,35
47	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	10,91	10,91	10,94	0,00	0,03	0,00	0,27
48	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	10,91	10,91	10,94	0,00	0,03	0,00	0,27
49	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	15,13	15,13	15,18	0,00	0,05	0,00	0,33
50	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	15,13	15,13	15,18	0,00	0,05	0,00	0,33
Médias										0,05	0,46

Tabela 6– Comparação de resultados de desgaste em anos dos dados de simulação.

De acordo com os resultados apurados da simulação, as informações de anos de desgastes produzidas pelo SIGUS se apresentaram menores em relação às produzidas em ambos os modelos do Excel. Pode-se observar que apesar de as médias das diferenças dos modelos aplicados serem quase imperceptíveis, a diferença do modelo acumulado com os dados produzidos pelo SIGUS foi superior a do modelo utilizando a resolução por equações, sendo 0,46% e 0,05%, respectivamente. Esta variação foi decorrente dos processos dos cálculos realizados pela linguagem PHP, que durante as operações, os números podem sofrer sucessivos arredondamentos, sendo que na maioria das vezes, para baixo, além do fato que para este projeto, ser considerado apenas duas casas decimais como precisão para a realização interna dos cálculos a fim de facilitar o tratamento do referido número. Também, vale ressaltar que a linguagem PHP em operações de diferenças entre duas datas, por exemplo, tratou o resultado obtido como um valor na unidade de segundos, fazendo-se necessário a conversão deste para minutos, horas e dias, a fim de progredir com a resolução das equações produzidas para o tratamento de tempo. As regras de arredondamentos utilizadas pela linguagem PHP, assim como no Excel, baseiam-se no acréscimo de uma unidade de referência para a próxima casa decimal se o número da terceira casa decimal em questão for maior ou igual a cinco, sendo que nos casos diferentes, o arredondamento é feito para baixo. As informações resultantes de desgaste em horas produzidas pelo SIGUS, assim como, suas variações e resultados gerados pelos dois modelos do Excel podem ser verificados na Tabela 7.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE DESGASTE DE COMPUTADORES EM HORAS

(Sistema SIGUS x simulação cenários: Calculado e Apurado de planilha Excel)

Dados Fictícios para Testes

Nr. Pat.	Descrição	DATA REFERÊNCIA		h	Data Entrada	DESGASTE (utilização)					
		HORAS				Diferenças					
		SIGUS	Excel (equação)			Excel (apurado)	(E eq - SIG)	(E ap - SIG)	(%) (E eq - SIG)	(%) (E ap - SIG)	
		1	2			3	(2 - 1)	(3 - 1)			
1	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB.	ACADÊMICO	12	05/02/2014	5624,00	5624,55	5652,00	0,55	28,00	0,01	0,50
2	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	5624,00	5624,55	5652,00	0,55	28,00	0,01	0,50
3	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	5624,00	5624,55	5652,00	0,55	28,00	0,01	0,50
4	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	5624,00	5624,55	5652,00	0,55	28,00	0,01	0,50
5	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	5624,00	5624,55	5652,00	0,55	28,00	0,01	0,50
6	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	16172,00	16181,26	16236,00	9,26	64,00	0,06	0,40
7	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	16172,00	16181,26	16236,00	9,26	64,00	0,06	0,40
8	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	16172,00	16181,26	16236,00	9,26	64,00	0,06	0,40
9	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54
10	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54
11	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54
12	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54
13	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54
14	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54
15	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	4074,00	4074,52	4096,00	0,52	22,00	0,01	0,54

Tabela 7 – Comparação de resultados de desgaste em horas dos dados de simulação (continuação).

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	DESGASTE (utilização)						
					HORAS			Diferenças			
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)	(%) (E eq - SIG)	(%) (E ap - SIG)
16	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
17	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
18	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
19	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
20	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
21	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
22	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
23	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	6496,00	6502,14	6528,00	6,14	32,00	0,09	0,49
24	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	8063,00	8063,56	8096,00	0,56	33,00	0,01	0,41
25	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	8063,00	8063,56	8096,00	0,56	33,00	0,01	0,41
26	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	8063,00	8063,56	8096,00	0,56	33,00	0,01	0,41
27	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	12223,00	12223,56	12264,00	0,56	41,00	0,00	0,34
28	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	12223,00	12223,56	12264,00	0,56	41,00	0,00	0,34
29	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	12223,00	12223,56	12264,00	0,56	41,00	0,00	0,34
30	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	12223,00	12223,56	12264,00	0,56	41,00	0,00	0,34
31	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	12223,00	12223,56	12264,00	0,56	41,00	0,00	0,34
32	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	12223,00	12223,56	12264,00	0,56	41,00	0,00	0,34
33	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	14303,00	14303,56	14344,00	0,56	41,00	0,00	0,29
34	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	14303,00	14303,56	14344,00	0,56	41,00	0,00	0,29

Tabela 7 – Comparação de resultados de desgaste em horas dos dados de simulação (continuação).

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	DESGASTE (utilização)						
					HORAS			Diferenças			
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)	(%) (E eq - SIG)	(%) (E ap - SIG)
35	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	14303,00	14303,56	14344,00	0,56	41,00	0,00	0,29
36	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	14303,00	14303,56	14344,00	0,56	41,00	0,00	0,29
37	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	14303,00	14303,56	14344,00	0,56	41,00	0,00	0,29
38	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	14303,00	14303,56	14344,00	0,56	41,00	0,00	0,29
39	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	12571,00	12571,18	12616,00	0,18	45,00	0,00	0,36
40	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	12571,00	12571,18	12616,00	0,18	45,00	0,00	0,36
41	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	12571,00	12571,18	12616,00	0,18	45,00	0,00	0,36
42	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	12571,00	12571,18	12616,00	0,18	45,00	0,00	0,36
43	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	12571,00	12571,18	12616,00	0,18	45,00	0,00	0,36
44	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	12571,00	12571,18	12616,00	0,18	45,00	0,00	0,36
45	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	17950,00	17956,38	18016,00	6,38	66,00	0,04	0,37
46	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	17950,00	17956,38	18016,00	6,38	66,00	0,04	0,37
47	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	22686,00	22686,25	22752,00	0,25	66,00	0,00	0,29
48	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	22686,00	22686,25	22752,00	0,25	66,00	0,00	0,29
49	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	31479,00	31479,23	31576,00	0,23	97,00	0,00	0,31
50	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	31479,00	31479,23	31576,00	0,23	97,00	0,00	0,31
Médias										0,02	0,41

Tabela 7– Comparação de resultados de desgaste em horas dos dados de simulação.

Os resultados apurados na simulação com as informações de horas de desgastes produzidas pelo SIGUS também se apresentaram menores em relação às produzidas em ambos os modelos do Excel, sendo as médias das diferenças de 0,02% em relação ao modelo utilizando equações e 0,41% ao do com dados manuais. As pequenas diferenças encontradas também foram decorrentes dos arredondamentos sucessivos realizados tanto pela linguagem PHP quanto pelo modelo do Excel que utiliza a resolução de equações para a obtenção dos resultados. Nestes resultados, observou-se que as operações sendo realizadas com números maiores também resultam em diferenças maiores o que pode ser percebido em relação aos resultados obtidos do desgaste em anos. As informações resultantes da estimativa de data final de vida útil Normal produzida pelo SIGUS, assim como suas variações e resultados gerados pelos dois modelos do Excel podem ser verificadas na Tabela 8.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE DE DATA DE FINAL DE VIDA ÚTIL NORMAL

(Sistema SIGUS x simulação planilha Excel)

Dados Fictícios para Testes

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal				
					DATAS			Diferenças	
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)
1	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB.	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2017	05/06/2017	01/06/2017	0	-4
2	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2017	05/06/2017	01/06/2017	0	-4
3	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2017	05/06/2017	01/06/2017	0	-4
4	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2017	05/06/2017	01/06/2017	0	-4
5	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2017	05/06/2017	01/06/2017	0	-4
6	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	17/01/2014	17/01/2014	14/01/2014	0	-3
7	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	17/01/2014	17/01/2014	14/01/2014	0	-3
8	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	17/01/2014	17/01/2014	14/01/2014	0	-3
9	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
10	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
11	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
12	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
13	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
14	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
15	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	09/12/2018	09/12/2018	03/12/2018	0	-6
16	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
17	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6

Tabela 8 – Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal dos dados de simulação (continuação).

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal				
					DATAS			Diferenças	
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)
18	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
19	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
20	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
21	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
22	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
23	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	09/10/2017	09/10/2017	03/10/2017	0	-6
24	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	08/01/2017	08/01/2017	02/01/2017	0	-6
25	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	08/01/2017	08/01/2017	02/01/2017	0	-6
26	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	08/01/2017	08/01/2017	02/01/2017	0	-6
27	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	09/01/2015	09/01/2015	02/01/2015	0	-7
28	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	09/01/2015	09/01/2015	02/01/2015	0	-7
29	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	09/01/2015	09/01/2015	02/01/2015	0	-7
30	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	09/01/2015	09/01/2015	02/01/2015	0	-7
31	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	09/01/2015	09/01/2015	02/01/2015	0	-7
32	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	09/01/2015	09/01/2015	02/01/2015	0	-7
33	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	09/01/2014	09/01/2014	03/01/2014	0	-6
34	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	09/01/2014	09/01/2014	03/01/2014	0	-6
35	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	09/01/2014	09/01/2014	03/01/2014	0	-6
36	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	09/01/2014	09/01/2014	03/01/2014	0	-6

Tabela 8 – Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal dos dados de simulação (continuação).

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal				
					DATAS			Diferenças	
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)
37	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	09/01/2014	09/01/2014	03/01/2014	0	-6
38	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	09/01/2014	09/01/2014	03/01/2014	0	-6
39	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	09/11/2014	09/11/2014	03/11/2014	0	-6
40	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	09/11/2014	09/11/2014	03/11/2014	0	-6
41	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	09/11/2014	09/11/2014	03/11/2014	0	-6
42	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	09/11/2014	09/11/2014	03/11/2014	0	-6
43	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	09/11/2014	09/11/2014	03/11/2014	0	-6
44	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	09/11/2014	09/11/2014	03/11/2014	0	-6
45	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	08/04/2012	08/04/2012	02/04/2012	0	-6
46	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	08/04/2012	08/04/2012	02/04/2012	0	-6
47	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	30/12/2009	30/12/2009	24/12/2009	0	-6
48	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	30/12/2009	30/12/2009	24/12/2009	0	-6
49	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	09/10/2005	09/10/2005	03/10/2005	0	-6
50	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	09/10/2005	09/10/2005	03/10/2005	0	-6
Médias								0	-6

Tabela 8– Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Normal dos dados de simulação.

De acordo com os resultados apurados de previsão de data de final de vida útil Normal, que neste trabalho essa estimativa foi definida para cinco anos ou 10.400 h de uso, as datas produzidas pelo SIGUS apresentaram-se iguais às obtidas através do modelo Calculado do Excel e maiores que as do modelo Apurado, com uma média de seis dias de diferença. Essas diferenças de datas foram resultantes da composição da equação para os cálculos utilizados tanto no SIGUS, quanto no modelo calculado do Excel, a qual necessita da contabilização dos dias de sábados e domingos, os quais foram necessários para a realização dos mesmos, sendo considerados para a exibição dos resultados, mesmo que não tenham efetivamente uma representação de fato na contagem, principalmente, quando as datas produzidas pelo SIGUS ou no modelo Calculado, finalizam-se em um final de semana. Estes resultados se apresentam como que a data de previsão de final de vida útil, nesta amostragem de 50 itens fictícios, tivesse ultrapassado em média de 6 dias ou 48 horas de uso, da quantidade limite de 10.400 h, sendo que, caso a data de final de vida útil produzida pelo SIGUS coincidissem com um sábado, essa diferença poderia ser reduzida em 2 dias ou 16 horas de uso. Dessa forma, mesmo com essa diferença superior em relação à data limite de fato do final de vida útil, a diferença de 48 h representa uma variação de 0,46% em relação ao total do período estimado em 10.400 h, sendo um percentual muito pequeno.

Na Tabela 9, os resultados da previsão da data final de vida útil Estendida produzidos pelo SIGUS, assim como, pelos modelos Calculado e Apurado do Excel são exibidos, onde é possível verificar suas variações e particularidades.

COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE DATA DE FINAL DE VIDA ÚTIL ESTENDIDA

(Sistema SIGUS x simulação planilha Excel)

Dados Fictícios para Testes

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida				
					DATAS			Diferenças	
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)
1	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB.	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2019	05/06/2019	30/05/2019	0	-6
2	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2019	05/06/2019	30/05/2019	0	-6
3	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2019	05/06/2019	30/05/2019	0	-6
4	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2019	05/06/2019	30/05/2019	0	-6
5	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.7GHZ; 4GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ACADÊMICO	12	05/02/2014	05/06/2019	05/06/2019	30/05/2019	0	-6
6	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	17/01/2016	17/01/2016	12/01/2016	0	-5
7	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	17/01/2016	17/01/2016	12/01/2016	0	-5
8	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 320 GB	ACADÊMICO	12	19/09/2010	17/01/2016	17/01/2016	12/01/2016	0	-5
9	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9
10	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9
11	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9
12	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9
13	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9
14	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9
15	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 2.0GHZ; 2GB MEM. RAM.; HD 500 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/12/2013	08/12/2021	08/12/2021	29/11/2021	0	-9

Tabela 9 – Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida dos dados de simulação (continuação).

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida				
					DATAS			Diferenças	
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)
16	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
17	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
18	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
19	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
20	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
21	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
22	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
23	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2012	08/10/2020	08/10/2020	29/09/2020	0	-9
24	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	08/01/2020	08/01/2020	30/12/2019	0	-9
25	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	08/01/2020	08/01/2020	30/12/2019	0	-9
26	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 1GB MEM. RAM.; HD 250 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2012	08/01/2020	08/01/2020	30/12/2019	0	-9
27	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	08/01/2018	08/01/2018	29/12/2017	0	-10
28	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	08/01/2018	08/01/2018	29/12/2017	0	-10
29	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	08/01/2018	08/01/2018	29/12/2017	0	-10
30	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	08/01/2018	08/01/2018	29/12/2017	0	-10
31	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	08/01/2018	08/01/2018	29/12/2017	0	-10
32	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 160 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2010	08/01/2018	08/01/2018	29/12/2017	0	-10
33	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	08/01/2017	08/01/2017	30/12/2016	0	-9
34	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	08/01/2017	08/01/2017	30/12/2016	0	-9

Tabela 9 – Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida dos dados de simulação (continuação).

Nr. Pat.	Descrição	Perfil	h	Data Entrada	Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida				
					DATAS			Diferenças	
					SIGUS 1	Excel (equação) 2	Excel (apurado) 3	(E eq - SIG) (2 - 1)	(E ap - SIG) (3 - 1)
35	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	08/01/2017	08/01/2017	30/12/2016	0	-9
36	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	08/01/2017	08/01/2017	30/12/2016	0	-9
37	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	08/01/2017	08/01/2017	30/12/2016	0	-9
38	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/01/2009	08/01/2017	08/01/2017	30/12/2016	0	-9
39	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	08/11/2017	08/11/2017	30/10/2017	0	-9
40	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	08/11/2017	08/11/2017	30/10/2017	0	-9
41	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	08/11/2017	08/11/2017	30/10/2017	0	-9
42	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	08/11/2017	08/11/2017	30/10/2017	0	-9
43	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	08/11/2017	08/11/2017	30/10/2017	0	-9
44	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.8GHZ; 512MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/11/2009	08/11/2017	08/11/2017	30/10/2017	0	-9
45	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	08/04/2015	08/04/2015	30/03/2015	0	-9
46	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.6GHZ; 250MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/04/2007	08/04/2015	08/04/2015	30/03/2015	0	-9
47	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	29/12/2012	29/12/2012	20/12/2012	0	-9
48	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 1.0GHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 80 GB	ADMINISTRATIVO	8	31/12/2004	29/12/2012	29/12/2012	20/12/2012	0	-9
49	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	08/10/2008	08/10/2008	29/09/2008	0	-9
50	MICROCOMPUTADOR COM PROC. 950 MHZ; 128MB MEM. RAM.; HD 40 GB	ADMINISTRATIVO	8	10/10/2000	08/10/2008	08/10/2008	29/09/2008	0	-9
Médias								0	-9

Tabela 9– Comparação de resultados de Previsão de Data de Final de Vida Útil Estendida dos dados de simulação

Nas análises de previsão de data final de vida útil Estendida apurados pelo SIGUS e em ambos os modelos do Excel os resultados foram semelhantes aos apurados de previsão de data de final de vida útil Normal, uma vez que, os produzidos pelo SIGUS e modelo Calculado do Excel encontram-se idênticos e o modelo Apurado, com uma pequena diferença menor em relação aos dois anteriores. O período de vida útil Estendida, neste trabalho, foi definido em oito anos ou 16.640 horas de uso, sendo que as datas previstas geradas pelo SIGUS, utilizando-se os 50 itens de dados fictícios, apresentam-se com uma média de 9 dias ou 72 horas de uso maior que a data que de fato completaria esse limite. Esta variação é decorrente dos mesmos motivos descritos anteriormente. Neste cenário, as 72 horas representam cerca de 0,43% do total de horas do período de 16.640, o que pode-se observar uma variação de menos de 1% dos valores de data produzidos pelo software em relação ao apurado como de fato.

Com esta perspectiva da ocorrência de uma variação muito pequena das informações produzidas em relação com as reais apuradas, onde existe a heterogeneidade de datas de entrada e perfil de uso, evidencia-se que o Software SIGUS supre a necessidade de fornecer informações específicas de desgaste e previsão de data de final de vida útil Normal como vida útil Estendida deste grupo de equipamentos tecnológicos.

6.7 – As análises sobre os resultados com a implantação do software SIGUS na UFTM

Utilizando-se como referências os dados de computadores de 2014, espera-se como resultado da implantação do referido software na UFTM a gestão do uso sustentável de 1.409 (73,2%) computadores dentro da fase de vida útil normal, 369 (19,2%) computadores dentro da fase de vida útil estendida e 148 (7,7%) computadores que estão após a fase de vida útil estendida.

De posse das informações geradas pelo sistema, a gestão do uso sustentável dos equipamentos se dará através de ações de manutenção preventiva, redistribuição de equipamentos, planejamento de compras de equipamentos novos e peças, como também o planejamento para o final de vida útil estendida dos mesmos.

A manutenção preventiva poderá ser realizada a partir da emissão de informações do SIGUS onde ocorrerá uma vez ao ano para os computadores que estão dentro do período de

cinco anos de uso (fase de vida útil normal) e duas vezes ao ano a partir de cinco anos de uso, onde o computador tendo até oito anos estará dentro da fase de vida útil estendida e os demais na pós-estendida. Nela envolve a verificação e ajuste de funcionamento de seu hardware e software instalados. Nesta ação, está contemplada a limpeza física externa e interna do equipamento, assim como a verificação visual de seus componentes. A manutenção do software é realizada com a verificação de aplicativos instalados e se os mesmos estão dentro dos padrões da UFTM. Envolve ainda, a atualização e verificação de software antivírus, a eliminação de arquivos temporários, a verificação de normalidade durante o carregamento dos aplicativos instalados, como também, os do sistema operacional. Caso seja necessário, algum software poderá ser reinstalado e algum componente de hardware poderá ser substituído.

A manutenção corretiva é aquela destinada a resolver um problema já existente, que pode ser originado pelo hardware ou software. No caso de hardware, o componente defeituoso é identificado e substituído. E quando o problema é relativo ao software, o mesmo é identificado e resolvido através de ações da utilização de softwares de manutenção. Em alguns casos, é necessário fazer a reinstalação dos softwares de maneira parcial ou total.

A redistribuição de equipamentos está relacionada com a troca de um grupo de computadores por outro de maior poder computacional ou com menor tempo de desgaste. Sendo que para esta ação implica no aceite da mesma pelos departamentos de origem e de destino. Normalmente, ações como esta são sustentadas pela chegada de computadores novos substituindo outros do departamento de origem, que neste caso, seriam remanejados para outros departamentos de destino e criando um efeito cascata.

O planejamento de compras de novos equipamentos e peças envolve a disposição de recursos orçamentários e financeiros, além de todo o processo de compras relativo. E nesta ação, pode-se levar em consideração que 369 computadores estão na fase de vida útil estendida, os quais 38 já possuem 8 anos de uso, além dos 148 que já passaram desta fase.

Considerando-se esta situação, estima-se que seja necessária a reposição de 186 computadores. Adotando-se o custo médio de um computador em valores atuais, como R\$3.000,00 (três mil reais), a compra destes representaria um investimento na ordem de R\$558.000,00 (quinhentos e cinquenta e oito mil reais).

É evidente que quanto maior o tempo de sobrevida dado ao computador, melhor será o seu aproveitamento na UFTM, como também menor será o impacto causado por este no meio ambiente oriundo do seu descarte. Entretanto, este equipamento após oito anos de utilização já

não mais atende todas as necessidades do usuário, além de ser necessária a constante substituição de componentes de seu hardware.

O planejamento de compra de componentes poderá levar como referência, principalmente, a quantidade de computadores que atingiram ou ultrapassaram os oito anos de utilização, que no caso de 2014, é 186 computadores. Considerando-se apenas 1% (um por cento) deste número como referência de quantidade, pode-se estimar a compra dos componentes mais utilizados na composição de 18 unidades. Os componentes mais substituídos em manutenção corretiva são fonte de energia, disco rígido, placa-mãe, memória RAM e processador. Sendo que para a substituição de placa-mãe, normalmente, faz-se necessário a substituição também de processador e memória RAM para que sejam compatíveis com a mesma. Caso o processador e memória RAM da placa-mãe defeituosa sejam compatíveis com a que será instalada, os mesmos poderão ser aproveitados. Também, em caso de substituição de um dos outros dois componentes, todos deverão ser compatíveis e harmônicos entre si.

Outra ação a ser planejada é o destino para o equipamento que está em final de vida útil que poderá ser, além do prolongamento de sua utilização ultrapassando oito anos, o descarte deste resíduo de maneira sustentável. Nesta situação, estima-se que 148 computadores se encontram com mais de 8 anos de utilização, que adotando-se o peso médio de um computador em medidas atuais, como 22kg, o descarte destes corresponderia a um montante de 3.256kg de REEE. Como alternativas de destino, a UFTM poderá utilizar estes materiais em seus projetos de pesquisas, como até criar sua própria cadeia de descarte e reciclagem de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos ou realizar doações de computadores ainda em funcionamento para outras instituições ou o resíduo para a reciclagem.

O referido software (SIGUS) tem a missão e abrangência de fornecer informações do uso dos computadores desktops da UFTM e não dispara nenhuma ordenação de ações automaticamente e não realiza outras operações senão aquelas já descritas neste trabalho.

As ações a serem realizadas a partir das informações geradas pelo SIGUS devem ser encampadas e subsidiadas pela alta administração, a fim de que possa efetivamente obter os resultados esperados. Outras funcionalidades poderão ser incluídas neste sistema de acordo com a necessidade apresentada e, ainda, como produto de trabalhos futuros.

7. CONCLUSÕES

O software desenvolvido para subsidiar a promoção da gestão do uso sustentável de equipamentos tecnológicos, que neste nível de inteligência contemplando o computador de mesa, é uma ferramenta importante que poderá ser utilizada pela UFTM para o controle efetivo do uso de seus computadores de maneira a incrementar a sustentabilidade e contribuir para minimizar a degradação ambiental, através do prolongamento da vida útil do mesmo no decorrer de suas atividades operacionais.

A simulação do software SIGUS utilizando os 50 itens de dados fictícios, apresentou pequenas variações de desgaste em anos, sendo 0,05% em relação ao modelo Calculado do Excel e 0,46% em relação ao modelo Apurado. O desgaste em horas produzido pelo SIGUS da mesma coleção de itens apresentou a variação de 0,02% e 0,41% em relação ao modelo Calculado e Apurado do Excel, respectivamente. As datas previstas geradas pelo SIGUS de final de vida útil normal apresentaram pequena variação em relação ao modelo Apurado do Excel em 0,46%, sendo que não houve diferença dos resultados com os produzidos pelo modelo Calculado do Excel. Para a previsão de final de vida útil Estendida, o resultado gerado pelo SIGUS apresentou a diferença de 0,43% em relação ao produzido pelo modelo Apurado do Excel, sendo que o mesmo permaneceu igual ao do modelo Calculado. Com esses resultados, em que as variações não ultrapassaram 1% em relação aos dos modelos de comparação, o software SIGUS poderá atender satisfatoriamente o fornecimento de informações de desgaste e de datas previstas para o final de vida útil normal como também estendida, da coleção de equipamentos tecnológicos nele cadastrada.

Com a definição e utilização de parâmetros de tempo de vida útil normal e vida útil estendida, perfil de utilização e porte computacional, necessários ao funcionamento do software, pode-se co-relacionar essas informações com as dos computadores e obter visões sobre cenários de desgastes dos mesmos, na data corrente ou futura, subsidiando com estas informações, ações como o agendamento para a realização de manutenções preventivas, de acordo com o período de vida útil que o computador se encontrar. A utilização dos parâmetros de definição de período de vida útil normal em cinco anos e de vida útil estendida em oito anos propicia o prolongamento do tempo de utilização do computador em no mínimo 60% de sua primeira estimativa de utilização.

Como resultado da implantação do software, a UFTM poderá promover o planejamento estratégico da gestão do uso sustentável de seus computadores, proporcionado

por manutenções preventivas periódicas programadas, pelo planejamento antecipado da reposição e/ou ampliação de sua coleção através da realização de compras sustentáveis, como também, pelo planejamento do descarte sustentável dos resíduos eletrônicos originados destes equipamentos quando inservíveis, que poderão fazer parte de projetos de pesquisas da própria universidade como objeto de estudo, ou como doação para outras entidades ou cadeias de reciclagens.

A abrangência do software aqui proposto poderá se estender a outros equipamentos tecnológicos na UFTM, que também terão a gestão de seus usos de maneira mais racional e sustentável.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A continuidade deste projeto vislumbra a possibilidade de criação de módulo de cadastramento e tratamento de informações de substâncias químicas associadas aos componentes do computador, de modo, a ser mensurado e qualificado quais as substâncias que estão presentes naqueles computadores que estão sendo descartados no momento da disposição final, ao final de sua vida útil, quando estes estiverem inservíveis. Estas informações poderão subsidiar pesquisas com uma maior precisão sobre a quantidade e a qualidade destas substâncias, as quais poderão ser reutilizadas em processos de reciclagem ou encaminhadas para processos de descartes racionais de equipamentos.

Também, como continuidade, a possibilidade de criação de módulo de cadastramento e tratamento de informações de consumo energético destes computadores, sendo que estas informações poderão subsidiar tanto as pesquisas relacionadas ao consumo energético como o planejamento logístico, orçamentário e financeiro para a manutenção destes equipamentos em determinados cenários de tempo, local de instalação e disponibilidade financeira.

Considera-se igualmente importante, a divulgação e a defesa pela cultura e realização de estudos de ACV no meio acadêmico, principalmente, para poder comparar os resultados obtidos por outras pesquisas publicadas, assim como, validar, otimizar e propor melhorias tanto em processos, produtos ou serviços consumidos ou não, pela própria universidade, como também, legitimar a busca por produtos sustentáveis, e que menos agridam o meio ambiente através de alguma fase de seu ciclo de vida.

9. REFERÊNCIAS

- [1] CHEHEBE, J. R. B. **Análise do Ciclo de Vida de Produtos - Ferramenta Gerencial da ISO 14000**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualimark, v. 1, 2002. 120 p.
- [2] BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future**. The World Commission on Environment and Development. Baerum, p. 300. 1987.
- [3] IBICT, INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida**. IBICT. Brasília, p. 33. 2014.
- [4] ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040:2009 Versão Corrigida: 2014 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, p. 21. 2009.
- [5] ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14044:2009 Versão Corrigida: 2014 - Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações**. Rio de Janeiro, p. 46. 2009.
- [6] RODRIGUES, C. R. B. et al. **Sistemas computacionais de apoio a ferramenta análise de ciclo de vida do produto (ACV)**. In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, p. 15. 2008.
- [7] LEITE, P. R.; LAVEZ, N.; SOUZA, V. M. **Fatores da logística reversa que influem no reaproveitamento do "Lixo Eletrônico" - um estudo no setor de informática**. Universidade Presbiteriana Mackenzie. [S.l.], p. 16. 2009.
- [8] SILVA, J. R. N. D. **Lixo eletrônico: um estudo de responsabilidade ambiental no contexto no Instituto de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM Campus Manaus Centro**. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Bauru, p. 9. 2010.
- [9] MATTOS, K. M. D. C.; MATTOS, K. M. D. C.; PERALES, W. J. S. **Os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico e o uso da logística reversa para minimizar os efeitos causados ao meio ambiente**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, p. 11. 2008.
- [10] SANTOS, C. A. F. D.; SILVA, T. N. D. S. **Descompasso entre a Consciência Ambiental e a Atitude no Ato de Descartar Lixo Eletrônico: A Perspectiva do Usuário Residencial e de uma Empresa Coletora**. XXXV Encontro da ANPAD - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração. Rio de Janeiro, p. 17. 2011.
- [11] EQUIPE ECYLE. **Conheça todos os componentes tóxicos presentes nos aparelhos eletrônicos e os riscos que eles trazem à saúde. eCycle Sua pegada mais leve**, 2015. Disponível em:

- <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/1830-conheca-todos-os-componentes-toxicos-presentes-nos-aparelhos-eletronicos.html>>. Acesso em: 06 novembro 2015.
- [12] MOREIRA, D. Lixo eletrônico tem substâncias perigosas para a saúde humana. **PCWorld Seu Consultor para a Tecnologia Digital**, 2007. Disponível em: <<http://pcworld.com.br/noticias/2007/04/26/idgnoticia.2007-04-26.9497838518/>>. Acesso em: 06 novembro 2015.
- [13] ANDRADE, R. T. G. D.; FONSECA, C. S. M.; MATTOS, K. M. D. C. **Geração e destino dos resíduos eletrônicos de informática nas faculdades e universidades de Natal-RN**. In: XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições e meio ambiente. São Carlos, p. 13. 2010.
- [14] TANSKANEN, K. Management and recycling of electronic waste. **Acta Materialia**, Espoo, Finland, 61, February 2013. 1001-1011.
- [15] ZANETTI, M. A. **Avaliação do ciclo de vida dos computadores e o prolongamento da vida útil como alternativa ambiental**. Universidade Positivo. Curitiba, p. 225. 2010.
- [16] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Plano de Logística Sustentável**. Uberaba. 2015.
- [17] IBICT, INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA. IBICT. **ONTOLOGIA. O que é Ciclo de Vida**, 01 julho 2015. Disponível em: <http://ontologia.ibict.br/acv/search?f1-conceito=_01%C2%A0-%C2%A0Atividade_:Ciclo%C2%A0de%C2%A0Vida>. Acesso em: 01 julho 2015.
- [18] CIRAIG - CENTRE INTERUNIVERSITAIRE DE RECHERCHESURLECYCLE DE VIEESPRODUITS ET SERVICES. CIRAIG, 14 Julho 2015. Disponível em: <<http://www.ciraig.org>>. Acesso em: 14 Julho 2015.
- [19] DUAN, H. et al. Life cycle assessment study of a Chinese desktop. **ScienceDirect**, Switzerland, 12th december 2008. 1755-1764.
- [20] SEO, E. S. M.; KULAY, L. A. Avaliação do ciclo de vida: Ferramenta para tomada de decisão. **Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 1, 2006.
- [21] HIKWAMA, B. P. **Life Cycle Assessment of a Personal Computer**. University of Southern Queensland. [S.l.], p. 148. 2005.
- [22] EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Anuário estatístico de energia elétrica 2013**. EPE - Empresa de Pesquisa Energética - Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 253. 2013.

- [23] U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION (EIA). Statistics - IEA Energy Atlas. **International Energy Agency (iea)**, 2015. Disponível em: <<http://energyatlas.iea.org/?subject=-1118783123>>. Acesso em: 01 Novembro 2015.
- [24] EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional (BEN) 2013: Ano base 2012**. EPE - Empresa de Pesquisa Energética - Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, p. 288. 2013.
- [25] BEIRIZ, F. A. S. **Gestão ecológica de resíduos eletrônicos - proposta de modelo conceitual de gestão**. Universidade Federal Fluminense. Niteroi, p. 129. 2005.
- [26] LEE, C.-H. et al. An overview of recycling and treatment of scrap computers. **Journal of Hazardous Materials**, Taiwan, 25 September 2004. 9.
- [27] PRÉ CONSULTANTS. SimaPro | World's Leading LCA Software. **Putting the metrics behind sustainability**, 2015. Disponível em: <<https://www.pre-sustainability.com/simapro>>. Acesso em: 06 Dezembro 2015.
- [28] ECOINVENT CENTRE. The ecoinvent Database. **EcoInvent Centre**, 2015. Disponível em: <<http://www.ecoinvent.org/database/database.html>>. Acesso em: 06 Dezembro 2015.
- [29] LUZ, L. M. D. **Proposta de modelo para avaliar a contribuição dos indicadores obtidos na análise do ciclo de vida sobre a geração de inovação na indústria**. Universidde Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, p. 165. 2011.
- [30] FRISCHKNECHT, R. **Life cycle inventory modelling in the Swiss national**. Enviroinfo 2001: Sustainability in the Information Society. Marburg, p. 10. 2001.
- [31] GOEDKOOP, MARK; SPRIENSMA, RENILDE. **The Eco-indicator 99 A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment**. PRé Consultants B.V. Amersfoort, p. 142. 2000.
- [32] COSTA, K. A. **A utilização da avaliação do ciclo de vida no processo de tomada de decisão em sustentabilidade na indústria da construção no subsector de edificações**. Universidade Federal Fluminense. Niteroi-RJ, p. 217. 2012.
- [33] SOUZA, M. A. P. D. et al. Destinação final de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos e uso da análise SWOT na logística reversa - Um estudo teórico. **Revista Eletrônica de Educação da Faculdade Araguaia**, Goiânia, v. 5, n. 5, p. 130-149, Abril 2014. ISSN 2236-8779.
- [34] AHLUWALIA, P. K.; NEMA, A. K. A life cycle based multi-objective optimization model for the management of computer waste. **ScienceDirect Resources Conservation & Recycling**, New Delhi, 15 February 2007. 792-826.

- [35] RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Depreciação de Bens do Ativo Imobilizado. **Receita Federal do Brasil**, 2015. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/pessoajuridica/dipj/2003/pergresp2003/pr460a473.htm>>. Acesso em: 01 setembro 2015.
- [36] SANDBORN, P. Software Obsolescence - complicating the part and technology obsolescence management problem. **IEEE Trans on Components and Packaging Technologies**, 30, December 2007. 886-888.
- [37] MCC, MICROELECTRONICS AND COMPUTER TECHNOLOGY CORPORATION. **Electronics Industry Environmental Roadmap**. MCC. Austin. 2007.
- [38] EQUIPE DA DIVISÃO DE TOXICOLOGIA, GENOTOXICIDADE E MICROBIOLOGIA AMBIENTAL. Informações toxicológicas. **CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**, 2015. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/servicos/informacoes-toxicologicas/>>. Acesso em: 06 novembro 2015.
- [39] BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Brasília-DF, p. s.n. 2010.
- [40] ZOCHE, L. **Identificação das limitações da ACV sob a ótica de pesquisas acadêmicas**. UTFPR. Ponta Grossa, p. 108. 2014.
- [41] TRIERWEILLER, A. C. et al. Gestão ambiental: levantamento da produção científica brasileira em periódicos de Engenharia de Produção. **Production**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 435-450, Junho 2014. ISSN 0103-6513.
- [42] IIZUKA, E. S.; PEÇANHA, R. S. ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA SOBRE SUSTENTABILIDADE ENTRE 2008 E 2011. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, v. 3, n. 1, Abril 2014. ISSN 2316-9834.
- [43] LIMA, Â. M. F.; KIPERSTOK, A. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): Panorama Mundial e Perspectivas Brasileiras. **TECLIM - Rede de Tecnologias Limpas**, 2015. Disponível em: <http://www.teclim.ufba.br/site/material_online/publicacoes/pub_art28.pdf>. Acesso em: 06 Out 2015.
- [44] PHP. O que é PHP? **PHP Site Oficial**, 2015. Disponível em: <https://secure.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php>. Acesso em: 24 agosto 2015.
- [45] MÜLLER, N. Introdução ao Guia do PHP. **Oficina da Net**, 2015. Disponível em: <<https://www.oficinadanet.com.br/post/9399-introducao-ao-guia-do-php>>. Acesso em: 22 Setembro 2015.
- [46] MELO, A. A. D.; NASCIMENTO, M. G. F. **PHP Profissional**. São Paulo: Novatec, 2007.

- [47] GUTMANS, A.; BAKKEN, S. S.; RETHANS, D. **PHP 5 Power Programming**. Indianapolis: Prentice Hall Professional Technical Reference, 2004.
- [48] PONTO E VÍRGULA. O que é Linguagem HTML. **Ponto e Vírgula**, 2015. Disponível em: <<http://pontoevirgula.biz/o-que-e-a-linguagem-html/>>. Acesso em: 22 Setembro 2015.
- [49] CHAVES, A. M.; SILVA, G. D. **Proposta de uma arquitetura de software e funcionalidades para implementação de um ambiente integrado de desenvolvimento para a Linguagem PHP**. Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí. Bambuí, p. 5. 2008.
- [50] BRYS, L. M. Cálculos Geodésicos - Aplicações on-line. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Inst. de Geociências**, 2005. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/engcart/Teste/inicial.html>>. Acesso em: 24 Setembro 2015.
- [51] ORACLE CORPORATION. O que é o MySQL? **MySQL**, 2015. Disponível em: <<https://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=https://www.mysql.com/&prev=search>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- [52] OFICINA DA NET. MySQL - o que é? **Oficina da Net**, 2015. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/artigo/2227/mysql_-_o_que_e>. Acesso em: 23 Setembro 2015.
- [53] ALESSANDRE FERREIRA LEITE. Frameworks e Padrões de Projeto. **DevMedia**, 2006. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/frameworks-e-padroes-de-projeto/1111>>. Acesso em: 23 Setembro 2015.
- [54] GASPAROTTO, H. M. Os 4 pilares da Programação Orientada a Objetos. **DevMedia**, 2015. Disponível em: <<http://www.devmedia.com.br/os-4-pilares-da-programacao-orientada-a-objetos/9264>>. Acesso em: 23 Setembro 2015.
- [55] INOVA SOFTWARES E TECNOLOGIA. Produtos - iGestão. **Inova Softwares e Tecnologia**, 2015. Disponível em: <<http://www.mundoinova.com.br/site/produtos.php>>. Acesso em: 23 Setembro 2015.
- [56] VERTRIGO. Página Inicial - Informação do Projeto. **VertrigoServ - PHP, Apache, MySQL Servidor Web Gratuito**, 2015. Disponível em: <<http://vertrigo.sourceforge.net/?lang=pt>>. Acesso em: 17 set 2015.
- [57] NERY, L. Tutorial - Instalando o Vertrigo Serv. **Pensando e aprendendo sobre software**, 2010. Disponível em: <<https://therootnewbie.wordpress.com/2010/08/17/tutorial-instalando-o-vertrigo-serv/#more-126>>. Acesso em: 23 Setembro 2015.
- [58] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Relatório de Gestão do Exercício de**

2010. UFTM. Uberaba-MG, p. 152. 2011.
- [59] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Relatório de Gestão do exercício de 2011**. UFTM. Uberaba, p. 123. 2012.
- [60] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Relatório de Gestão do exercício de 2012**. UFTM. Uberaba, p. 180. 2013.
- [61] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Relatório de Gestão do exercício de 2013**. UFTM. Uberaba, p. 180. 2014.
- [62] UFTM, UNIVERSIDADE DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Relatório de Gestão do exercício de 2014**. UFTM. Uberaba, p. 158. 2015.
- [63] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. Catálogo de Oferta de Cursos - Gestão 2014 a 2018. UFTM, 29 agosto 2015. Disponível em: <http://www.uftm.edu.br/upload/institucional/Catalogo_UFTM_2015.pdf>. Acesso em: 29 agosto 2015.
- [64] UFTM, UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO. **Plano de Desenvolvimento Institucional - Ciclo 2012-2016**. UFTM. Uberaba, p. 54. 2012.
- [65] MICROSOFT OFFICE. Excel 2016 - Obtenha agora com a assinatura do Office 365. **Microsoft Office**, 2015. Disponível em: <<https://products.office.com/pt-br/excel>>. Acesso em: 24 Setembro 2015.
- [66] FGV, FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Compras sustentáveis & grandes eventos: a avaliação do ciclo de vida como ferramenta para decisões de consumo**. FGV, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, p. 136. 2015.
- [67] MENDES, N. C. **Métodos e modelos de caracterização para a Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: análise e subsídios para a aplicação no Brasil**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 147. 2013.
- [68] LIMA, Â. M. F. **Avaliação do ciclo de vida no Brasil - Inserção e perspectivas**. Dissertação de Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo. Salvador, p. 116. 2007.
- [69] FERREIRA, S. R. L. **O pensamento do ciclo de vida como suporte à gestão dos resíduos sólidos da construção e demolição: exemplo no Distrito Federal e estudos de casos de sucessos no Brasil e no exterior**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Sustentável, UnB. Brasília, p. 192. 2009.

- [70] MACHADO, C. G.; CAVENAGHI, V. **A relevância do uso da avaliação do ciclo de vida para a manufatura sustentável: análise e tendências.** In: XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A Engenharia de Produção e o desenvolvimento sustentável: integrando tecnologia e gestão. Salvador, p. 11. 2009.
- [71] NUNES, I. R. **A avaliação do ciclo de vida como ferramenta para a educação ambiental: o uso da redução do desperdício e o do aumento da produtividade como indicadores.** Dissertação de Mestrado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear – Matriais. São Paulo, p. 277. 2009.
- [72] BAUER, P. E. **Metodologia e procedimentos para a consideração ambiental no projeto de processos químicos.** Tese de Doutorado em Engenharia Química - Área de Concentração: Desenvolvimento de Processos Químicos. Campinas, p. 309. 2003.
- [73] ENCICLO. Guia Básico de Análise do Ciclo de Vida (ACV). **ENCICLO**, 2015. Disponível em: <<http://conteudo.enciclo.com.br/guia-basico-de-analise-do-ciclo-de-vida-acv>>. Acesso em: 29 junho 2015.
- [74] POSTGRESQL. O que é PostgreSQL? **PostgreSQL Site Oficial**, 2015. Disponível em: <<http://www.postgresql.org/docs/9.3/static/intro-what-is.html>>. Acesso em: 24 agosto 2015.
- [75] NIEDERAUER, J. **PHP para quem conhece PHP.** 3ª. ed. São Paulo: Novatec, 2008.

10. ANEXO I – Cursos ofertados na UFTM

Cursos	2010	2011	2012	2013	2014
<i>Ensino Técnico e Profissional</i>					
1 Técnico em Análises Clínicas	X	X	X	X	X
2 Técnico em Enfermagem	X	X	X	X	X
3 Técnico em Enfermagem – Frutal			X	X	
4 Técnico em Farmácia	X	X	X	X	X
5 PROEJA Farmácia				X	X
6 Técnico em Informática	X	X	X	X	X
7 Técnico em Nutrição e Dietética	X	X		X	
8 Técnico em Radiologia	X	X	X	X	X
9 Técnico em Saúde Bucal	X	X	X	X	X
10 Técnico em Segurança do Trabalho	X	X	X	X	X
11 Técnico em Segurança do Trabalho – Delta					X
12 PROEJA FIC	X	X			
13 Auxiliar em Paleontologia – FIC	X				
14 FIC – Agente Comunitário de Saúde		X			X
15 FIC – Informática			X		
16 FIC – Agente Mobilização Social em Saúde			X		
17 Cursinho de Educação Popular			X		
<i>Ensino de Graduação</i>					
1 Biomedicina	X	X	X	X	X
2 Ciências Biológicas	X	X	X	X	X
3 Educação Física	X	X	X	X	X
4 Enfermagem	X	X	X	X	X
5 Engenharia Ambiental	X	X	X	X	X
6 Engenharia Civil	X	X	X	X	X
7 Engenharia de Alimentos	X	X	X	X	X
8 Engenharia de Produção	X	X	X	X	X
9 Engenharia Elétrica	X	X	X	X	X
10 Engenharia Mecânica	X	X	X	X	X
11 Engenharia Química	X	X	X	X	X
12 Física	X	X	X	X	X
13 Fisioterapia	X	X	X	X	X
14 Geografia	X	X	X	X	X
15 História	X	X	X	X	X
16 Letras Português - Espanhol	X	X	X	X	X
17 Letras Português – Inglês	X	X	X	X	X

Cursos		2010	2011	2012	2013	2014
18	Licenciatura em Educação do Campo *início em 2015					
19	Matemática	X	X	X	X	X
20	Medicina	X	X	X	X	X
21	Nutrição	X	X	X	X	X
22	Psicologia	X	X	X	X	X
23	Química	X	X	X	X	X
24	Serviço Social	X	X	X	X	X
25	Terapia Ocupacional	X	X	X	X	X
<i>Ensino de Pós-Graduação</i>						
Cursos de Especialização (lato sensu)						
1	Atenção Básica em Saúde da Família			X	X	X
2	Crítica Literária e Ensino de Literatura	X	X	X		
3	Docência na Educação Superior	X	X	X		
4	Geomática com ênfase em Georreferenciamento				X	X
5	Programa de Residência Médica					
	Anestesiologia	X	X	X	X	X
	Cardiologia			X	X	X
	Cirurgia do Aparelho Digestivo	X	X	X	X	X
	Cirurgia do Trauma (R3 - opcional)			X		
	Cirurgia Geral	X	X	X	X	X
	Cirurgia Plástica	X	X	X	X	X
	Clínica Médica	X	X	X	X	X
	Coloproctologia	X	X	X	X	X
	Demartologia					X
	Endocrinologia	X	X	X	X	X
	Endocrinologia Pediátrica (R3 - opcional)	X	X	X		X
	Gastroenterologia	X			X	X
	Hematologia e Hemoterapia	X	X	X	X	X
	Hematologia e Hemoterapia Pediátrica (R3 - opcional)					X
	Infectologia	X	X	X	X	X
	Mastologia	X	X	X	X	X
	Medicina de Família e Comunidade		X	X	X	X
	Medicina Fetal (R4 - opcional)	X	X	X	X	X
	Medicina Intensiva Pediátrica (R3 - opcional)	X	X	X	X	X
	Medicina Intensiva Pediátrica (R4 - opcional)			X	X	X
	Neurologia	X	X	X	X	X
	Obstetrícia e Ginecologia	X	X	X	X	X
	Oftalmologia	X	X	X	X	X
	Ortopedia e Traumatologia	X	X	X	X	X
	Patologia	X	X	X	X	X
	Pediatria	X	X	X	X	X
	Radiologia e Diagnóstico por Imagem	X	X	X	X	X

Cursos		2010	2011	2012	2013	2014
	Reumatologia	x	x	x	x	x
	Urologia	x	x	x	x	x
6	Programa de Residência Integrada Multiprofissional em Saúde – RIMS					
	Saúde do Adulto	x	x	x	x	x
	Saúde da Criança e do Adolescente	x	x	x	x	x
	Saúde do Idoso	x	x	x	x	x
Programas de Mestrado (stricto sensu)						
1	Atenção à Saúde	x	x	x	x	x
2	Ciências da Saúde	x	x	x	x	x
3	Ciências Fisiológicas	x	x	x	x	x
4	Educação				x	x
5	Educação Física		x	x	x	x
6	Medicina Tropical e Infectologia	x	x	x	x	x
7	Mestrado Profissional em Inovação Tecnológica		x	x	x	x
8	Mestrado Profissional em Letras					x
9	Mestrado Profissional em Rede Nacional em Matemática		x	x	x	x
10	Multicêntrico em Química					x
Programas de Doutorado (stricto sensu)						
1	Atenção à Saúde da Família				x	x
2	Ciências da Saúde	x	x	x	x	x
3	Medicina Tropical e Infectologia	x	x	x	x	x
4	Multicêntrico em Química					x

Quadro 5 – Cursos ofertados na UFTM por ano de 2010 a 2014 [57-61].

11. ANEXO II– Computadores para uso acadêmico na UFTM

Unidade de localização	Quantidade Laboratórios	Total Computadores
Unidade Shopping Urbano Salomão Rua Vigário Silva, 695 38022-190 - Uberaba-MG	2	35
DTI - Depto. de Tecnologia da Informação Rua do Carmo, 143 38025-000 - Uberaba-MG	1	19
Centro Educacional – CE Av. Getulio Guaritá, 159 38025-440 - Uberaba-MG	1	30
Biblioteca Central da UFTM Av Frei Paulino, 30 38025-180 - Uberaba-MG	3	24
Unidade ICENE Av. Dr. Randolpho Borges Júnior, 1400. Campus Univerdecidade - Unidade II 38064-200 - Uberaba-MG	8	188
Unidade ICTE Av. Dr. Randolpho Borges Júnior, 1250. Campus Univerdecidade - Unidade I 38064-200 - Uberaba-MG	1	23
TOTAL	16	319

Quadro 6 – Computadores para utilização acadêmica na UFTM – adaptado de [63].

12. ANEXO III– Computadores ativos da UFTM agrupados por tempo de utilização

Anos de uso	Quantidade Computadores	Acumulado	Faixas de uso
1	373		
2	80		
3	413	866	até 3 anos
4	132		
5	411		
6	264	807	de 4 a 6 anos
7	67		
8	38		
9	38		
10	19	162	de 7 a 10 anos
11	7		
12	20		
13	17		
14	3		
15	11		
17	10		
18	2		
19	9		
20	4		
21	2		
22	3		
23	2		
25	1	91	maior que 10 anos
Total	1926		

Tabela 10 – Computadores ativos por tempo de utilização referência ano 2014.

13. ANEXO IV– Dados apurados dos modelos matemáticos para previsão de crescimento.

Ano	Público	t	Mod. Linear	KI	M.M.Q.
2010	6188	0	6188	714,4333	0
2011	7116	1	6902,4		45610,7
2012	7799	2	7616,8		33172,5
2013	7829	3	8331,3		252305,3
2014	9278	4	9045,7		53947,8
2015		5	9760,1	Soma	385036
2016		6	10474,6		
2017		7	11189		
2018		8	11903,4		
2019		9	12617,9		

Tabela 11 – Usuários apurados com o modelo matemático Linear.

Legenda da Tabela 11:

<i>P</i>	Ano
<i>P0</i>	6188
<i>t</i>	indicação de quantidade de tempo
<i>KI</i>	coeficiente do modelo linear
M.M.Q	métodos mínimos quadrados

Ano	Comp. Ativos	t	Mod. Linear	KI	M.M.Q.
2010	1216	0	1216	180,4	0
2011	1326	1	1396,3		4956,1
2012	1772	2	1576,7		38103
2013	1666	3	1757,1		8317,4
2014	1926	4	1937,5		134,5
2015		5	2117,9	Soma	51511,2
2016		6	2298,3		
2017		7	2478,7		
2018		8	2659,1		
2019		9	2839,5		

Tabela 12 – Computadores Ativos apurados com o modelo matemático Linear.

Legenda da Tabela 12:

- P Ano
 P_0 1216
 t indicação de quantidade de tempo
 KI coeficiente do modelo linear
M.M.Q métodos mínimos quadrados