

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**“DIRETIVAS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE
EM SOLUÇÕES COMPUTACIONAIS”**

ALUNO: Newton Antonio Galindo Junior
ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a Vânia Paula de Almeida Neris

São Carlos
Março/2018

CAIXA POSTAL 676
FONE/FAX: (16) 3351-8233
13565-905 - SÃO CARLOS - SP
BRASIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**DIRETIVAS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE
EM SOLUÇÕES COMPUTACIONAIS**

Newton Antonio Galindo Junior

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vânia Paula De Almeida Neris

São Carlos - SP
Março/2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DIRETIVAS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SOLUÇÕES COMPUTACIONAIS

Newton Antonio Galindo Junior

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Interação Humano-Computador.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vânia Paula De Almeida Neris

São Carlos - SP
Março/2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DIRETIVAS PARA A AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM SOLUÇÕES COMPUTACIONAIS

Newton Antonio Galindo Junior

Dissertação apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração: Interação Humano-Computador.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vânia Paula De Almeida Neris

Aprovado em 16 de Março de 2018

Membros da Banca:

Prof.^a Dr.^a Vânia Paula de Almeida Neris
(Orientadora - DC - UFSCar)

Prof.^a Dr.^a Rosângela Delloso Penteado
(DC - UFSCar)

Prof.^o Dr. Roberto Pereira
(DInf - UFPR)

São Carlos - SP
Março/2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Relatório de Defesa de Dissertação Candidato: Newton Antonio Galindo Junior

Aos 16/03/2018, às 08:00, realizou-se na Universidade Federal de São Carlos, nas formas e termos do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, a defesa de dissertação de mestrado sob o título: Diretivas para a avaliação da sustentabilidade em soluções computacionais, apresentada pelo candidato Newton Antonio Galindo Junior. Ao final dos trabalhos, a banca examinadora reuniu-se em sessão reservada para o julgamento, tendo os membros chegado ao seguinte resultado:

Participantes da Banca

Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris
Profa. Dra. Rosângela Aparecida Delloso Penteado
Prof. Dr. Roberto Pereira

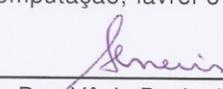
Função	Instituição
Presidente	UFSCar
Titular	UFSCar
Titular	UFPR

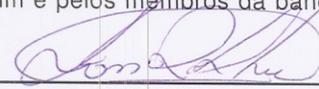
Resultado	Resultado Final
Aprovado	Aprovado
Aprovado	Aprovado
Aprovado	Aprovado

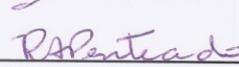
Parecer da Comissão Julgadora*:

O tema é atual e relevante. O candidato demonstrou segurança e propriedade durante a apresentação oral e arguição. A banca apresentou sugestões que serão consideradas pelo candidato na versão final do texto.

Encerrada a sessão reservada, o presidente informou ao público presente o resultado. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada e, para constar, eu, Ivan Rogério da Silva, representante do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, lavrei o presente relatório, assinado por mim e pelos membros da banca examinadora.


Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris


Representante do PPG: Ivan Rogério da Silva


Profa. Dra. Rosângela Aparecida Delloso Penteado


Prof. Dr. Roberto Pereira

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Roberto Pereira e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.


Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris

() Não houve alteração no título da dissertação () Houve. O novo título passa a ser:

Observações:

- a) Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.
b) Para gozar dos direitos do título de Mestre ou Doutor em Ciência da Computação, o candidato ainda precisa ter sua dissertação ou tese homologada pelo Conselho de Pós-Graduação da UFSCar.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

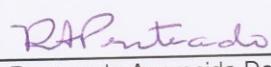
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Newton Antonio Galindo Junior, realizada em 16/03/2018:



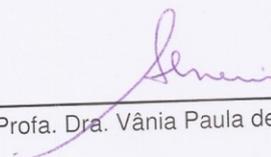
Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris
UFSCar



Profa. Dra. Rosângela Aparecida Delosso Penteadó
UFSCar

Prof. Dr. Roberto Pereira
UFPR

Certifico que a defesa realizou-se com a participação à distância do(s) membro(s) Roberto Pereira e, depois das arguições e deliberações realizadas, o(s) participante(s) à distância está(ão) de acordo com o conteúdo do parecer da banca examinadora redigido neste relatório de defesa.



Profa. Dra. Vânia Paula de Almeida Neris

Ào sonho de uma sociedade com maior consciência, e ação, sustentáveis, combatendo as degradações ambientais, sociais e econômicas.

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me concedido o privilégio de chegar até aqui, dando-me forças para superar todos os percalços, e capacitando-me com essa experiência.

À minha saudosa mãe, Joana de Oliveira Galindo, que, com sabedoria e diligência, guiou meus passos, dando conselhos e estímulos valiosíssimos, que carrego no fundo do peito e da alma.

À minha irmã, Gislene de Oliveira Galindo, pedaço de minha mãe, por seus inúmeros conselhos e instigações.

Ao meu cunhado, Robson de Carvalho Silva, que sempre esteve a postos para me ajudar nas idas e vindas de São Carlos. Transportando, inclusive, os meus outros estimados familiares.

À minha esposa, Léia Ferreira Moura Galindo, que suportou minhas ausências, deu-me carinho, e estímulo para essa jornada.

À Prof^a. Dr^a. Vânia Paula De Almeida Neris, minha estimada orientadora. Por todo o aprendizado que me ofereceu, todo o seu cuidado, e amparo, na condução dessa pesquisa, para que juntos, chegássemos até esse momento.

À Prof^a. Dr^a. Rosângela Aparecida pelos conselhos, e por orientações no rumo da pesquisa.

Ao Prof. Dr. Delano Medeiros Beder pelos oportunos questionamentos para um melhor sentido na pesquisa.

À Prof^a. Dr^a. Sandra Abib pelo inestimável apoio durante minha graduação.

Aos meus empregadores, pela concessão de tempo para que eu pudesse cursar o mestrado. Compreendendo, assim, o quão importante é essa etapa para a minha formação profissional.

A Renata Rodrigues Oliveira e Juliano Lanssarini pelos trabalhos em conjunto em torno de sustentabilidade, conhecimento importantíssimo, que está contido nesse trabalho.

Aos membros do LIFeS, que apoiaram, quando necessário, aos passos para desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos professores, e pesquisadores, Dr^a. Kamila Rios da Hora Rodrigues e Dr. Luciano de Oliveira Neris, pelas valiosíssimas contribuições ao resultado do trabalho.

Agradeço a toda comunidade IHC, pela oportunidade de condução dessa pesquisa, com valiosos comentários e sugestões.

RESUMO

Ao longo da história da humanidade o consumo de recursos naturais tem aumentado de maneira acelerada. O grande salto acontece no momento em que estamos inseridos, a Terceira Revolução Industrial ou Revolução da Informação - hoje destacada pelos *gadgets* – de toda a ordem, como smartphones, *smartwatches*, *tablets*, entre outros. Há uma produção contínua de hardware e software, com impactos diretos no ambiente, na economia e sociedade, o que caracteriza o tripé da sustentabilidade.

De acordo com a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente, Sustentabilidade e Desenvolvimento, a sustentabilidade é definida como “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades” (Amsel et al., 2011). Nas soluções computacionais, os impactos dos processos e métodos utilizados para projetar, implantar e mantê-las, tendo em vista as questões de sustentabilidade, não são usualmente mensurados pelas práticas comuns de desenvolvimento.

Visto essa problemática, implicando em carência da preocupação com a sustentabilidade em soluções computacionais, é necessário considerar as questões desse âmbito, buscando soluções de direcionamento como sugere o primeiro grande desafio para a área de Interação Humano-Computador no Brasil (GrandIHCB) - “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade” (Neris et al., 2012).

A partir desse cenário, busca-se, com esta pesquisa, fornecer diretrizes que ajudem a equipe envolvida no projeto, a avaliar aspectos de sustentabilidade em soluções computacionais.

O trabalho partiu de um levantamento da literatura e uma consulta à comunidade de computação no Brasil que permitiram perceber o estado da arte e o conhecimento tácito no tema. A literatura também apoiou a escolha de um modelo de referência que foi instanciado com a participação de 5 analistas de sistemas e 3 pesquisadores em computação. Desse trabalho foram formalizadas 21 diretrizes. As diretrizes então foram apresentadas a um profissional da indústria e a um professor universitário em computação para apreciação. Os resultados sugerem que as diretrizes levantadas podem ser consideradas fatores norteadores de sustentabilidade para o design de soluções computacionais.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Solução, Computação, Hardware, Software.

ABSTRACT

Throughout human history the consumption of natural resources has increased rapidly. The great leap happens at the moment we are inserted, the Third Industrial Revolution or Information Revolution - now highlighted by gadgets - of all order, such as smartphones, smartwatches, tablets, among others. There is continuous production of hardware and software, with direct impacts on the environment, economy and society, which characterizes the tripod of sustainability.

According to the World Commission on Environment, Sustainability and Development, sustainability is defined as "meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs" (Amsel et al., 2011). In computational solutions, the impacts of the processes and methods used to design, deploy, and maintain them for sustainability issues are not usually measured by common development practices.

Considering this problem, implying a lack of concern for sustainability in computational solutions, it is necessary to consider the issues of this scope, seeking direction solutions as suggested by the first great challenge for the Human-Computer Interaction area in Brazil (GrandIHCB) - "Future , Smart Cities and Sustainability" (Neris et al., 2012).

From this scenario, this research seeks to provide guidelines that help the team involved in the project to evaluate aspects of sustainability in computational solutions.

The work started from a survey of the literature and a consultation to the computer community in Brazil that allowed to perceive the state of the art and the tacit knowledge in the subject. The literature also supported the choice of a reference model that was instantiated with the participation of 5 systems analysts and 3 researchers in computing. 21 directives were formalized. The directives were then presented to an industry professional and a university professor in computing for appreciation. The results suggest that the proposed policies can be considered as guiding factors for the design of computational solutions.

Keywords: Sustainability, Solution, Computational, Hardware, Software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Inter-relacionamento entre as dimensões de sustentabilidade do negócio (TAN , 2009)	21
Figura 2 - A Estrutura do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)	28
Figura 3 - A Dimensão Ambiental do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)	29
Figura 4 - A Dimensão Social do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)	30
Figura 5 - A Dimensão Econômica do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)	30
Figura 6 - Diagrama de Afinidades	38
Figura 7 - Diagrama de Afinidades Detalhado	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Formação dos Respondentes da Área de Computação - adaptado de Oliveira (2016)	33
Gráfico 2 - Distribuição de Perfis do Público Alvo	42
Gráfico 3 - Distribuição das Perguntas por Dimensão	42
Gráfico 4 - Distribuição de Perfis dos Respondentes	43
Gráfico 5 - Cobertura de Respostas por Dimensão	44
Gráfico 6 - 25% Das Questões com Mais Respostas	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas para Desenvolver Sistemas de Medição de Sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011)	25
Tabela 2 - Conceitos de Sustentabilidade das Iniciativas Analisadas (Delai e Takahashi, 2011)	27
Tabela 3 - Dados Consolidados do Diagrama de Afinidades	40
Tabela 4 - Primeiro Filtro para Coleta de Diretivas (25% das questões com mais respostas, e sugestões)	46
Tabela 5 - Diretivas Identificadas	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CSD - Iniciativa sustentável para desenvolvimento que atende as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades (Delai e Takahashi, 2011).

CMM - *Capability Maturity Model* ou Modelo de Maturidade em Capacitação.

CMMi - *Capability Maturity Model - Integration* ou Modelo de Maturidade em Capacitação - Integração.

Dashboard Barometer - Iniciativa sustentável para balanceamento entre bem-estar humano e bem-estar do ecossistema (Delai e Takahashi, 2011).

DJSI - Iniciativa sustentável para criar valor acionário de longo prazo, abrindo oportunidades e gerenciando riscos decorrentes de desenvolvimentos econômicos, ambientais e sociais (Delai e Takahashi, 2011).

E-LIXO - Lixo eletrônico.

Ethos - Iniciativa sustentável em que a responsabilidade social corporativa (CSR) é encontrar uma maneira de gerenciar ao mesmo tempo em que aborda a competitividade, a sustentabilidade e os requisitos da sociedade (Delai e Takahashi, 2011).

LIFeS - Laboratório de Interação Flexível e Sustentável - Departamento de Computação - Universidade Federal de São Carlos.

GRI - Iniciativa sustentável para equilibrar as relações complexas entre as necessidades econômicas, ambientais e sociais atuais de uma maneira que não compromete as necessidades futuras - triplicar linha de fundo (Delai e Takahashi, 2011).

IChemE - Iniciativa sustentável contemplando resultado triplo: responsabilidade ambiental, retorno econômico (criação de riqueza) e desenvolvimento social (Delai e Takahashi, 2011).

ICSE - *International Conference on Software Engineering*.

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development* ou Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU - Organização das Nações Unidas

R&D - Research and Development ou Pesquisa e Desenvolvimento.

SMS - Sistema de mensuração da sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011).

TBL Index - Iniciativa sustentável para o equilíbrio entre crescimento financeiro, melhoria ecológica e equidade ética – tripé da sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011).

TI - Tecnologia da Informação

VPL - Valor presente líquido.

SUMÁRIO

Capítulo 1 Introdução	16
1.1. Contexto e Motivação	16
1.2. Objetivos	17
1.3. Passos para a escolha e verificação de viabilidade das diretivas	18
1.4. Síntese de resultados	19
1.5. Organização do Trabalho	19
Capítulo 2 Síntese do Levantamento Bibliográfico	21
Capítulo 3 Proposição das diretivas para a avaliação	32
Capítulo 4 Apreciação por profissionais de computação do conjunto de diretivas proposto	59
Capítulo 5 Conclusão	66
Referências Bibliográficas	68
Anexos	70

Capítulo 1

Introdução

1.1.Contexto e Motivação

Sustentabilidade pode ser definida como o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades” (*World Commission on Environment and Development Our Common Future*, 1987), e deve levar em consideração a economia, sociedade e o meio ambiente como áreas interdependentes em vez de áreas independentes. O conceito de sustentabilidade leva à reflexão de que é possível minimizar o impacto ambiental e ao mesmo tempo permitir o crescimento econômico e social (Albertao et al., 2010).

A questão da sustentabilidade permeia não só a computação, como demais áreas da sociedade, tendo impactos nos mesmos âmbitos tratados nessa proposta de estudo. Questões de combustíveis fósseis, que abordam a disponibilidade e emissão de gás carbônico (CO²), têm sido tema corrente de debates entre as nações desenvolvidas e emergentes. Encontros das Nações Unidas para tratar esse tema têm ocorrido cada vez com maior frequência, desde a ECO-92 (1992 - Rio de Janeiro - Brasil), passando pelo Protocolo de Quioto (1997 - Japão) – na década de 90 estabeleceu-se as Metas do Milênio da ONU, até a Cúpula sobre Desenvolvimento Sustentável de 2015 (Sede das Nações Unidas, em Nova York).

Observa-se também buscas de certos grupos da sociedade por uma vida sustentável, estabelecendo e seguindo diretrizes para isso. É o caso da permacultura (sistema de design para a criação de ambientes humanos sustentáveis e produtivos em equilíbrio e harmonia com a natureza - “*Permanent Agriculture*” tem origem em Bill Mollison, ex-professor universitário australiano, na década de 1970).

A Tecnologia da informação desempenha um papel fundamental na resposta às preocupações ambientais, econômicas e sociais: ela pode não só substituir atividades que podem consumir recursos (correio eletrônico frente a correio convencional, reuniões virtuais frente a reuniões presenciais), mas também a capacidade de extrair conhecimento para otimizar recursos (tais como análise de consumo de água e redes inteligentes). Por outro lado, o impacto causado pelo desenvolvimento de produtos de TI é, muito raramente, contabilizado ou mesmo reconhecido em toda a indústria. Por exemplo, estima-se que um computador se torna obsoleto a cada novo posto no mercado: em outras palavras, o hardware torna-se obsoleto pelas demandas de software que não consegue mais atender. O primeiro desafio do GrandIHCBr (2012) - “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade” diz: os computadores têm um papel central na temática da sustentabilidade; por um lado, estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e favorecem a disseminação de informações em larga escala,

podendo ser uma ferramenta útil para a conscientização, mobilização e promoção de mudanças de comportamento em prol da sustentabilidade; por outro lado, as soluções computacionais são um bem de consumo e, portanto, impactam nas questões de sustentabilidade, exigindo um repensar das nossas práticas de design, desenvolvimento e descarte; o papel do designer no desenvolvimento de uma sociedade sustentável não está apenas em criar produtos sustentáveis, está também em vislumbrar produtos, processos e serviços que incentivam o consumo consciente e o comportamento sustentável. Atualização de software pode impactar em efeitos ambientais, como lixo eletrônico a partir de computadores que foram tornados obsoletos, e alterações de pegada ("*footprint*") de energia necessária para executar o upgrade (Amsel et al., 2009).

Enquanto a sustentabilidade é uma prática padronizada em um número de disciplinas de engenharia, ela ainda é incipiente dentro da comunidade de engenharia de software (Calero et al., 2013) e demais áreas da computação. As soluções computacionais são um bem de consumo e impactam nas questões de sustentabilidade, exigindo um repensar das práticas de design, desenvolvimento e descarte.

Na área de Interação Humano-Computador (IHC), os estudos se iniciaram em 2007. Blevis (2007), um dos autores pioneiros no assunto, resume que a pesquisa em IHC pode contribuir em duas principais áreas: 1) design para a sustentabilidade, ou seja, como sistemas interativos podem ser usados para promover comportamentos mais sustentáveis, e 2) a sustentabilidade no design, ou seja, como a sustentabilidade pode ser usada no design de tecnologias interativas. Essa última área exige um repensar das práticas de design, desenvolvimento e avaliação de software e hardware atualmente empregadas. O presente trabalho tenta se manter na segunda área.

Uma revisão sistemática realizada por Neris (2014) classificou na categoria “Sustentabilidade no Design” trabalhos com enfoque em questões sociais, econômicas e ambientais aplicadas na concepção, desenvolvimento e práticas de avaliação da IHC. Entre os trabalhos identificados destacam-se aqueles que reforçam a necessidade de tornar evidente a abordagem sustentável no desenvolvimento de software (Mann et al., 2011) e aqueles que investigam atitudes em relação ao consumo de energia das máquinas que são usadas do dia a dia das práticas profissionais (Heras e Otero, 2011). Ainda nessa categoria, há trabalhos que exploram a perspectiva de aplicação de práticas pedagógicas em cursos de design que preparam profissionais também para a sustentabilidade no design (Blevis, 2010).

A partir desse contexto, este trabalho se propõe a auxiliar designers e desenvolvedores a considerar aspectos de sustentabilidade nas soluções de software e hardware que venham desenvolver. Para esse intento o trabalho visa identificar um conjunto de diretivas para condução de sustentabilidade em soluções computacionais. Defini-se diretiva: do francês, *directive*, que designa; como substantivo feminino, indicação, instrução ou norma que deve orientar uma ação ou atividade, significado igual à diretriz (Diretiva, 2018).

1.2. Objetivos

Dado todos os impactos, diretos ou indiretos, em níveis econômicos, sociais e ambientais, da solução computacional, que ocorrem no seu ciclo de desenvolvimento ou no produto final, este trabalho de pesquisa objetiva propor um conjunto de diretivas a serem consideradas durante o processo de design de soluções de software e hardware. Entende-se que essas diretivas podem auxiliar na avaliação de soluções computacionais em prol da sustentabilidade, permitindo também que essas sejam classificadas e comparadas.

1.3. Passos para a escolha e verificação de viabilidade das diretivas

Para o alcance do objetivo buscou-se na literatura o estado da arte que faz referência a diretivas, a métricas e a indicadores – esses últimos em uma clara referência à medição.

A princípio se realizou um estudo teórico na busca por abordagens correlatas a maneiras de aplicação de sustentabilidade em soluções, computacionais ou de outras áreas da sociedade.

Posteriormente realizou-se um questionário, perguntas fechadas e abertas, com ênfase em visão qualitativa. Foi apresentado aos respondentes - academia e mercado na área da computação, em uma forma prática - a importância da sustentabilidade na computação. O questionário foi disponibilizado na internet, e um convite para participação na pesquisa foi enviado para a lista geral de e-mails da Sociedade Brasileira de Computação e também para outras listas com contatos da área (pesquisadores e graduandos do Departamento de Computação da UFSCar e de outras instituições, e profissionais do mercado). O objetivo era atingir alunos, professores e demais profissionais da área da computação. O questionário ficou disponível entre os dias 13 de junho a 15 de julho de 2016, e foi respondido por 128 participantes. A partir dos resultados foi formalizado um diagrama de afinidades, no intuito de identificar quais critérios deveriam ser utilizados para identificar se uma solução computacional é sustentável. Participaram desse trabalho mestrandos, doutorandos e doutores em Ciência da Computação, na área de Interação Humano-Computador. O questionário é caracterizado em 3.1. Questionário.

Na sequência, dado o primeiro grande desafio para a área de Interação Humano-Computador no Brasil (GrandIHCB) - “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade” (Neris, 2012), foi desenvolvido um diagrama de afinidades com base na questão 9, “Se você fosse avaliar uma solução de software e hardware quais critérios você utilizaria para dizer que a solução é sustentável?” - vide Anexo B - Questões do artigo Percepções sobre Aspectos de Sustentabilidade na Computação (Oliveira et al., 2016), que busca capturar o que o público alvo entende por sustentabilidade na computação, sua importância, e quais aspectos devem ser considerados para atingir uma solução computacional sustentável. O diagrama de afinidades contou com a participação de seis pesquisadores do LIFeS, mais os autores do referido artigo, e é caracterizado em 3.2. Diagrama de Afinidades.

Tendo esse insumo, e partir de uma nova busca na literatura, encontrou-se o artigo “*Sustainability measurement system: a reference model proposal*” (Delai e Takahashi, 2011), que contém uma abordagem que suscita a exploração de diretivas. Então, a partir do modelo de instanciação presente nesse artigo, criou-se um questionário, “Instrumento de Apoio à Construção Colaborativa”, aberto entre 22/11/2017 à 05/01/2018, tendo 8 respondentes - essa amostra de respondentes se caracteriza como não probabilística, por grupos e por conveniência, uma vez que, considerando diferentes classes de participantes da comunidade brasileira de computação, mas escolhidos pela facilidade de acesso. Esse questionário é caracterizado com mais detalhes na Seção 3.3. A partir dessas respostas foram identificadas as diretivas, um conjunto mínimo para que nortear a solução rumo à sustentabilidade.

Tais diretivas levantadas formam um possível indicativo de sustentabilidade no âmbito da computação. Essa abordagem foi colocada para a apreciação de dois profissionais em computação - também amostra de respondentes não probabilística, por grupos e por conveniência - que avaliaram o conjunto proposto considerando sua relevância e aplicabilidade. Os resultados sugerem que o conjunto de diretivas proposto tem potencial para apoiar a avaliação de aspectos de sustentabilidade em soluções computacionais.

1.4. Síntese de resultados

Neste trabalho, indicou-se um conjunto de diretivas para apoiar o design de soluções computacionais tendo em vista aspectos de sustentabilidade nos seus três pilares, ambiental, social e econômico.

Foram encontradas 21 diretivas: 9 diretivas para o pilar ambiental, 6 diretivas para o pilar social, e 6 diretivas para o pilar econômico. Os resultados sugerem que as diretivas levantadas podem ser consideradas fatores norteadores de sustentabilidade para o design de soluções computacionais.

1.5. Organização do Trabalho

No Capítulo 2 é apresentada a síntese de um levantamento bibliográfico formada por trabalhos que abordam modelos de aplicação de sustentabilidade em soluções diversas, não apenas no âmbito da computação. O Capítulo 3 é apresentado, na Seção 3.1 o questionário direcionado para a comunidade brasileira de computação, em que se visa identificar, na percepção do público alvo em primeiro olhar, a relevância da sustentabilidade em soluções computacionais; na Seção 3.2, que é tratado um diagrama de afinidades, que se resume à atividade em grupo, com integrantes tendo interesses convergentes, analisando, classificando e modelando as respostas, do questionário apresentado na Seção 3.1. Na Seção 3.3, dado as resposta do

questionário, houve nova consulta à literatura, e foi proposta a instanciação do modelo de Delai (2011), gerando realização de novo questionário tratando esse modelo, e com levantamento prévio de quais assuntos seriam tratados como diretivas. Na Seção 3.4 é apresentado a proposição de diretivas. No Capítulo 4 é avaliado, por especialistas, o conjunto de diretivas identificadas. Por fim, no Capítulo 5 conclui-se, com base no que é apresentado no presente trabalho, quais são as contribuições e limitações, e oportunidades para trabalhos futuros.

Capítulo 2

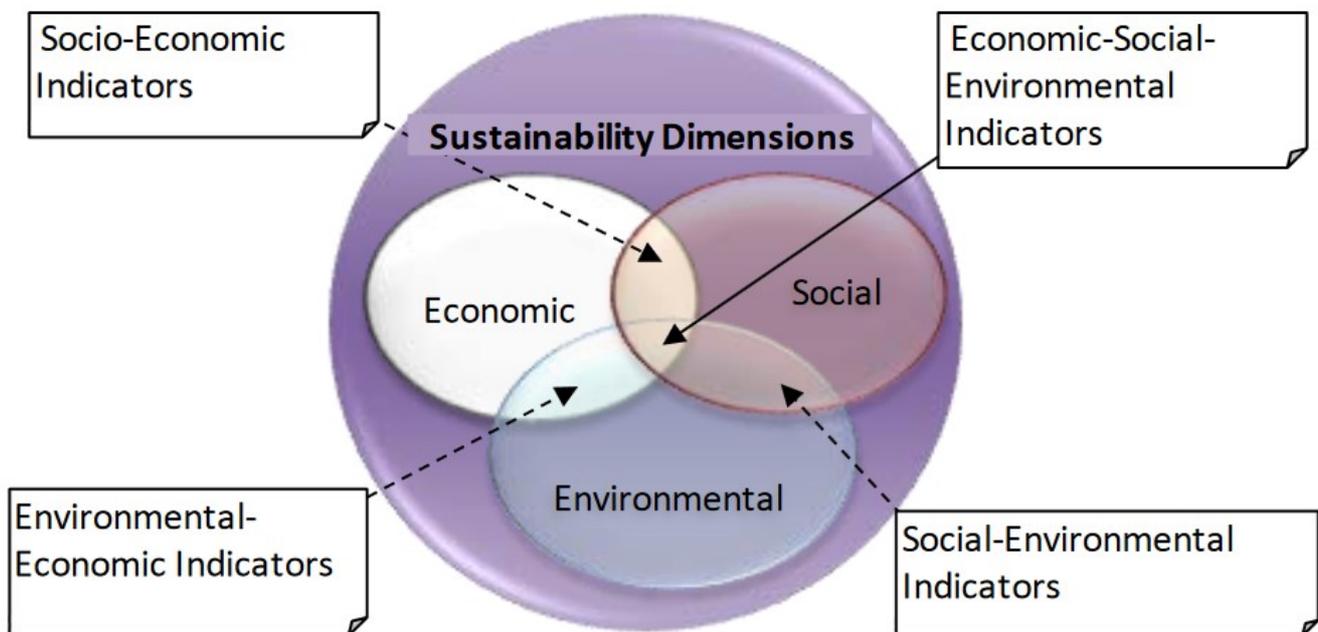
Síntese do Levantamento Bibliográfico

2.1. Sustentabilidade

Sustentabilidade é o termo dado à prática de consumir garantindo que não falte nada no futuro. Mais do que o aspecto ambiental, relacionado com soluções que não degradem o meio ambiente, como a redução no consumo de combustíveis fósseis e o desenvolvimento de soluções energeticamente mais eficientes, a questão da sustentabilidade envolve também aspectos sociais e econômicos. Os aspectos sociais estão relacionados com os direitos humanos, respeito às diferenças, e disseminação de valores que respaldem a continuidade da vida em sociedade nas gerações futuras. As questões econômicas colocam o foco no desenvolvimento de soluções que sejam financeiramente viáveis, gerem lucro e apoiem a distribuição de renda (Neris et al., 2012).

Na Figura 1 - Inter-relacionamento entre as dimensões de sustentabilidade do negócio (Tan, 2009) são apresentados os pilares da sustentabilidade, e suas interseções, com possibilidade de medição.

Figura 1 - Inter-relacionamento entre as dimensões de sustentabilidade do negócio (TAN, 2009)



No anexo Anexo A - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (2017) são apresentados os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável. Tais objetivos constituem fatores essenciais para sustentabilidade de todo o planeta Terra e ilustram a visão que este trabalho adota para o tema.

2.2. Sustentabilidade na computação

Sustentabilidade na computação é uma preocupação relativamente nova. Há abordagens no campo da Engenharia de Software, em que aspectos sustentáveis são caracterizados como requisitos não funcionais de Qualidade do Software, como no trabalho de Calero (2013); e Interação Humano-Computador, em que cada item do tripé (viés ambiental, social e econômico) é abordado com significativa relevância, como o desafio 1 para a área de Interação Humano-Computador no Brasil (GrandIHCBR) - “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade” - que menciona que os computadores têm um papel central na temática da sustentabilidade. Enquanto no primeiro, grande parte dos estudos incidem no aspecto ambiental, como os trabalhos de Amsel (2011), Gruter (2012), Hindle (2012), Jiang (2008), Kim (2012), e Marzolla (2012).

Para Neris (2012): Os computadores têm um papel central na temática da sustentabilidade. Por um lado, estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas e favorecem a disseminação de informações em larga escala, podendo ser uma ferramenta útil para a conscientização, mobilização e promoção de mudanças de comportamento em prol da sustentabilidade. Por outro lado, as soluções computacionais são um bem de consumo e, portanto, impactam nas questões de sustentabilidade, exigindo um repensar das nossas práticas de design, desenvolvimento e descarte. O papel do designer no desenvolvimento de uma sociedade sustentável não está apenas em criar produtos sustentáveis, está também em vislumbrar produtos, processos e serviços que incentivam o consumo consciente e o comportamento sustentável.

Na visão de Calero (2013): software sustentável é o software em que há impactos diretos ou indiretos na economia, na sociedade, e no meio ambiente. Esse conceito pode ser aplicado durante todo o processo de desenvolvimento de software. Assim, pode-se nos referir a uma Engenharia de Software Sustentável como "a arte de definir e desenvolver produtos de software de forma a medir os impactos negativos e positivos sobre a sustentabilidade que resultem do produto de software ao longo de todo seu ciclo de vida, documentados e otimizados.

Em uma abordagem de Engenharia de Software Sustentável, de Amsel (2011), depreende-se preocupações no âmbito da durabilidade da solução computacional, como artefatos digitais. Segundo Blevis (2007, apud Amsel, 2011), “se as coisas são projetadas e construídas com qualidade e modularidade suficientes, as pessoas podem estar dispostas a cuidar delas e atualizá-las seletivamente criando o efeito de alcançar a longevidade do uso”. No que Amsel (2011) conclui: se o software for criado de forma elaborada, de modo que seja confiável, utilizável e seguro na primeira versão, haverá menos necessidades de atualizações. A partir desse contexto, observa-se a questão da obsolescência da solução computacional, por software e/ou hardware. Amsel (2011) cita Blevis (2007), no que esse argumenta que existe uma forte conexão entre hardware e software, a "obsolescência", em que Amsel (2011) exemplifica: com o novo software sendo inventado e o software atual

lançando novas versões todos os dias, o hardware provavelmente se tornará obsoleto; por exemplo, o Green Party acusou a Microsoft de forçar os usuários a comprar “hardware mais caro e com energia excessiva”. Há trabalhos que visam apoiar a medição da sustentabilidade como em Albertao (2010), Calero (2013) e Raturi (2014).

2.3. Avaliação de sustentabilidade

Tratou-se as contribuições de sustentabilidade na computação, sua maioria no âmbito da Engenharia. Como apresentado na Seção 2.2, o estado da arte sobre avaliação de sustentabilidade na computação apresenta em sua maioria trabalhos no âmbito da Engenharia de Software, como Albertao (2010), Amsel (2011), Calero (2013) e Raturi (2014). No entanto, esses abordam, sem entrar em pormenores, características de sustentabilidade como requisitos não funcionais (RNF) do software, que constituem fatores difíceis de serem tomados como diretivas, isto por que transitam, muitas vezes, em qualidade de software, que não aborda apenas sustentabilidade.

Assim, voltando aos trabalhos tratando de sustentabilidade, e não se limitando ao universo da computação, foi encontrado o artigo “*Sustainability measurement system: a reference model proposal*” (Delai e Takahashi, 2011), que possibilita identificação de diretivas, que devidamente analisadas e filtradas, pode-se encontrar as que são desejáveis para aplicação em soluções computacionais. O referido artigo foi escolhido, dentre outros, porque compila variados instrumentos de avaliação de sustentabilidade referenciados na literatura. O referido artigo se desenvolve de modo a atingir um modelo de referência com fins de medir a sustentabilidade corporativa

De acordo com Delai (2011): medir a sustentabilidade é uma atividade crucial para incorporar verdadeiramente esse assunto no processo de tomada de decisão e no sistema de gerenciamento da organização. A avaliação da sustentabilidade pode ser feita por meio de índices ou conjunto de indicadores. Independentemente do tipo de métrica de sustentabilidade utilizada, o seu papel será o mesmo: ajudar os decisores a avaliar o desempenho da sustentabilidade das empresas, bem como a fornecer informações para planejar futuras ações (Bellen, 2005; Moldan e Billharz, 1997; Gallopi'n, 1997, Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável, 2002, Mccool e Stankey, 2004), para mostrar tendências que não são facilmente reconhecidas para antecipar as condições futuras (Moldan e Billharz, 1997; Gallopinn, 1997; Mccool e Stankey, 2004) e comparar lugares e situações (Gallopinn, 1997).

Um quadro de quatro etapas dividido em oito categorias foi estabelecido na Tabela 1 - Etapas para Desenvolver Sistemas de Medição de Sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011), com os princípios de Hardi e Zdan (2000, apud Bellagio, 1997) - um conjunto prático de diretrizes para o desenvolvimento de indicadores de desenvolvimento sustentável divulgados em 1997 pelo Instituto Internacional de Desenvolvimento Sustentável

- como ponto de partida. O modelo de referência foi então desenvolvido com uma análise comparativa da complementaridade das oito iniciativas de medição de sustentabilidade apresentadas na Seção 1, juntamente com a revisão da literatura de sustentabilidade em cada etapa do quadro mostrado na Tabela 1 - Etapas para Desenvolver Sistemas de Medição de Sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011) que têm os passos: 1) ponto de partida – com visão e conceito de sustentabilidade; 2) conteúdo – com estrutura, conteúdo de cada nível, escopo, e dados; 3) processo – com interface, e ampla participação; e 4) capacidade de avaliação contínua – com capacidade para avaliação. Uma abordagem de complementaridade foi escolhida como o modelo proposto é destinado a ser uma referência, o que implica que deve ser o mais completo possível. A primeira coluna da tabela faz referência aos nomes dos passos, a segunda ao que trata de forma sucinta, a terceira às ações que esse passo estabelece, a quarta aos resultados

Tabela 1 - Etapas para Desenvolver Sistemas de Medição de Sustentabilidade (Delai e Takahashi, 2011)

Step	Category	Objective	Expected characteristic	References
I – Starting point	Sustainability vision and concept	Define sustainability vision and concept Define sustainability goals	Guided by a clear sustainability vision and concept Vision operationalised by sustainability goals	Hardi and Zdan (1997); Bossel (1999); OECD (2005); Hardi (1997); Martin and Odell (1996); Veleva and Ellenbecker (2001); Labuschagne <i>et al.</i> (2005); Figueiredo (2003)
II – Content	Structure	Establish system abstraction levels	Promote a holistic view of the performance of whole system as well as its parts	Hardi and Zdan (1997); Bossel (1999); Martin and Odell (1996); Gallopín (1997); Hardi (1997); OECD (2005); Phillis and Andriantiatsaholainaina (2001); Figueiredo (2003); Veleva and Ellenbecker (2001)
	Content of each level	Define content of each system level	Measure environmental, social and economic dimensions Measures deployed from sustainability vision and concept Measure current performance as well as its trends Limited number of measures focused on key issues	Hardi and Zdan (1997); Bossel (1999); OECD (2005); Gallopín (1997); Commission on Sustainable Development (2002); Hardi (1997); Bellen (2005); Figueiredo (2003); Veleva and Ellenbecker (2001); Allenby and Graedel (2002)
	Scope	Define measurement time horizon and scope	Measures short- and long-term issues Measures local and global impacts	Hardi and Zdan (1997); Bossel (1999); Kleebe <i>et al.</i> (2003); Allenby and Graedel (2002); Hardi (1997); Bellen (2005)
	Data	Define data to be collected – type (qualitative or quantitative) and aggregation level	Uses quantitative measures Compare current levels with targets	Hardi and Zdan (1997); Parris and Kates (2003); Phillis and Andriantiatsaholainaina (2001); Veiga (2005); Figueiredo (2003)
III – Process	Interface	Define how data will be displayed (interface) considering: complexity, openness, type of interface and learning potential	Show results in a simple, clear, meaningfully and easy to understand way Accessibility to calculation approach and raw data	Hardi and Zdan (1997); Bossel (1999); Bellen (2005); Hilson and Basu (2003); Gallopín (1997); Commission on Sustainable Development (2002); Kleebe <i>et al.</i> (2003); Allenby and Graedel (2002); Figueiredo (2003)
	Broad participation	Validate data and interface with decision-makers Define targets with decision-makers Establish action plans with decision-makers to achieve targets	Ensure participation of decision-makers and stakeholders Targets and action plans defined with decision-makers	Hardi and Zdan (1997); Bossel (1999); Bellen (2005); Gallopín (1997); Hardi (1997); Figueiredo (2003); Veleva and Ellenbecker (2001)
IV – Capacity for continuous assessment	Capacity for assessment	Assign responsibility of routines to collect, collate, calculate, share and support the assessment process Assess target's achievement Define corrective actions in case of target's non-achievement Review indicators, policies, targets and actions	Flexibility to easily change indicators, policies, targets and actions Routine to support the assessment process Routine to analyze results and define corrective actions	Hardi and Zdan (1997); Hilson and Basu (2003); Commission on Sustainable Development (2002); Bossel (1999); Hardi (1997); Figueiredo (2003); Veleva and Ellenbecker (2001)

Source: The authors

Analisando outras iniciativas de mensuração de sustentabilidade, apresentadas na Tabela 2 - Conceitos de Sustentabilidade das Iniciativas Analisadas (Delai e Takahashi, 2011), os autores, a trabalham em um sistema

próprio, modelo de referência do sistema de mensuração da sustentabilidade (SMS), tratada em duas fases, desenvolver sistemas de medição de sustentabilidade e o design do modelo de referência. As iniciativas fazem referência a: 1) GRI (2002) - Iniciativa Global de Informação - que tratou do equilíbrio para as relações complexas entre as necessidades econômicas, ambientais e sociais atuais, de uma maneira que não comprometa as necessidades futuras (tripé da sustentabilidade); 2) IChemE (2005) - Instituição de Engenheiros Químicos – que considerou o tripé da sustentabilidade, abrangendo responsabilidade ambiental, retorno econômico (criação de riqueza) e desenvolvimento social; 3) DJSI (2005) - Os índices de sustentabilidade do Dow Jones - no que tange a criar valor para o acionista a longo prazo, abraçando oportunidades e gerenciando riscos decorrentes dos desenvolvimentos econômicos, ambientais e sociais; 4) CSD (2002) - Comissão de Desenvolvimento Sustentável – tratando do desenvolvimento que atenda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades; 5) Dashboard Barometer - Barômetro de Sustentabilidade e o Dashboard de Sustentabilidade – referente ao equilíbrio entre o bem-estar humano e o bem-estar do ecossistema; 6) TBL Index – Sistema de Índice do Tripé da Sustentabilidade – tratando do equilíbrio entre crescimento financeiro, melhoria ecológica e equidade ética (tripé da sustentabilidade); e 7) Ethos - Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial – em que a responsabilidade social corporativa (RSC) não é apenas uma forma de gerenciar, ao mesmo tempo aborda a competitividade, a sustentabilidade e os requisitos sociais. Cada iniciativa propõe metas sustentabilidade.

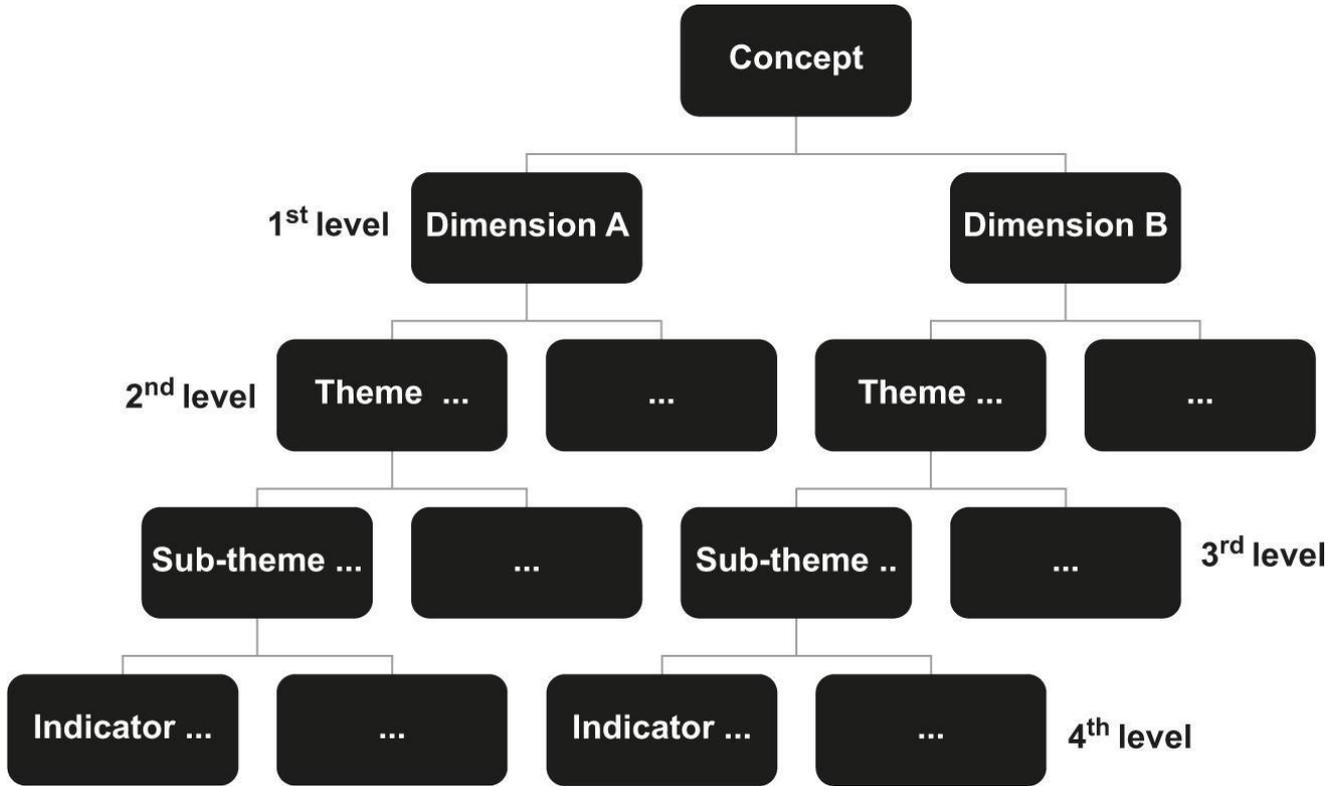
Tabela 2 - Conceitos de Sustentabilidade das Iniciativas Analisadas (Delai e Takahashi, 2011)

Initiative		Sustainability concept/vision		Sustainability goals
GRI	✓	Balancing the complex relationships between current economic, environmental, and social needs in a manner that does not compromise future needs (triple bottom line)	✓	Strategic level – sustainability vision and strategy Operational level – historical and current indicators results and future goals Sustainability management – linkage between executive compensation and sustainability goals achievement
IChemE	✓	Triple bottom line: environmental responsibility, economic return (wealth creation), and social development	✓	Strategic level – sustainability vision and strategy Operational level – historical and current indicators results and future goals
DJSI	✓	Create long-term shareholder value by embracing opportunities and managing risks deriving from economic, environmental and social developments	✗	There are just two questions about environmental goals
CSD	✓	Development which meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs	✗	There is a dimension named Institutional that addresses the sustainable development strategy
Dashboard	✓	Balancing between human wellbeing and ecosystem wellbeing	✓	Suggests that human and ecosystem wellbeing goals must be defined
Barometer	✓	Balancing between financial growth, ecological improvement, and ethical equity (triple bottom line)	✗	Suggests that the organization must have a sustainability management system
TBL Index	✓	Balancing between financial growth, ecological improvement, and ethical equity (triple bottom line)	✗	Suggests that the organization must have a sustainability management system
Ethos	✓	Corporate social responsibility (CSR) is to find out a way to manage while addressing competitiveness, sustainability and societal requirements	✗	Just comments that the indicators results must be used to set goals for the next year

Source: GRI (2002); IChemE (2005); Jones (2005); Commission on Sustainable Development (2002); Hardi (1997); Prescott-Allen (2001); Wang (2005); Ethos (2005)

Delai (2011) cita: a estrutura de um sistema relaciona-se com seus níveis de abstração ou hierarquia e visa facilitar a análise de todo o sistema e suas partes (Bossel, 1999; Gallopinn, 1997; Phillis e Andriantiatsaholiniaina, 2001) ajudando a entender facilmente a raiz real de desempenho e estabelecer ações mais focadas e efetivas (OCDE, 2005). Pode-se observar que todas as iniciativas atinjam o apelo da literatura para adotar vários níveis de abstração. A maioria deles tem quatro níveis, embora seja diferente (categoria, tema, elemento, subíndice para o segundo nível ou aspecto, critério, subtema, indicador para o terceiro nível), o que demonstrou falta de padronização. Com base nesses resultados, o modelo proposto tem quatro níveis de abstração, como mostrado na Figura 2 - A Estrutura do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011), temas (principais questões de cada dimensão), subtemas (temas importantes de cada tema) e indicadores (medidas de cada subtema).

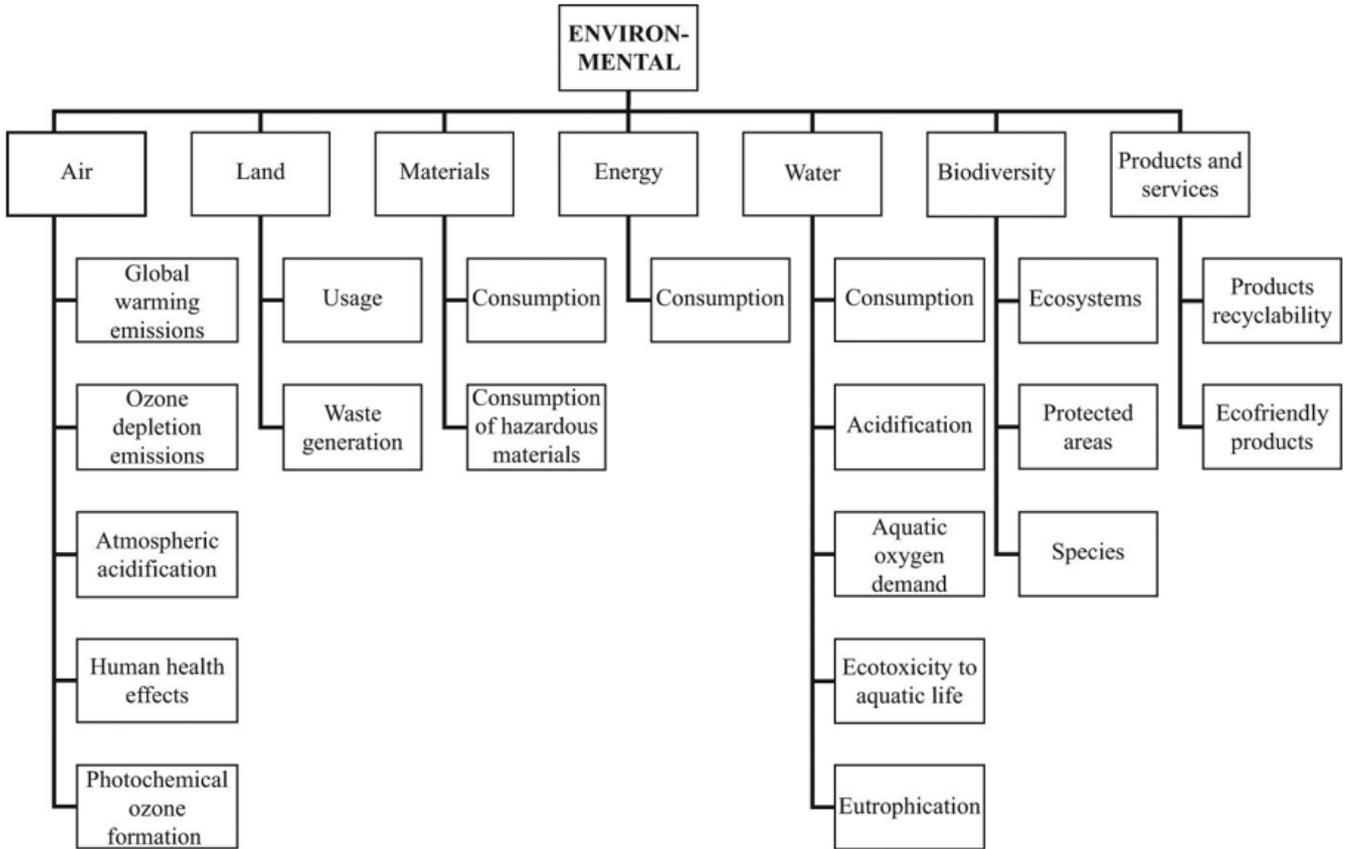
Figura 2 - A Estrutura do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)



Com base nos resultados obtidos, para as dimensões ambiental, social e econômica, são abordados seus modelos de referência, abrangendo temas e subtemas.

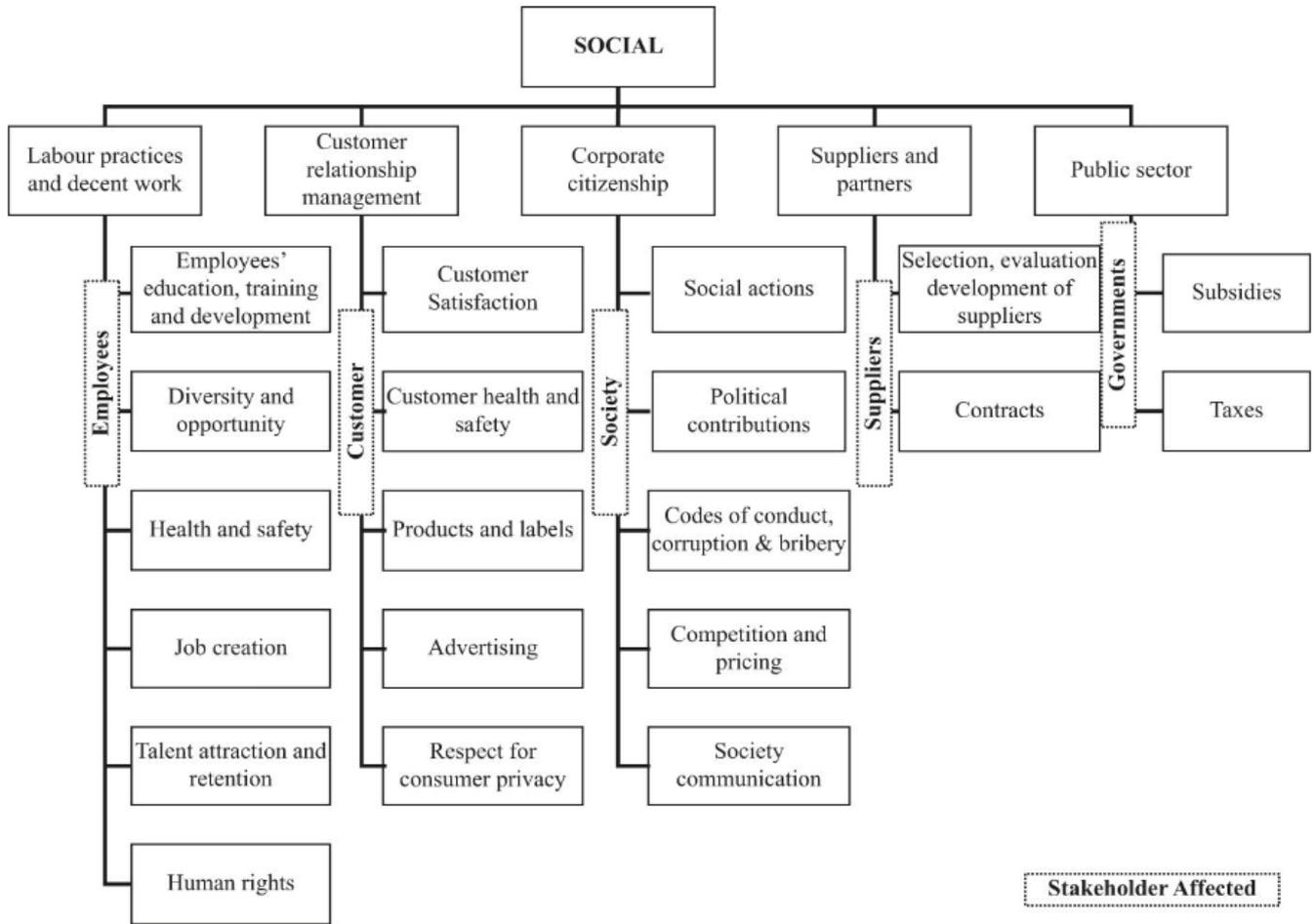
Na Figura 3 - A Dimensão Ambiental do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011), tem-se a aplicação do modelo para a dimensão ambiental.

Figura 3 - A Dimensão Ambiental do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)



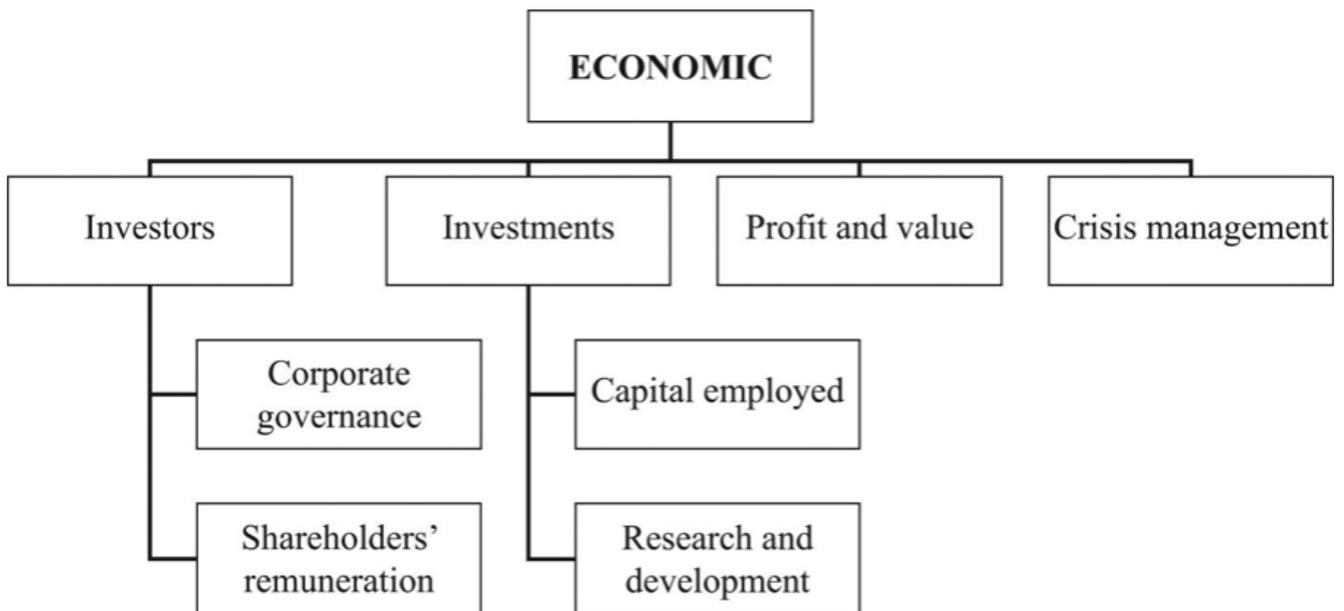
Na Figura 4 - A Dimensão Social do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011), tem-se a aplicação do modelo para a dimensão social.

Figura 4 - A Dimensão Social do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)



Na Figura 5 - A Dimensão Econômica do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011), tem-se a aplicação do modelo para a dimensão econômica.

Figura 5 - A Dimensão Econômica do Modelo de Referência (Delai e Takahashi, 2011)



A partir dos modelos de referência para as três dimensões da sustentabilidade, consegue-se identificar seus temas e subtemas, nortes para explorar diretivas.

Capítulo 3

Proposição das diretivas para a avaliação

3.1. Questionário para a comunidade brasileira de computação

Para explorar a importância da sustentabilidade em soluções computacionais foi elaborado, no segundo semestre do ano de 2016, um questionário, qualitativo, colhendo, junto à comunidade de computação no Brasil, suas percepções. Os resultados desse levantamento foram publicados no artigo curto, premiado no Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2016), intitulado “Percepções sobre Aspectos de Sustentabilidade na Computação” (Oliveira et al., 2016).

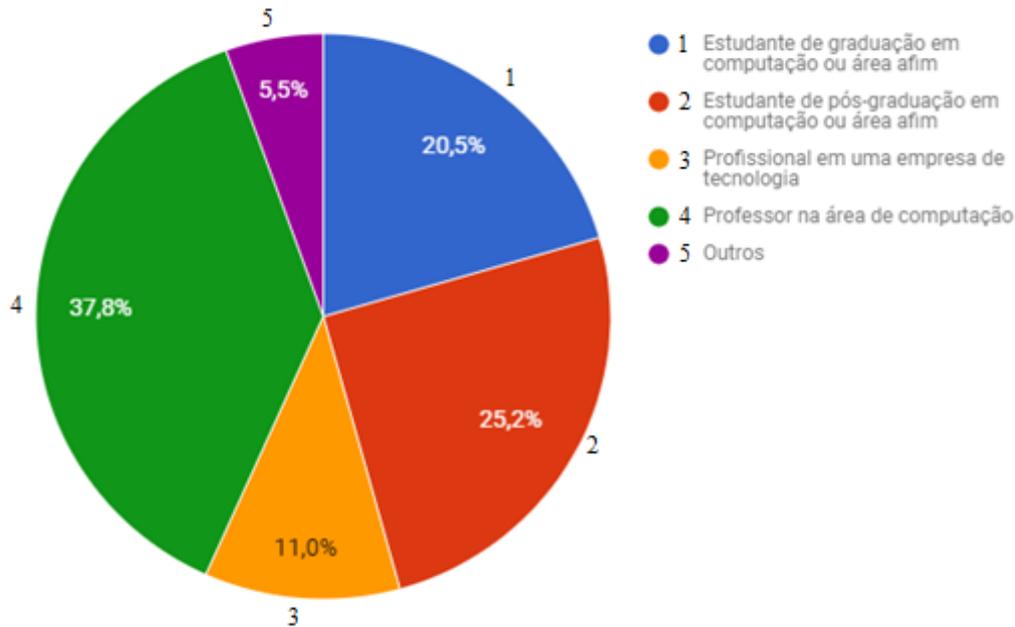
Ao se fazer uma pesquisa exploratória na literatura, deparou-se com o trabalho Avaliação das Noções de Sustentabilidade em Três Cursos de Engenharia (Paula e Shitsuka, 2011). Nele os autores avaliam como alunos de três cursos de engenharia (ambiental, computação e de produção) entendem o conceito de sustentabilidade. Consideram o conceito de sustentabilidade no tripé ambiental, econômico e social, defendendo que a sustentabilidade difere do desenvolvimento sustentável. Foram pesquisados 42 alunos de forma exploratória com entrevistas e questionários qualitativos. Todos os alunos da engenharia ambiental afirmaram conhecer bem o conceito de sustentabilidade. Na engenharia da computação, 64% afirmaram desconhecer completamente o conceito de sustentabilidade, e o restante conhecedor do conceito associou-o ao meio ambiente e a utilização dos recursos naturais. Entre os alunos do grupo de engenharia de produção, 85% afirmaram conhecer o conceito de sustentabilidade. Os autores concluem o estudo reforçando que é necessário um maior empenho sobre o sustentável na área da computação e defendem que esse siga um núcleo comum entre as engenharias.

Com o objetivo de verificar a opinião da comunidade de computação a respeito da sustentabilidade na área, criou-se um questionário com ênfase em respostas qualitativas. Nesse questionário havia perguntas sobre a importância da sustentabilidade na computação e também a transcrição de alguns cenários, levando em conta apenas um ou dois pilares da sustentabilidade, para que o respondente pensasse sobre aspectos de sustentabilidade de uma maneira mais prática. O questionário foi disponibilizado na internet, e um convite para participação na pesquisa foi enviado para a lista geral de e-mails da Sociedade Brasileira de Computação e também para outras listas com contatos da área. O objetivo era atingir alunos, professores e demais profissionais da área da computação. O questionário ficou disponível entre os dias 13 de junho a 15 de julho de 2016, e foi respondido por 128 participantes, amostra significativa que tende a representar bem a visão do público alvo.

Optou-se pela pesquisa qualitativa justamente pelo fato do assunto ser recente e ainda pouco explorado, e, portanto, com as questões abertas poder-se-ia obter as diferenças e justificativas para as opiniões coletadas.

A faixa de idade dos respondentes variou entre 20 e 66 anos, com média de 35. 64% são do sexo masculino. Conforme pode ser observado no Gráfico 1 - Formação dos Respondentes da Área de Computação - adaptado de Oliveira (2016), a formação dos respondentes foi diversificada.

Gráfico 1 - Formação dos Respondentes da Área de Computação - adaptado de Oliveira (2016)



Quando questionados sobre o entendimento do termo sustentabilidade, quase metade dos respondentes associa o termo de alguma forma à preservação do meio ambiente, conforme afirma um dos respondentes que seu entendimento sobre sustentabilidade consiste no “desenvolvimento econômico e material sem agredir o meio ambiente, usando os recursos naturais de forma inteligente para que eles se mantenham no futuro”.

Em torno de 30% consideram a síntese do termo em si “sustentabilidade se refere à capacidade de um processo de manter-se ativo a partir unicamente de recursos de alguma natureza provenientes de suas próprias atividades”. Em torno de 10%, consideram que a sustentabilidade deve levar em conta as questões ambientais, sociais e econômicas como cita um dos respondentes “Sustentabilidade é baseada nos três pilares: ecológico, financeiro e social. As ações sustentáveis devem prezar pelo respeito ao meio ambiente, à sociedade e ter viabilidade econômica”.

Alguns respondentes levaram em conta apenas dois das três dimensões da sustentabilidade como o ambiental e o econômico, por exemplo. Em torno de 6% consideram a sustentabilidade como sinônimo de reutilização como expresso em “Sustentabilidade relaciono a um ciclo de vida em espiral, onde um determinado objeto inicia seu ciclo de vida, faz o papel que deveria fazer e quando iria encaminhar para o processo de descarte (término do ciclo de vida) ele é utilizado como parâmetro para um novo ciclo de vida”.

Considerando-se as respostas obtidas, pode-se perceber a que a sustentabilidade ainda é muito associada apenas aos aspectos da dimensão ambiental. Percebe-se a necessidade de esclarecimentos e reflexões para que

sejam expandidos os horizontes no entendimento do conceito de sustentabilidade para que sejam incluídos também os aspectos econômicos e sociais.

Questionados quanto à importância da sustentabilidade na computação, 97% dos respondentes consideraram o assunto importante. Nas justificativas apontadas, fica bem evidente que grande parte cita o consumo de energia que os equipamentos de informática fazem e do descarte correto destes equipamentos após a sua obsolescência: “Há vários contextos possíveis ecologicamente falando, o gasto de energia pra se sustentar a quantidade de servidores e infraestrutura utilizadas hoje para a computação em nuvem e internet das coisas é grande e deve ser considerado. Em termos de desenvolvimento de software, é preciso projetar arquiteturas que sejam possíveis de se manter e evoluir a curto prazo, e que também considero uma forma de sustentabilidade”.

Alguns enfatizam que a computação é um meio para o fim da sustentabilidade, possibilitando a criação de mecanismos para auxiliar o processo que deve ocorrer em todas as áreas e não apenas na computação: “Quando se conhece o conceito de sustentabilidade é possível abrir a visão sobre o impacto que a computação tem sobre o tema. Assim, criar soluções que auxiliem o desenvolvimento sustentável”. “Toda área tem que ter a devida atenção à sustentabilidade. Os efeitos da computação não podem estar dissociados das reais consequências que ela causa[..]”. Existe também uma preocupação com as futuras gerações e como o ambiente evoluirá: “é importante para que as próximas gerações tenham condição de continuar evoluindo neste assunto sem restrições”.

Dos 3% que não consideraram o assunto importante houve justificativas como “Não sei bem como caracterizar sustentabilidade na computação, tendo em conta, principalmente, a volatilidade da área”. No entanto, mesmo quem não considerou a questão importante para a computação apresentou dúvidas como “desconheço o termo para a computação. Caso a computação envolva hardware e esse possa ser reaproveitado e dado um fim específico a minha resposta seria ‘sim’”.

Também foi perguntado se a sustentabilidade na computação deveria focar apenas em hardware, apenas em software ou em ambos. Apenas 4% consideraram que a sustentabilidade deve focar apenas em hardware, pautando-se na reciclagem de equipamentos eletrônicos e no consumo de energia que estes equipamentos demandam para seu funcionamento. Não houve respostas para a sustentabilidade focada apenas em software. A grande maioria dos respondentes, 76% considera que a sustentabilidade deve focar tanto em hardware quanto em software, incluindo ainda que as pessoas também fazem parte deste processo.

Um software inteligente que visa a otimização do hardware, foi um ponto bem ressaltado nos relatos, visando soluções escaláveis para o melhor aproveitamento tanto do software quanto do hardware. A obsolescência dos dispositivos também foi abordada e as soluções de nuvem foram apontadas como uma maneira de reduzir o lixo eletrônico. “Uma solução de hardware e software sustentável visa agregar propriedades de reutilização de componentes para torna-los flexíveis e escaláveis. Além disso, a solução abordada deve exercer a preocupação para com o impacto social, ambiental, político e econômico diante a difusão das

tecnologias”. Apesar de ter aparecido em algumas justificativas, aspectos econômicos e sociais foram pouco citados nos relatos.

Foram criados também três cenários fictícios para avaliar as percepções das pessoas quanto à sustentabilidade das soluções computacionais criadas.

Cenário 1. Imagine a seguinte situação: Uma empresa desenvolve sistemas computacionais de código aberto. Atualmente, vem se envolvendo no desenvolvimento de sistemas para Organizações Não Governamentais (ONGs) e jogos educativos. No entanto, tem exigido dos seus funcionários uma carga horária de trabalho exaustiva então tem pago horas extras. Você entende que as soluções criadas por essa empresa deveriam receber um selo de sustentabilidade?

Em resposta a esta questão, 84% dos respondentes consideraram que a empresa não deveria receber o selo de sustentabilidade alegando que a salubridade dos funcionários também faz parte do processo sustentável, a mão de obra também é um recurso esgotável, se não for utilizada da forma correta. Algumas citações incluíam ainda que é necessário olhar o processo como um todo e não apenas para o produto final, sugerindo ainda que o trabalho escravo é passível de punições além da não aquisição do selo mencionado, “Sustentabilidade deve considerar o todo. Como apontado anteriormente, ao menos hardware, software e recursos humanos [...]”.

Os outros 16% consideram que a empresa deveria sim receber um selo de sustentabilidade alegando em sua maioria que os acordos trabalhistas não têm relação direta com a sustentabilidade do produto em si produzido na empresa. “As questões trabalhistas não seriam motivo suficiente para considerar suas atividades incompatíveis com sustentabilidade [...]”.

Cenário 2. Imagine a seguinte situação: uma empresa produz sensores e outros dispositivos sempre levando em consideração a eficiência energética nas soluções de hardware que fabrica. Ela mantém um ambiente de trabalho salutar e segue todas as leis trabalhistas, respeitando os direitos de seus funcionários. No entanto, a empresa não oferece ao consumidor um processo de descarte e destinação correta dos produtos quando esses chegam ao final de sua vida útil. Você entende que as soluções criadas por essa empresa deveriam receber um selo de sustentabilidade?

90% dos respondentes consideram que a empresa não deveria receber o selo, pois apenas uma parte do processo está de acordo com questões sustentáveis; porém o descarte deixou a desejar. O processo deve ser completo, ou seja, inserir o produto e também dar a destinação correta ao mesmo, fazendo assim a finalização do ciclo produtivo. “A empresa acertou em sempre considerar a eficiência energética, porém ela poderia se preocupar um pouco mais com o meio ambiente e auxiliar os consumidores no descarte dos produtos que chegaram ao final da sua vida útil”.

Alguns consideraram até que o esforço de sustentabilidade na produção seria inútil sem o descarte adequado. “Negligenciar o meio ambiente com a falta do descarte adequado é o mesmo que comprometer o futuro”. Poucas pessoas relataram que talvez o selo pudesse ter escalas e não ser binário, assim a empresa se enquadraria em um degrau mais baixo equiparando-se ao selo Procel.

Apenas 10% dos respondentes consideram que sim a empresa deveria receber o selo de sustentabilidade, considerando que o descarte correto seria responsabilidade do governo e não da empresa, que já teria cumprido o seu papel em criar soluções com eficiência energética. Outro ponto ressaltado foi que o descarte depende muito mais do consumidor final, em como ele irá proceder para descartar o item, do que propriamente dito da empresa, e ainda sugerido uma categorização de selos na qual existisse um específico para o descarte e que a empresa não o obteria.

Cenário 3. Imagine a seguinte situação: uma empresa de desenvolvimento web adotou uma política de economia de energia. Os funcionários foram incentivados a desligar os computadores e as impressoras após a jornada de trabalho. No entanto, no desenvolvimento das soluções web, a empresa não segue padrões e diretrizes de desenvolvimento acessível, fazendo com que seus sistemas não possam ser usados por pessoas com deficiência. Você entende que as soluções criadas por essa empresa deveriam receber um selo de sustentabilidade?

Os respondentes ficaram bem divididos quanto a esta questão. 52% consideram que as soluções não deveriam receber o selo. As justificativas consideraram que “É preciso também levar em conta as necessidades das minorias, não gerando produtos discriminatórios e que possam atender a grande parte da população; a oportunidade para todos deve ser respeitada de modo a influenciar futuras produções”. “Sustentabilidade pressupõe equilíbrio social. Exclusão digital é uma forma de violar a sustentabilidade social [...]”.

Já 48% consideraram que sim a empresa deveria receber o selo de sustentabilidade, alegando que a sustentabilidade e acessibilidade são conceitos diferentes e que não possuem uma relação direta. No entanto, alguns que responderam sim, em suas justificativas demonstraram dúvida quando refletiram sobre a questão “Atualmente não entendo a sustentabilidade como parte integrante da acessibilidade. Mais a pergunta me pegou!! Se olharmos para o socialmente justo, a acessibilidade deveria ser parte integrante!!”.

No Anexo B - Questões do artigo Percepções sobre Aspectos de Sustentabilidade na Computação (Oliveira et al., 2016), é apresentada as questões que compunham o questionário.

3.2. Diagrama de Afinidades

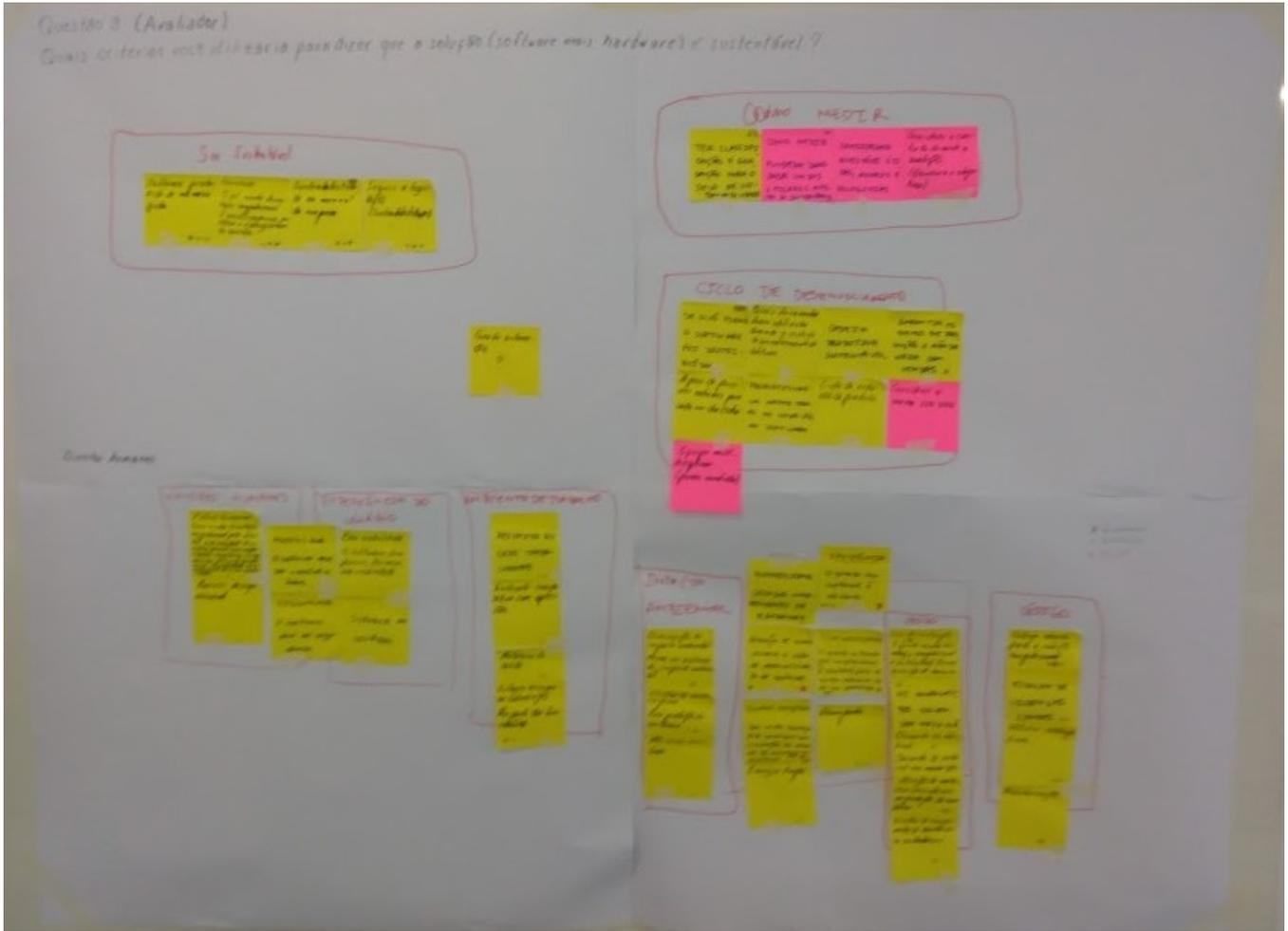
Como resultado do questionário da Seção anterior, para agrupar e organizar as ideias advindas das respostas foi feita uma atividade de diagrama de afinidades, em 20/10/2016, com 5 integrantes do LIFeS, além dos autores do artigo Percepções sobre Aspectos de Sustentabilidade na Computação (Oliveira et al., 2016). O diagrama de afinidades é um instrumento que objetiva a síntese de dados qualitativos, de modo a agrupar ideias, opiniões e informações, conforme suas afinidades.

Na atividade conseguiu-se identificar preocupações de forma mais clara, como:

- O que abrange ser sustentável;
- Como medir a sustentabilidade;
- Direitos humanos, contemplando: inclusão e respeito à diversidade, experiência do usuário e ambiente de trabalho – como observação às leis trabalhistas, ambiente corporativo sem opressão, melhoria de saúde, esforço mínimo do trabalhador na produção;
- Ciclo de desenvolvimento da solução computacional, caracterizado por: a forma que o software foi distribuído, ferramentas utilizadas no ciclo de desenvolvimento do software, cadeia produtiva também sustentável, considerar ISO 9126 – norma ISO para qualidade de produto de software, apoio de parcerias externas para cada um dos ciclos, combater obsolescência, garantir custos de produção e mão-de-obra com vendas, e considerar equipe multidisciplinar no desenvolvimento;
- Impacto ambiental com: diminuição do impacto, escolha de matéria-prima para produção de hardware, e não criar resíduos;
- Eficiência, considerando: portabilidade, eficiência nos três pilares, redução de custos, escalabilidade, recursos energéticos, desempenho, e energia limpa;
- Reuso, abordando: grau de reutilização, utilização de materiais recicláveis na produção do hardware, os componentes devem ser recicláveis, escolha de componentes de hardware sustentáveis, e descarte de material; e
- Código, tratando de: código aberto para solução computacional, escolha de licenças livres, utilizar código livre, e modularização.

É apresentado o trabalho consolidado dessa atividade na Figura 6 - Diagrama de Afinidades. Aqui é trazida a imagem do resultado final da atividade, mas sem legibilidade, apenas como registro.

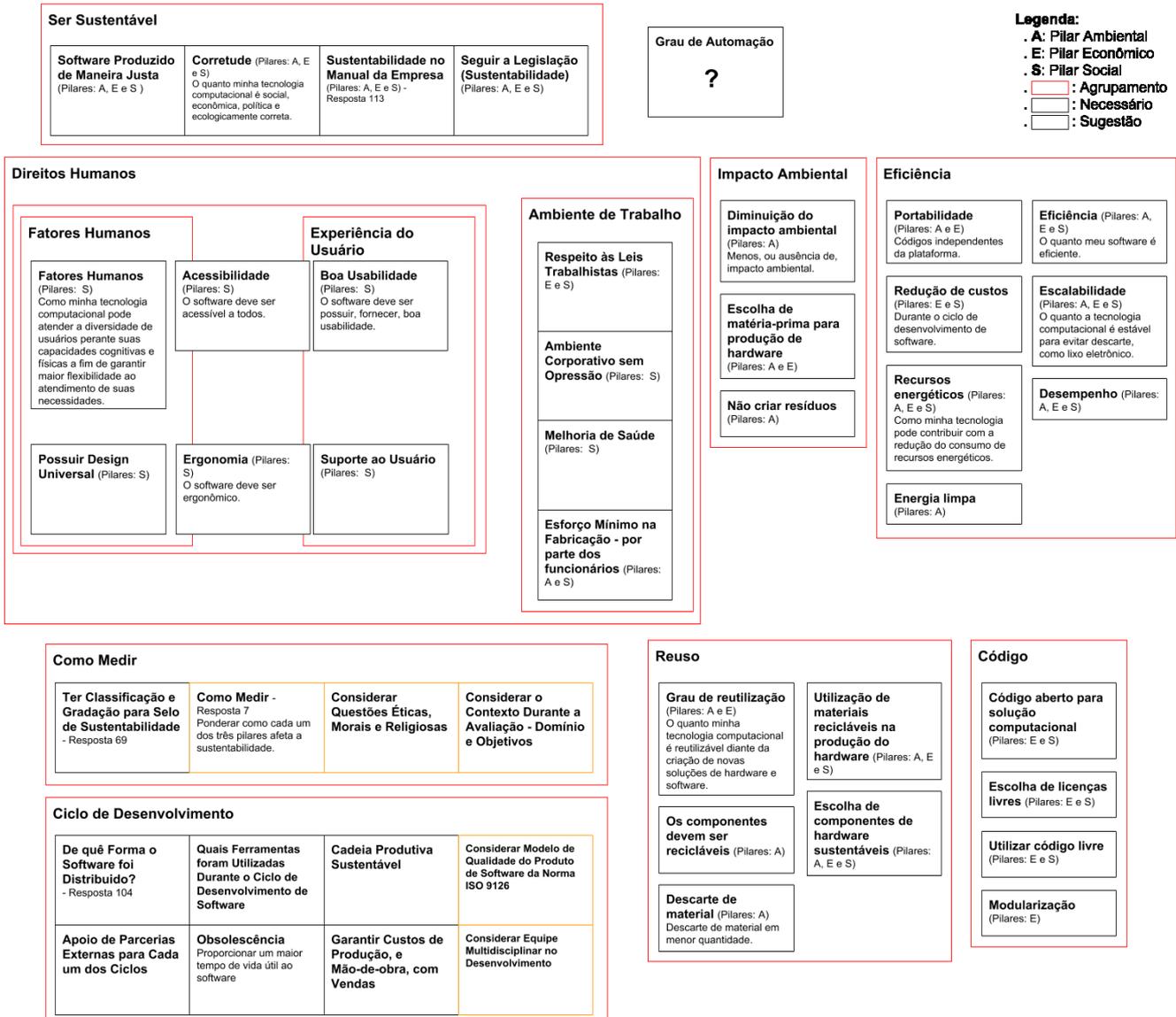
Figura 6 - Diagrama de Afinidades



Na Figura 7 - Diagrama de Afinidades Detalhado é trazido o diagrama de afinidades desenhado a partir da ferramenta Desenhos Google de modo a garantir a legibilidade do conteúdo trazido na Figura 6.

Figura 7 - Diagrama de Afinidades Detalhado

**Avaliador - Diagrama de Afinidades baseado nas respostas da Questão 9 do questionário SBC:
Se você fosse avaliar uma solução de software e hardware quais critérios você utilizaria para dizer que a solução é sustentável?**



Impacto Ambiental

Diminuição do impacto ambiental (Pilares: A)
Menos, ou ausência de, impacto ambiental.

Escolha de matéria-prima para produção de hardware (Pilares: A e E)

Não criar resíduos (Pilares: A)

Eficiência

Portabilidade (Pilares: A e E)
Códigos independentes da plataforma.

Eficiência (Pilares: A, E e S)
O quanto meu software é eficiente.

Redução de custos (Pilares: E e S)
Durante o ciclo de desenvolvimento de software.

Escalabilidade (Pilares: A, E e S)
O quanto a tecnologia computacional é estável para evitar descarte, como lixo eletrônico.

Recursos energéticos (Pilares: A, E e S)
Como minha tecnologia pode contribuir com a redução do consumo de recursos energéticos.

Desempenho (Pilares: A, E e S)

Energia limpa (Pilares: A)

Como Medir

Ter Classificação e Gradação para Selo de Sustentabilidade
- Resposta 69

Como Medir - Resposta 7
Ponderar como cada um dos três pilares afeta a sustentabilidade.

Considerar Questões Éticas, Morais e Religiosas

Considerar o Contexto Durante a Avaliação - Domínio e Objetivos

Reuso

Grau de reutilização (Pilares: A e E)
O quanto minha tecnologia computacional é reutilizável diante da criação de novas soluções de hardware e software.

Utilização de materiais recicláveis na produção do hardware (Pilares: A, E e S)

Os componentes devem ser recicláveis (Pilares: A)

Escolha de componentes de hardware sustentáveis (Pilares: A, E e S)

Descarte de material (Pilares: A)
Descarte de material em menor quantidade.

Ciclo de Desenvolvimento

De que Forma o Software foi Distribuído? - Resposta 104	Quais Ferramentas foram Utilizadas Durante o Ciclo de Desenvolvimento de Software	Cadeia Produtiva Sustentável	Considerar Modelo de Qualidade do Produto de Software da Norma ISO 9126
Apoio de Parcerias Externas para Cada um dos Ciclos	Obsolescência Proporcionar um maior tempo de vida útil ao software	Garantir Custos de Produção, e Mão-de-obra, com Vendas	Considerar Equipe Multidisciplinar no Desenvolvimento

Código

Código aberto para solução computacional (Pilares: E e S)

Escolha de licenças livres (Pilares: E e S)

Utilizar código livre (Pilares: E e S)

Modularização (Pilares: E)

A partir do diagrama de afinidades, incluindo as respostas do questionário, foi feita uma tabulação de resultados contemplando: aspectos e suas considerações, em que tipo da solução incidia (hardware ou software), quantos respondentes o mencionaram, em que agrupamento foi inserido durante a atividade, e em quais pilares da sustentabilidade afeta. Na Tabela 3 - Dados Consolidados do Diagrama de Afinidades, é apresentada a tabulação dos resultados do diagrama de afinidades.

Tabela 3 - Dados Consolidados do Diagrama de Afinidades

Aspectos	Considerações	Tipo	Nro. de Respondentes	Agrupamento	Pilares da Sustentabilidade Afetados		
					Ambiental	Social	Econômico
Materiais utilizados na construção	Menos poluentes e mais reutilizáveis	Hardware	35	Produção	x		x
Recursos energéticos	Menor consumo e maior vida útil	Hardware / Software	33	Produção	x	x	x
Reutilizável/reciclagem	Para novas criações	Hardware	31	Reutilização/Reciclagem	x	x	x
Visa o meio ambiente	Menores impactos	Hardware	26	Fatores Ambientais	x		
Obsolescência programada	Retardo no processo de obsolescência	Hardware / Software	19	Produção	x	x	x
Descarte de forma adequada		Hardware	18	Fatores Ambientais	x	x	x
Eficiência da solução	Visando recursos usados e resultados obtidos	Hardware / Software	14	Produção	x	x	x
Escalabilidade	Quanto a solução é escalável	Hardware	14	Produção	x	x	x
Gerenciamento do ciclo de vida do produto	Da produção ao descarte	hardware	7	Produção	x	x	x
Maximização do processo de desenvolvimento	Do software - utilizá-lo para economias	Software	7	Produção			x
Refatoração do software	Para melhor utilizar recursos	Software	6	Produção	x		x
Utilização de energia limpa	Exemplo, a solar	hardware	6	Fatores Ambientais	x		
Atende às necessidades	Dos clientes e o propósito que foi feito	Hardware / Software	5	Apoio do software		x	
Menor custo	Impactos econômicos	Hardware / Software	5	Fatores econômicos		x	x
Processo de fabricação	Utilizar energia limpa, e a produção menos recursos	Hardware / Software	5	Produção	x		
Usabilidade	Proporcionar boa experiência de uso	Hardware / Software	5	Apoio do software		x	
Ambiente saudável de produção	Para os trabalhadores	Hardware / Software	4	Fatores Humanos e sociais		x	
Atualizações facilitadas		Software	4	Apoio do software		x	
Estimular sustentabilidade através de interfaces		Software	4	Apoio do software	x	x	
Fatores Humanos	Atender diversos tipos de usuários	Hardware / Software	4	Fatores Humanos e sociais		x	
Melhoria na vida das pessoas	Bem estar	Hardware / Software	4	Fatores Humanos e sociais		x	
Preocupação com a saúde dos desenvolvedores		Software	4	Fatores Humanos e sociais		x	
Reuso, ou reutilização de código de software		Software	4	Produção			x
Benefícios para a sociedade		Hardware / Software	3	Fatores Humanos e sociais		x	
Código aberto		Software	3	Apoio do software		x	x
Emissão de gases	Menor emissão	Hardware	3	Fatores Ambientais	x		x
Emissão de menos radiação	Eletromagnética, nas pessoas	Hardware	3	Fatores Ambientais	x		
Destino adequado para lixo eletrônico		hardware	2	Reutilização/Reciclagem	x		
Lucro	Solução gera lucro	Hardware / Software	2	Fatores econômicos			x
Menor custo de manutenção		Hardware	2	Fatores econômicos			x
Acessibilidade		Hardware / Software	1	Apoio do software		x	
Colaboração da Comunidade	Na melhoria da produção	Hardware / Software	1	Fatores Humanos e sociais		x	
Comercialização e ética		Hardware / Software	1	Fatores econômicos		x	x
Corretude	Quanto a solução é politicamente correta	Hardware / Software	1	Produção	x		x
Criação de postos de coleta	Para o lixo tecnológico	hardware	1	Reutilização/Reciclagem	x	x	
Normas ISO	Para desenvolvimento sustentável	Hardware / Software	1	Documentação	x		x
Práticas de TI verde		Hardware	1	Fatores Ambientais	x		x
Sistema multiplataforma		Software	1	Apoio do software		x	x
Sobrecarga cognitiva e emocional no usuário		Hardware / Software	1	Fatores Humanos e sociais		x	
Softwares que facilitam o uso		Software	1	Apoio do software		x	
Governo cobrar ou estimular		Hardware / Software	0	Fatores não considerados		x	
Qualidade de software		Software	0	Fatores não considerados		x	x
Refrigeração		Hardware	0	Fatores não considerados	x		
Segurança		Hardware / Software	0	Fatores não considerados			x

A tabulação dos dados coletados retorna 44 de aspectos que caracterizam uma solução computacional sustentável. Nesse contexto é necessária a volta à literatura, de modo a contemplar, em uma visão especializada, fora dos limites da computação, e alicerçada por pesquisas mais abrangentes, fatores que norteiem a sustentabilidade em uma determinada solução.

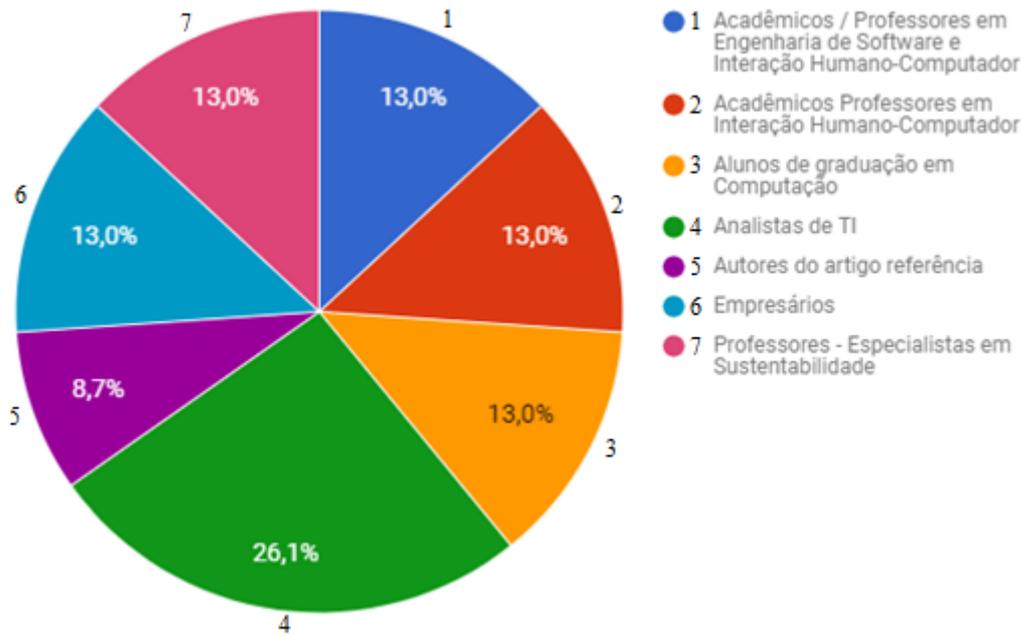
3.3. Instanciação do modelo de Delai e Takahashi

Dado a necessidade de se encontrar uma visão especializada de sustentabilidade – que contemple fatores norteadores para uma solução sustentável -, e que seja abrangente (independente da área da sociedade que tratará o desenho da solução de determinado produto), adotou-se, para a pesquisa, a estratégia de se buscar uma avaliação de sustentabilidade já consolidada em outra área. Tal estratégia visava investigar a viabilidade de uma instanciação que fizesse sentido para a área de computação. Assim, voltou-se à literatura na procura de avaliações. Logo foi encontrado um trabalho brasileiro que fornece um modelo de medição de sustentabilidade próprio. Esse trabalho aborda sete iniciativas de visões / conceitos de sustentabilidade que ajudaram na elaboração do seu sistema. Por atender às expectativas, citadas no início do parágrafo, foi escolhido o trabalho contido no artigo “*Sustainability measurement system: a reference model proposal*” (Delai e Takahashi, 2011), que foi abordado na Síntese do Levantamento Bibliográfico.

Entende-se que os temas e subtemas, para cada dimensão (sinônimo de pilar, e termo adotado por Delai, 2011), constituem também, além de características que possam ser mensuradas em todo o ciclo de vida da solução, fatores norteadores para tornar a solução mais sustentáveis. Aborda-se que esses fatores como preocupações, não necessariamente mensuráveis, que o designer precisa ter para buscar a sustentabilidade na solução em que atua.

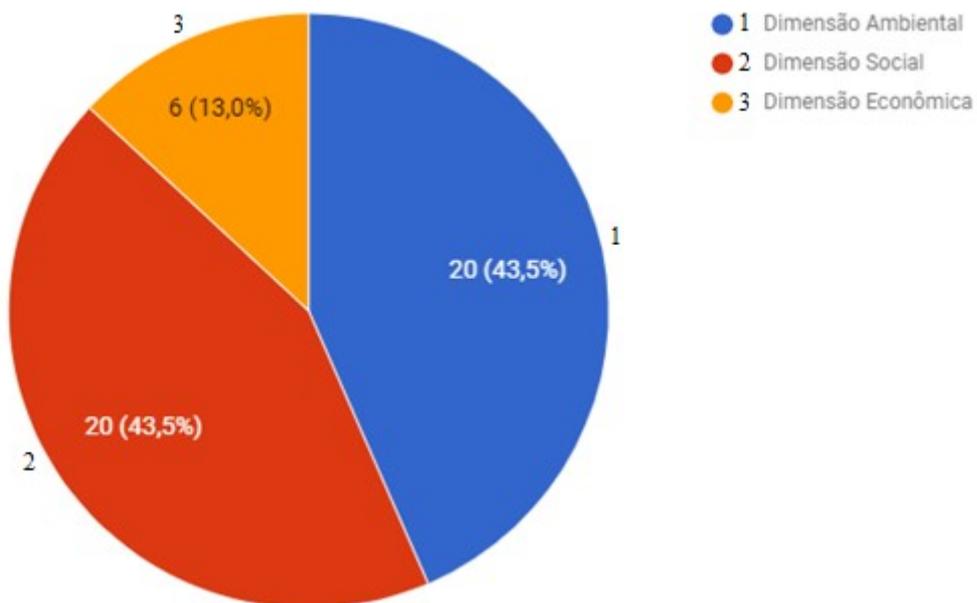
Com base nos temas e subtemas encontrados, obedecendo suas dimensões, foi elaborado o questionário “Instrumento de Apoio à Construção Colaborativa”. Esse visava explorar, com base nas respostas, possíveis indicadores para cada tema ou subtema, na dimensão específica. O público alvo do questionário, com total de 23 selecionados, era formado por Acadêmicos / Professores em Engenharia de Software e Interação Humano-Computador, Acadêmicos Professores em Interação Humano-Computador, Alunos de graduação em Computação, Analistas de TI, Autores do artigo referência (Delai e Takahashi), Empresários, e Professores - Especialistas em Sustentabilidade. O Gráfico 2 - Distribuição de Perfis do Público Alvo, como o próprio nome trata, indica a distribuição de perfis do público alvo do referido questionário.

Gráfico 2 - Distribuição de Perfis do Público Alvo



O questionário continha 46 perguntas para todo o tripé de sustentabilidade, com base nos temas e subtemas do artigo referência. No Gráfico 3 - Distribuição das Perguntas por Dimensão, como o próprio nome trata, identifica a distribuição de perguntas por dimensão (ambiental, social e econômica).

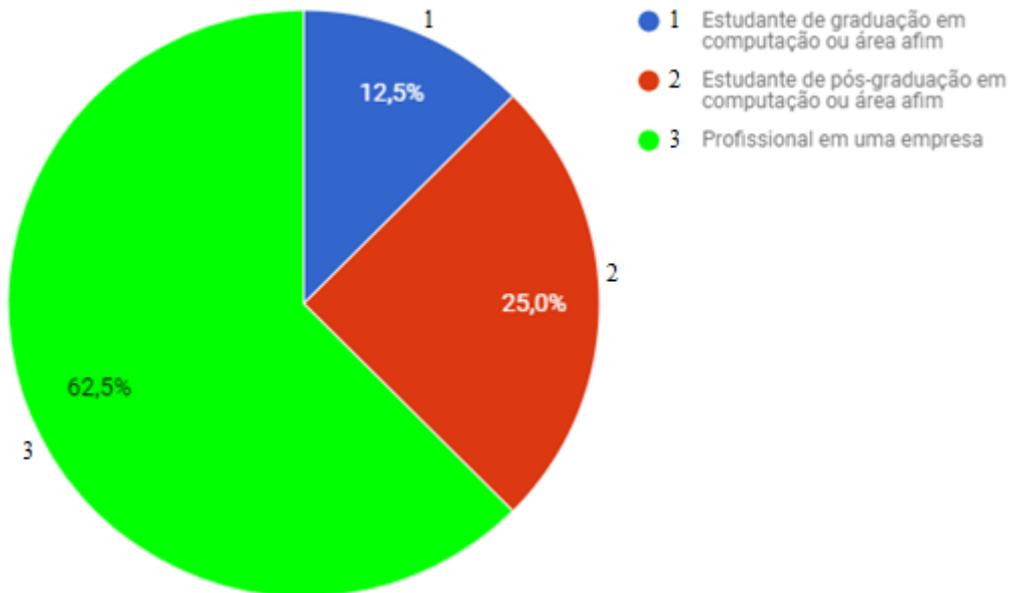
Gráfico 3 - Distribuição das Perguntas por Dimensão



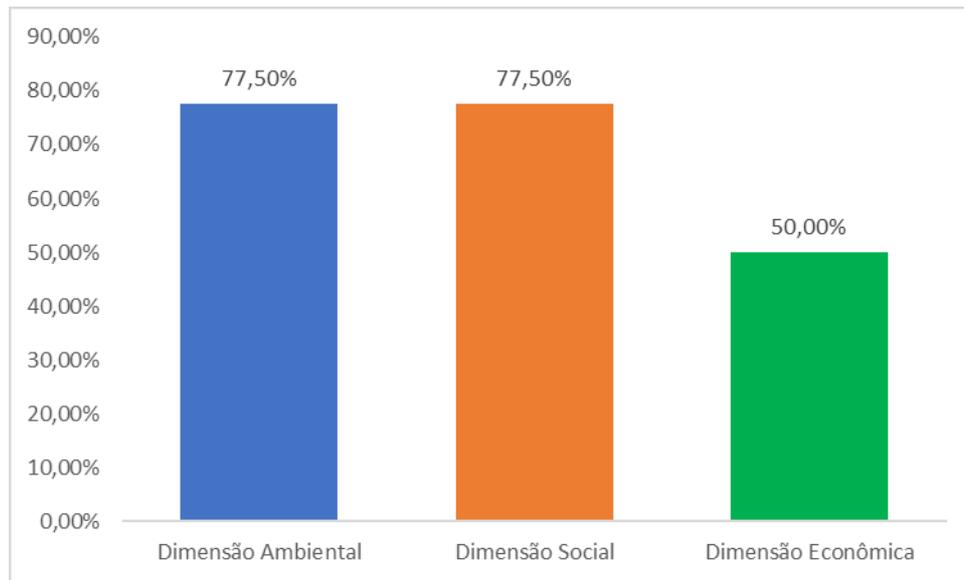
O questionário esteve aberto entre 22/11/2017 e 05/01/2018. Totalizou-se 8 respondentes. Apesar disso, em conversas com 5 respondentes, Analistas de TI, esses externaram que o questionário era deveras extenso, e que demoraram demasiadamente, mais de uma hora (o questionário deixava claro a estimativa de 1 hora e 10 minutos

para as respostas), para responde-lo. Isso explica, a princípio, o baixo número de respondentes. Como citado na Seção 1.3, essa amostra se caracteriza como não probabilística, por grupos e por conveniência. O Gráfico 4 - Distribuição de Perfis dos Respondentes, como o próprio nome trata, indica a distribuição de perfis dos respondentes do referido questionário.

Gráfico 4 - Distribuição de Perfis dos Respondentes



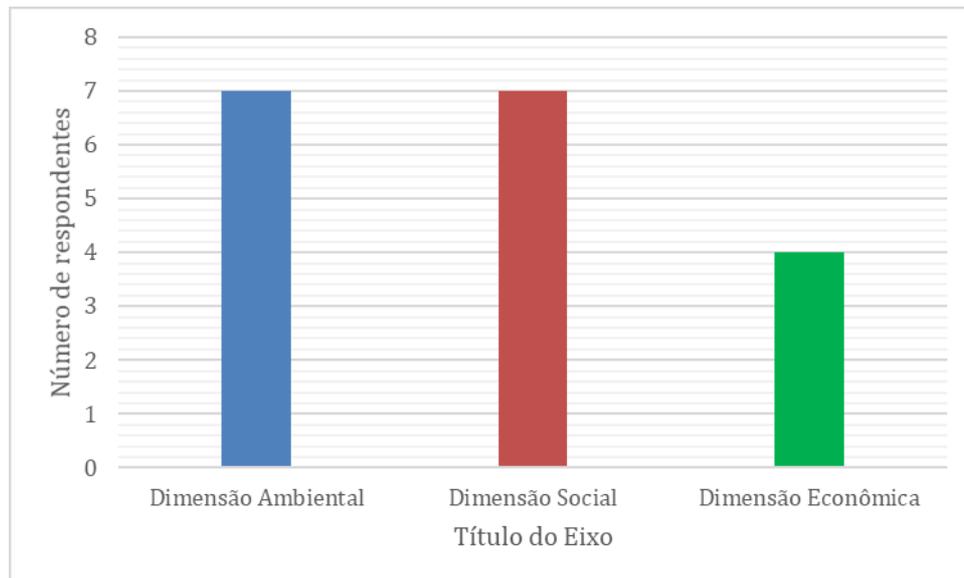
No Gráfico 5 - Cobertura de Respostas por Dimensão, como o próprio nome trata, corresponde à cobertura de todas as respostas por dimensão. Conclui-se que a dimensão econômica é que traz maior dificuldade para caracterização de indicadores correlatos. Pode-se também abstrair que essa dimensão é a que possui maiores dificuldades de se situar na sustentabilidade.

Gráfico 5 - Cobertura de Respostas por Dimensão

Ao tratar os dados, é desejável verificar quais questões obtiveram mais respostas, pois algumas perguntas não foram respondidas. Essas questões indicam que esse assunto é mais disseminado entre os respondentes, isto é, independente do perfil do respondente, há um conhecimento mais comum sobre essa questão, e, por consequência, para o tema e subtema correlatos.

Para encontrar as perguntas com mais respostas, essas foram filtradas por dimensão. Identificou-se o terceiro quartil, ou quartil superior. Como resultado, tem-se os 25% do total de questões com mais respostas. O terceiro quartil, em estatística, representa o valor a partir do qual se encontram os 25% dos valores mais elevados. Esse critério foi adotado para identificarmos as questões com maior número de respostas. O Gráfico 6 - 25% Das Questões com Mais Respostas traz os resultados por dimensão.

Gráfico 6 - 25% Das Questões com Mais Respostas



A partir de então, como já sinalizado, foi escolhido as questões com número de respostas maior, ou igual, ao seu respectivo terceiro quartil. Considerou-se também, nesse primeiro filtro, sugestões por dimensão, que o respondente relaciona, no questionário, ao final das questões de cada dimensão. Na Tabela 4 - Primeiro Filtro para Coleta de Diretivas (25% das questões com mais respostas, e sugestões), identificou-se as questões do primeiro filtro pelo seu número, e sua dimensão, tema e subtema. Em Anexo C - Questões para a Dimensão Ambiental, Anexo D - Questões para a Dimensão Social, e Anexo E - Questões para a Dimensão Econômica, identificou-se todas as questões para cada respectiva dimensão. Nesses, cada questão está numerada, de forma única, de 1 a 46.

Tabela 4 - Primeiro Filtro para Coleta de Diretivas (25% das questões com mais respostas, e sugestões)

Dimensão	Número da Questão	Tema	Subtema	Total de Respostas / Pergunta	Terceiro Quartil
Dimensão Ambiental	1	Ar	Emissões de aquecimento global	7	7
Dimensão Ambiental	2	Ar	Emissões de esgotamento do ozônio	7	7
Dimensão Ambiental	3	Ar	Acidificação atmosférica	7	7
Dimensão Ambiental	7	Terra	Geração de resíduos	7	7
Dimensão Ambiental	8	Materiais	Consumo de material	7	7
Dimensão Ambiental	10	Energia	Consumo e fontes	7	7
Dimensão Ambiental	11	Água	Consumo	7	7
Dimensão Ambiental	13	Água	Demanda aquática por oxigênio	7	7
Dimensão Ambiental	14	Água	Ecotoxicidade para a vida aquática	7	7
Dimensão Ambiental	19	Produtos e serviços	Reciclabilidade do produto	7	7
Sugestões para Indicadores - Dimensão Ambiental	N/A	N/A	N/A	5	N/A
Dimensão Social	21	Práticas laborais e trabalho decentes	Educação, treinamento e desenvolvimentos	7	7
Dimensão Social	23	Práticas laborais e trabalho decentes	Saúde e segurança	8	7
Dimensão Social	24	Práticas laborais e trabalho decentes	Criação de emprego	7	7
Dimensão Social	25	Práticas laborais e trabalho decentes	Atração e retenção de talentos	8	7
Dimensão Social	29	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Produtos e etiquetas	7	7
Dimensão Social	31	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Respeito pela privacidade do cliente	8	7
Sugestões para Indicadores - Dimensão Social	N/A	N/A	N/A	1	N/A
Dimensão Econômica	41	Investidores	Governança corporativa	4	4
Dimensão Econômica	42	Investidores	Remuneração dos acionistas	4	4
Dimensão Econômica	43	Investimentos	Capital empregado	4	4
Dimensão Econômica	44	Investimentos	Pesquisa e desenvolvimento	4	4
Dimensão Econômica	45	Lucro e valor	N/A	4	4
Dimensão Econômica	46	Gerenciamento de crise	N/A	4	4
Sugestões para Indicadores - Dimensão Econômica	N/A	N/A	N/A	0	N/A

Tem se agora um conjunto de diretivas, que precisa, evidentemente, ser examinado.

3.4. Proposição das Diretivas

Como já explicitado, na Seção 3.3, entende-se, no modelo SMS proposto por Delai (2011) que cada nós-folha da árvore, para as três dimensões do tripé da sustentabilidade, sejam esses nós-folha temas ou subtemas, representam diretivas, nortes para buscas de uma solução sustentável.

Nesse contexto o caminho, pretende-se identificar as diretivas com base nas questões, do questionário abordado em 3.3. Instanciação do modelo de Delai e Takahashi, com maior incidência de respostas - ainda que o número de respondentes e representação de perfis seja baixo, entende-se que reflete a percepção de um universo maior, considerando mais respondentes, representando, inclusive, mais perfis. Essas questões transmitem que os temas e subtemas correlatos a essas questões constituem um conhecimento comum entre os respondentes, como já exposto. Será tratado esse primeiro filtro, que trabalha sobre o terceiro quartil do número de respostas das questões por dimensão, também em 3.3. Instanciação do modelo de Delai e Takahashi.

Foram coletadas 10 questões para a dimensão ambiental, 6 para a dimensão social e 6 para a dimensão econômica, e os temas e subtemas correlacionados, o que constituem os nós-folha, diretivas em uma primeira investigação. Cada diretiva é fruto de uma questão, atrelada à uma dimensão, a um tema, e a um subtema.

Desse grupo de 22 diretivas, será explorado, investigado, cada resposta das questões selecionadas, incluindo também as sugestões, que na pesquisa trouxe poucos dados.

Avaliando as respostas a dimensão ambiental:

1. Questão 1, o subtema emissões de aquecimento global é pertinente. Os respondentes abordaram, de modo geral, a emissão de gases para a construção dos componentes, e até manutenção dos mesmos, como geradores que utilizam combustível orgânico. Depreende-se também das respostas, ligadas diretamente ao impacto do software, resfriamento dos componentes x consumo de CPU: como abordado pelos respondentes 1,2 e 4, na questão 1. Entende-se que o resfriamento não se contextualiza de forma direta ao subtema emissões de aquecimento global, que aborda a questão. Porém, tem relevância, porque afeta a temperatura do entorno, muitas vezes usando para isso água proveniente do mar, lago, etc. O consumo da CPU demanda mais energia elétrica, numa interação não positiva com ambiente;
2. Questão 2, o subtema emissões de esgotamento do ozônio não é pertinente nesse primeiro momento. O assunto não foi profundamente tratado pelos respondentes. Os mesmos, de modo geral, invocam as respostas da questão 1, sem dar foco nos gases que degeneram a camada de ozônio;
3. Questão 3, o subtema acidificação atmosférica é pertinente. Ainda que não seja consenso entre os respondentes, o respondente 6, deixa claro a abordagem de fabricação componente, tendo, como um dos produtos, que podem incidir em chuva ácida, como o dióxido de enxofre (SO^2), tornando o solo mais ácido;

4. Na questão 7, o subtema geração de resíduos é pertinente. É consenso, entre a maioria dos respondentes, a questão do lixo, ou material descartado, produzido. Os respondentes 4 e 6, fazem menção a metais pesados, como lixo produzido;
5. Na questão 8, o subtema consumo de material é pertinente. A maioria dos respondentes aborda a questão do consumo de materiais, ainda que não entrem no mérito se essa matéria-prima é renovável, ou não. Uma resposta que tende a provocar essa reflexão vem do respondente 7, que pondera medidas que apoiem a utilização de materiais recicláveis;
6. Na questão 10, o subtema consumo e fontes é pertinente. Os respondentes, de modo geral, ainda que não caracterizem como o tema água é afetado, relacionam o assunto com o consumo de energia da solução, eficiência energética – termo abordado pelos respondentes 1 e 2. O respondente 5 menciona a aplicação dos indicadores ISO que avaliam a eco eficiência;
7. Na questão 11, o subtema consumo é pertinente. Não há um consenso entre os respondentes sobre qual item de consumo específico a considerar, ainda que entenda o assunto como relevante, dada as respostas. Os respondentes 6, 7 e 8, citam a água consumida para a solução, o que aderente ao tema água, abordada na questão. O respondente 2 entra no mérito do custo dos componentes eletrônicos. O respondente um provoca reflexão frente ao consumo de CPU, temperatura de computadores, e eficiência energética;
8. Na questão 13, o subtema demanda aquática por oxigênio é pertinente. De modo geral os respondentes citaram a importância dos lixos produzidos que incidem nesse assunto, que se entende como fatores que contribuem para diminuição do oxigênio na água. Porém, falta caracterizar, no ciclo de vida da solução, quais lixos produzidos que interferem no oxigênio da água, como relata o respondente 6;
9. Na questão 14, o subtema ecotoxicidade para a vida aquática é pertinente. É consenso, para maioria dos respondentes, a necessidade de preocupação com o descarte que afeta a vida aquática. Os respondentes 2 e 8 indicam metais como fatores que afetam esse subtema. O respondente 6 sinaliza a observação de um ser vivo, aquático, que sirva de sinalizador de toxicidade da água;
10. Questão 19, o subtema reciclabilidade do produto é pertinente. Os respondentes, em maioria, entendem, pelas respostas dadas, que materiais reciclados devem estar presentes no ciclo de vida da solução. O respondente aborda que não só o hardware deve fazer uso da reciclagem, como também o software, o que se pode entender como reuso. O respondente 6 provoca a reflexão sobre a relação valor financeiro recuperado da reciclagem versus o retorno sobre o patrimônio;
e
11. Frente a sugestões, os respondentes não conseguiram citar mais indicadores, sem o apoio do tema e subtema, com a exemplificação adequada. O respondente 4 pondera que seria necessário

um conhecimento pormenorizado dos processos de criação para que fosse possível sugerir bons indicadores.

Avaliando as respostas a dimensão social:

1. Na questão 21, o subtema educação, treinamento e desenvolvimentos, é pertinente. A maioria dos respondentes entende, pelas respostas, a relevância do assunto. O respondente 1 sugere uma medição de desempenho e satisfação dos funcionários. O respondente 2 sinaliza um indicador que trata do capital produzido em hardware ou software versus capital investido em treinamentos. O respondente 4 cita, correlacionando ao subtema, indicadores de usabilidade e acessibilidade, indicadores para mensurar aprendizado, e indicadores de satisfação de uso;
2. Na questão 23, o subtema saúde e segurança é pertinente. Os respondentes, em sua maioria, relevam a importância do assunto. O modo como tratar o assunto é variado. O respondente 1 menciona quantidade de incidentes no trabalho, e quantidade de afastamentos. O respondente 3 aborda a proporção de pessoas que fazem exercício regularmente. O respondente 4 cita indicadores para estresse, lesões de trabalho (por exemplo, RSI). O respondente 5 evoca comparação desse assunto na empresa com o que é praticado no mundo. O respondente 6 relaciona volume financeiro gasto com faltas, licenças médicas por funcionário. O respondente 7 relata que todos os direitos trabalhistas devem ser considerados nesse indicador. O respondente 8 trata de indicador comparativo entre quantidade de acidentes e quantidade de acidentes resolvidos com sucesso e não sucesso; como também indicador de investimento em segurança dentro da empresa;
3. Na questão 24, o subtema criação de emprego é pertinente. É consenso entre os respondentes a relevância do assunto. O respondente 2 sugere, como medição, que em uma empresa, ano a ano, capital gerado ou peso produzido em componentes de hardware versus novos empregos. O respondente 3 cita proporção de funcionários com necessidades especiais. O respondente 4 pondera que a redução de vagas pode significar automação, bom economicamente para a empresa, mas ruim socialmente;
4. Na questão 25, o subtema atração e retenção de talentos. Os respondentes transmitem a importância desse assunto. Dos comentários dos respondentes 1, 7 e 8, depreende-se a preocupação frente à carreira do funcionário. Os respondentes 2 e 6 sugerem medições que levem em conta a rotatividade;
5. Na questão 29, o subtema produtos e etiquetas é pertinente. Quatro respondentes, 1, 5, 7 e 8, entendem relevantes esse assunto. Entendem que os produtos devem conter informações relevantes aos clientes. O respondente 5 sugere a abordagem da Norma ISO 14020;
6. Questão 31, o subtema respeito pela privacidade do cliente é pertinente. A maioria dos respondentes veem como relevante o sigilo às informações do cliente, como respeito a sua

privacidade. O respondente 3 faz menção de criptografia dos dados dos clientes, de modo que terceiro, mesmo em posse da base de dados, não possam extrair informações. O respondente 4 trata que se especifique os dados coletados, como são processados, e como são divulgados / vendidos; e

7. Frente a sugestões, os respondentes não fizeram sugestões.

Avaliando as respostas a dimensão econômica:

1. Na questão 41, o subtema governança corporativa é pertinente. Três respondentes que responderam à questão veem importância do assunto. O respondente 6 cita o rating de avaliação de mercado sobre a empresa. O respondente 7 menciona que esse indicador deve levar em consideração todo tipo de comunicação com investidores, sua satisfação e reclamação. O respondente 8 escreve sobre o indicador de satisfação dos investidores como suas reclamações, como também indicador das comunicações entre as partes: empresa e investidores, para melhor transparência sobre o estado da governança corporativa da empresa;
2. Na questão 42, o subtema remuneração dos acionistas é pertinente. Quatro respondentes, pelas suas respostas, demonstram a importância desse assunto. O respondente 5 trata de quanto o investidor gastou versus quanto lucrou. O respondente 6 menciona volume de remuneração por componente ou peça ou VPL (valor presente líquido) do projeto. O respondente 7 diz que esse indicador deve levar em consideração os números indicados pelo rendimento dos dividendos, ou seja o que foi recebido e o que foi investido. O respondente 8 escreve sobre indicador de confiança dos acionistas com a empresa;
3. Na questão 43, o subtema capital empregado é pertinente. Quatro respondentes, pelas suas respostas, demonstram a importância desse assunto. O respondente 5 trata de quanto a empresa cresceu intelectualmente. O respondente 6 diz sobre o lucro líquido por componente ou peça ou VPL do projeto. O respondente 7 menciona que a partir da avaliação, quanto maior os indicadores do retorno de investimento e da tendência de investimento, maiores os índices resultantes. O respondente 8 escreve sobre indicador de retorno médio sobre o capital empregado como também da porcentagem de sobre o investimento inicial (quantidade) pelo investidor durante um período de tempo;
4. Na questão 44, o subtema pesquisa e desenvolvimento é pertinente. Três respondentes, pelas suas respostas, demonstram a importância desse assunto. O respondente 2 cita a medida investimento na produção versus investimento em R&D. O respondente 7 menciona que a partir da avaliação, quanto maior os indicadores do investimento em pesquisa e desenvolvimento, maiores os índices resultantes. O respondente 8 escreve sobre indicador de investimentos em pesquisas para se obter maior sustentabilidade a longo prazo em seus produtos em desenvolvimento;

5. Na questão 45, o tema lucro e valor é pertinente. Quatro respondentes, pelas suas respostas, demonstram a importância desse assunto. O respondente 5 cita a medição de quanto a empresa vale no mercado e como ela é vista. O respondente 6 menciona taxa de evolução dos preços das ações. O respondente 7 diz que esses indicadores devem considerar todos os resultados financeiros das organizações. O respondente 8 trata do indicador percentual de lucro anual da empresa em relação com investimento total anual;
6. Na questão 46, o tema gerenciamento de crise é pertinente. Três respondentes, pelas suas respostas, demonstram a importância desse assunto. O respondente 5 cita a necessidade de verificar a estrutura organizacional e a sustentabilidade do negócio. O respondente 7 diz que esse indicador deve considerar quão preparada a empresa está para futuras crises e ainda a gestão das crises em andamento e meios considerados para sair da crise. O respondente 8 escreve sobre indicador de preparo por parte da empresa em lidar com crises e indicadores de como a estrutura da empresa está preparada para prevenir possíveis futuras crises; e
7. Frente a sugestões, os respondentes não fizeram sugestões.

Do conjunto inicial de 22 diretivas, após essa análise mais acurada, isto é, identificou-se para os respondentes: se a questão faz sentido, como se entender a questões, sugestão de métricas para a medição daquele subtema, ou tema, em soluções computacionais. Dado esse crivo, restaram 21 diretivas, relacionadas na Tabela 4 - Diretivas Identificadas, que se julga aqui como mais relevantes para nortear soluções computacionais em prol da sustentabilidade.

Tabela 5 - Diretivas Identificadas

Dimensão	Diretiva
Dimensão Ambiental	Acidificação atmosférica
Dimensão Ambiental	Consumo
Dimensão Ambiental	Consumo de material
Dimensão Ambiental	Consumo e fontes
Dimensão Ambiental	Demanda aquática por oxigênio
Dimensão Ambiental	Ecotoxicidade para a vida aquática
Dimensão Ambiental	Emissões de aquecimento global
Dimensão Ambiental	Geração de resíduos
Dimensão Ambiental	Reciclabilidade do produto
Dimensão Econômica	Capital empregado
Dimensão Econômica	Gerenciamento de crise
Dimensão Econômica	Governança corporativa
Dimensão Econômica	Lucro e valor
Dimensão Econômica	Pesquisa e desenvolvimento
Dimensão Econômica	Remuneração dos acionistas
Dimensão Social	Atração e retenção de talentos
Dimensão Social	Criação de emprego
Dimensão Social	Educação, treinamento e desenvolvimentos
Dimensão Social	Produtos e etiquetas
Dimensão Social	Respeito pela privacidade do cliente
Dimensão Social	Saúde e segurança

Essas diretivas são detalhadas a seguir:

1. **Acidificação atmosférica**, tema ar da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores gera emissão de gases para a atmosfera que podem contribuir para a acidificação da atmosfera. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; priorizar fabricantes que atentem para o controle na emissão de gases durante o processo de fabricação das peças; utilizar hardware em que o resfriamento dependa minimamente de combustíveis fósseis; e, correlacionado, usar softwares mais eficientes energeticamente, isto é, que demandem menos processamento, e por consequência, menos necessidade de resfriamento;
2. **Consumo**, tema água da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores implica em consumo de água. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; priorizar fabricantes que utilizem menos água para produção e operação de seus produtos; e, correlacionado, usar softwares mais eficientes energeticamente, isto é, que demandem menos processamento, e por consequência, menos necessidade de resfriamento por água;
3. **Consumo de material**, tema materiais da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores demandam recursos naturais, renováveis e/ou não renováveis. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos

hardware; e priorizar fabricantes que priorizem na confecção de seus produtos, matérias-primas renováveis na natureza, ou recicláveis;

4. **Consumo e fontes**, tema energia da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores implica em consumo de recursos energéticos. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; priorizar fabricantes que atentem para a eficiência de consumo energético na construção e operação de seus produtos, como também atentar a fontes que não produzam também gases que tenham impacto na atmosfera, seja em termos de acidificação, ou aquecimento; utilizar hardware em que o resfriamento dependa minimamente de combustíveis fósseis; e, correlacionado, usar softwares mais eficientes energeticamente, isto é, que demandem menos processamento, e por consequência, menos necessidade de resfriamento;
5. **Demanda aquática por oxigênio**, da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores implica em produção, secundária, poluidores que são despejados em corpos d'água, como: ácido acético, acetona, nitrato de amônio em solução, sulfato de amônio em solução, clorotrifluoroetano, dicloroetano (edc), etileno, etilenoglicol, íon ferroso, metanol, metacrilato de metilo, metileno cloreto, fenol e cloreto de vinila (ICHEME, 2005 apud Delai, 2011); e em poluição termal, como exemplo, uso de água de corpos d'água vizinhos para resfriamento de equipamentos. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; priorizar fabricantes que atentem para produção que não contamine corpos d'água, como também atentar a fontes energéticas que não demandem água, de corpos d'água para resfriamento, como usinas atômicas; utilizar hardware em que o resfriamento dependa minimamente de trocas temperatura com corpos d'água; e, correlacionado, usar softwares mais eficientes energeticamente, isto é, que demandem menos processamento, e por consequência, menos necessidade de resfriamento;
6. **Ecotoxicidade para a vida aquática**, da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores implica em produção de metais pesados, tais como: arsênio, cádmio, cromo, cobre, ferro, chumbo, manganês, mercúrio, níquel, vanádio e zinco. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; e priorizar fabricantes que atentem para que não produzam, ou produzam minimamente (com descarte apropriado, protegendo os corpos d'água) tais metais pesados;
7. **Emissões de aquecimento global**, tema ar da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores gera emissão de gases para a atmosfera que podem contribuir para o aquecimento global. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; priorizar fabricantes que atentem para o controle na emissão de gases durante o processo de fabricação das peças; utilizar hardware em que o

resfriamento dependa minimamente de combustíveis fósseis; e, correlacionado, usar softwares mais eficientes energeticamente, isto é, que demandem menos processamento, e por consequência, menos necessidade de resfriamento;

8. **Geração de resíduos**, tema terra da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores implica em produção de resíduos tóxicos, ao bioma, que são despejados na terra. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; e priorizar fabricantes que atentem para que não produzam, ou produzam minimamente (com descarte apropriado, em ambiente seguro) tais metais resíduos tóxicos;
9. **Reciclabilidade do produto**, tema produtos e serviços da dimensão ambiental: a construção e manutenção de partes de computadores e produção de software demanda o uso recursos, que pode ser reciclável (reutilizado), ou não. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se utilizar menos hardware; e priorizar fabricantes que atentem para uso de matérias-primas recicláveis na produção. Também priorizar sistemas de software flexíveis que atendam a diferentes contextos de uso, minimizando a necessidade de atualizações constantes;
10. **Capital empregado**, tema investimentos da dimensão econômica: a construção e manutenção de partes de computadores implicam em investimentos. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia os investimentos feitos por uma empresa e seu retorno médio sobre o capital empregado; isso mostra quão atrativa e eficiente é uma empresa na aplicação do capital investido pelos acionistas e investidores. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável mantém investimentos, com retorno sobre o capital empregado;
11. **Governança corporativa**, tema investidores da dimensão econômica: a construção e manutenção de partes de computadores implicam na adoção de estratégias, ações, comportamentos, e processos, para manutenção da empresa responsável. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia as práticas de governança corporativa; a governança corporativa “está preocupada com os processos pelos quais as organizações são direcionadas, controladas e responsabilizadas” (Australian Standard AS8000, 2003); trata-se dos direitos e responsabilidades do conselho de administração, da administração, dos acionistas e de outras partes interessadas (OECD, 2005); a governança corporativa afeta a redução do risco de crise, de falhas, de danos na reputação e de licença para operar; quanto mais transparente é a empresa, menor será o risco de mau comportamento. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável é transparente em suas estratégias, ações, comportamentos

e processos, enfim, tendo governança corporativa, implicando em redução do risco de crise, de falhas, de danos na reputação e de licença para operar.

12. **Lucro e valor**, da dimensão econômica: a construção e manutenção de partes de computadores e softwares implicam na adoção de estratégias, ações, comportamentos, e processos, para manutenção da empresa responsável. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): mede a criação de riqueza de uma organização e está relacionado com os resultados financeiros tradicionais que são cruciais para a sustentabilidade a curto e longo prazos de todos os tipos de organizações. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável tem resultados bons resultados financeiros, para sua manutenção a curto e médio prazos;
13. **Gerenciamento de crise**, da dimensão econômica: a construção e manutenção de partes de computadores implicam que a empresa responsável gerencie e previna crises. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia como uma empresa gerencia possíveis crises e como sua estrutura é usada para preveni-la; tem uma alta conexão com reputação e licença para operar proteção. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável possui eficiente gestão e prevenção de crises;
14. **Pesquisa e desenvolvimento**, tema investimentos da dimensão econômica: a construção e manutenção de partes de computadores tem origem na estratégia das fabricantes de soluções computacionais com intuito de confeccionar produtos mais sustentáveis. De acordo com (Hilson, 2003 apud Delai, 2011), concentrar-se na inovação e no desenvolvimento de novos produtos são as únicas maneiras pelas quais as empresas podem criar riqueza a longo prazo. Nesse sentido, uma solução computacional pode ser considerada mais sustentável se empresas, com longa preocupação em pesquisa e desenvolvimento, contemplarem design sustentável para elaboração de seus produtos;
15. **Remuneração dos acionistas**, tema investidores da dimensão econômica: a construção e manutenção de partes de computadores dependem de fabricantes / empresas, mantidas por um grupo de acionistas, que precisam estar satisfeitos com seus dividendos. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto gera dividendos que satisfaçam seus acionistas, permitindo continuidade de investimentos;
16. **Atração e retenção de talentos**, tema práticas laborais e trabalho decentes da dimensão social: a construção e manutenção de partes de computadores dependem de mão-de-obra. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia como uma empresa gerencia a satisfação e retenção de seu capital humano; inclui a avaliação dos três tipos de remuneração: salário e benefícios, bônus e outros (como promoções, acesso a programas de desenvolvimento), bem como as taxas de satisfação, retenção e promoção dos empregados. Assim, pode-se entender uma solução

computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto gera satisfação e retenção de sua mão-de-obra;

17. **Criação de emprego**, tema práticas laborais e trabalho decentes da dimensão social: a construção e manutenção de partes de computadores dependem de mão-de-obra, e conseqüente geração de emprego. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia a contribuição de uma empresa para o desenvolvimento da região onde atua com foco no número de criação líquida de empregos (direta e indireta) e na forma como uma empresa gerencia suas redundâncias; a criação de emprego é um assunto importante, pois afeta a taxa de emprego de uma região ou país (GRI, 2002), que é uma das principais causas da pobreza de acordo com a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (2002); demonstra não apenas o potencial de crescimento da empresa, mas também a responsabilidade social no fornecimento de oportunidades de emprego Wang (2005); além disso, a forma como uma empresa gerencia suas questões de emprego, principalmente redundâncias, afetará sua reputação e licença para operar, bem como seus resultados financeiros devido a possíveis problemas legais. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto gera empregos, com responsabilidade social;
18. **Educação, treinamento e desenvolvimentos**, tema práticas laborais e trabalho decentes da dimensão social: a construção e manutenção de partes de computadores dependem de treinamento da mão-de-obra, para exercício das atividades, atuais e previstas. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): refere-se aos três níveis principais de educação corporativa; de acordo com Eboli (2002 apud Delai, 2011): o treinamento visa melhorar o desempenho dos funcionários em uma tarefa específica com impacto de curto prazo, o desenvolvimento concentra-se em habilidades e objetivos dos funcionários para que eles possam assumir posições novas e futuras em um termo intermediário, enquanto a educação procura desenvolver uma aprendizagem ao longo da vida centrada nas atitudes; é uma questão fundamental, uma vez que a educação é um elemento fundamental para atender às necessidades humanas, alcançar a igualdade, o acesso à informação e a conseqüente redução da pobreza (Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável, 2002); além disso, na economia do conhecimento, o capital humano (habilidades, educação, atitudes e agilidade intelectual) tornou-se um fator chave para a competitividade. O autor deste trabalho entende que como o subtema Diversidade e Oportunidade não foi contemplado pelos respondentes, de maneira que o critério de seleção de diretivas pudesse contemplá-lo – isso pela fragilidade de divulgação social do assunto para conscientização, pode-se inserir a inclusão e respeito à diversidade, incluindo ações relevantes, como acessibilidade – o autor está ciente que essa inclusão faz dezoar a diretiva do subtema no sistema original de Delai (2011). Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção

- e/ou manutenção do produto promova educação, treinamentos e desenvolvimentos, contemplando nessas ações inclusão e respeito à diversidade, aos seus funcionários;
19. **Produtos e etiquetas**, tema gerenciamento de relacionamento com clientes da dimensão social: a construção e manutenção de partes de computadores implicam na identificação dos produtos. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): analisa a capacidade de fornecer informações e rotulagem adequadas em relação a todas as funcionalidades e implicações de sustentabilidade dos produtos, bem como o cumprimento de regulamentos específicos, códigos e leis; os principais impactos deste subtema estão relacionados não apenas às consequências financeiras diretas em termos de penalidades e finanças, mas também riscos para reputação e fidelidade e satisfação do cliente (GRI, 2002). Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto mantém informações necessárias, e quais seus impactos na sustentabilidade, na sua rotulagem;
 20. **Respeito pela privacidade do cliente**, tema gerenciamento de relacionamento com clientes da dimensão social: a construção e manutenção de partes de computadores implicam na posse de dados de clientes. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia a medida em que os sistemas e procedimentos de uma empresa protegem a informação pessoal de seus clientes, a fim de evitar o abuso de direitos individuais, perda financeira, risco de terrorismo ou outros danos pessoais ou comerciais, bem como o cumprimento dos regulamentos e leis. Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto mantém protegidos os dados de dos clientes, quiçá criptografados, impedindo o uso indevido desses por funcionários da empresa, ou por ataques externos ao seu sistema; e
 21. **Saúde e segurança**, tema práticas laborais e trabalho decentes da dimensão social: a construção e manutenção de partes de computadores implicam na posse de dados de clientes. Esse subtema, de acordo com Delai (2011): avalia como as organizações gerenciam a saúde e segurança ocupacional dos empregados; inclui a avaliação de lesões e doenças ocupacionais, a forma como uma empresa gerencia a prevenção dessas ocorrências e a propagação de doenças transmissíveis e HIV / AIDS, impactos de saúde e segurança na produtividade dos funcionários (Comissão sobre Desenvolvimento Sustentável, 2002, GRI, 2002), em termos de moral (GRI, 2002) e na licença de operação (GRI, 2002). Assim, pode-se entender uma solução computacional sustentável, se a empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto mantém gestão de saúde e segurança ocupacional dos empregados, dirimindo, neles, lesões, doenças ocupacionais, doenças transmissíveis, e impactos de saúde, e promovendo segurança na produtividade dos funcionários.

Capítulo 4

Apreciação por profissionais de computação do conjunto de diretivas proposto

Levantadas as diretivas de sustentabilidade para uma solução computacional, é altamente desejável que a mesmas sejam apreciadas, ou na aplicação das mesmas em conjunto mínimo de soluções computacionais - do que se depreende prazo significativo, porque é preciso compreender o período desde a concepção até o descarte da solução; ou por uma apreciação de especialistas – no âmbito da computação, que analisariam, em primeiro momento, a potencial contribuição das diretivas. Essa alternativa tem vantagem de prazo, já que não é necessário passar por todas as etapas do ciclo de vida das soluções escolhidas. Aqui foram selecionados 2 especialistas, amostra que se caracteriza como não probabilística, por grupos e por conveniência.

Na apreciação dos especialistas, levando em conta seus olhares no âmbito da computação e suas disponibilidades, foram convidados dois pesquisadores na área da computação. Os dois especialistas são pós-doutores em computação, atuando como pesquisadores e docentes, possuindo interesse no tema abordado.

Aqui será descrito a percepção de cada especialista, que serão denominados de especialista 1 e especialista 2 – ordenação apenas pelo momento de disponibilidade dos mesmos para apreciação das diretivas.

Para os especialistas foi especificada as seguintes orientações de apreciação:

Solicita-se que você leia as 21 diretrizes apresentadas e responda às seguintes perguntas:

1. Descreva brevemente a sua formação e trajetória profissional.

Com relação à relevância do conjunto de diretrizes apresentado:

2. Você entende que há relação dessas diretivas com o conceito de sustentabilidade? Justifique com exemplos.

Com relação à relevância do conjunto de diretrizes apresentado:

3. Você entende que esse conjunto é relevante para a avaliação da sustentabilidade em soluções computacionais? Justifique com exemplos.

Com relação à aplicabilidade do conjunto de diretrizes apresentado:

4. Você entende que uma equipe de profissionais pode se guiar por esse conjunto para refletir sobre a avaliação da sustentabilidade em soluções computacionais? Justifique com exemplos.

Com relação à aplicabilidade do conjunto de diretrizes apresentado:

5. Caso afirmativo na questão 4, em que momento da fase de desenvolvimento de uma solução de software e hardware você entende que esse conjunto pode ser aplicado? Justifique com exemplos.

6. Sobre o conjunto de diretrizes apresentado, faça outras considerações que achar pertinentes.

As respostas do especialista 1:

Questão 1:

Após o término do curso de graduação em 1998, ingressei em 1999 no programa de pós-graduação do ICMC/USP São Carlos atuando em pesquisas na área de sistemas aéreos não tripulados. Em 2001, após o término do mestrado, fui convidado a compor o departamento de P&D de uma empresa de tecnologia voltada ao desenvolvimento de soluções tecnológicas para o mercado agrícola/ambiental com foco em processamento de imagens, sistemas embarcados, sensores e sistemas aéreos e terrestres autônomos. Em 2008 ingressei no programa de pós-graduação da EESC-SEL/USP com foco em pesquisa na área de visão computacional e sistemas terrestres robóticos. Em 2015 passei a atuar como docente no departamento de computação da UFSCar.

Questão 2:

Acredito que as diretivas apresentadas estão totalmente relacionadas aos conceitos de sustentabilidade. A sustentabilidade no processo produtivo de soluções computacionais deve abranger desde a seleção de materiais para a produção e também para o desenvolvimento até a preocupação com os resíduos gerados. O lixo eletrônico, por exemplo, é um tema negligenciado atualmente e está se tornando um grande problema e para que a tecnologia não se torne um fardo para a sociedade é imprescindível a preocupação com as questões de sustentabilidade de forma abrangente.

Questão 3:

Acredito que sim, pois engloba desde os materiais empregados no desenvolvimento/produção até a preocupação com consumidores, funcionários e acionistas.

Questão 4:

Acredito ser de grande importância a reflexão sobre a sustentabilidade em soluções computacionais e cabe aos profissionais da área refletirem sobre esse tema. Um conjunto de diretivas como o apresentado tente a facilitar esse processo. Muitos fabricantes já adotam diretivas ou padrões de fabricação para os seus produtos e cabe aos profissionais da área a seleção de soluções computacionais mais sustentáveis. Como exemplo pode-se citar:

- *RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances), também conhecida como lei sem chumbo, é uma diretiva europeia que proíbe que substâncias perigosas como o cádmio (Cd), mercúrio (Hg), cromo hexavalente (Cr(VI)), bifenilos polibromados (PBBs), éteres difenil-polibromados (PBDEs) e chumbo (Pb) sejam utilizadas em processos de fabricação de produtos. Revendedores de componentes eletrônicos já incluem a informação de RoHS compliance em sua lista de produtos.*

- *Energy Star é um padrão internacional para o consumo eficiente de energia lançado pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos destinado a identificar e promover produtos que buscam melhor eficiência energética. Muitos fabricantes de hardware incluem o selo Energy Star em seus produtos indicando a preocupação com o consumo de energia.*

Questão 5:

Acredito ser aplicável em todos os momentos, desde a construção das instalações da empresa até a seleção de componentes de hardware para a produção e desenvolvimento das soluções computacionais: uso de instalações que utilizam energia oriunda de fontes renováveis, que dispõem de tratamento e efluentes, que reutilizem água, etc.; deleção de componentes ou equipamentos que atendam a padrões ou diretivas sustentáveis.

Questão 6:

Entendo que atualmente a enorme quantidade de dados cada vez mais crescente produza um impacto considerável no consumo energético e maior necessidade de resfriamento e hardware mais poderoso. No entanto, acredito que o próprio avanço tecnológico possa tornar mais sustentável o desenvolvimento de soluções computacionais. A produção de dispositivos de armazenamento de dados de estado sólido, por exemplo, é muito menos poluidora e demanda menos recursos do que a produção de um disco rígido. A alta integração dos circuitos integrados alcançada atualmente permite desenvolver dispositivos cada vez menores, que necessitam de menos energia e de menos materiais para serem construídos.

As respostas do especialista 2:

Questão 1:

Olá, eu me chamo {omitido para anonimato}. Sou professora universitária nas universidades UNIARA e UNIP, ambas de Araraquara, ministrante de aulas nos cursos de Computação, Design Digital, Jogos Digitais, Engenharia de Produção e outros afins. Sou bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Tenho mestrado e doutorado também na área de Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos e pós-doutorado na Universidade de São Paulo.

Questão 2:

Sobre a questão dois e a possível relação das diretrizes apresentadas e o conceito de sustentabilidade, por estudar um pouco da área e conhecer também o desafio GrandIHCB, eu consigo perceber sim a relação das diretrizes com conceito de sustentabilidade. Eu penso que é preciso repensar as práticas, as nossas práticas enquanto produtores e consumidores de soluções computacionais para que algumas premissas sejam garantidas, e também para que o consumo e o desenvolvimento dessas soluções sejam mais conscientes. Acho que a

oferta de um conjunto de diretrizes para guiar desenvolvedores, empresários e outros profissionais da área apresenta um grande passo rumo a essa conscientização. Muitas pessoas não conhecem o tripé da sustentabilidade e elas acreditam que apenas os aspectos ambientais estão em voga quando o tema é sustentabilidade, muitas pessoas não conhecem as dimensões econômica e social. Então eu acho que é importante apresentar primeiramente e destacar os outros aspectos, principalmente os econômicos para que a gente consiga formar e fomentar uma rede de evangelização e de conscientização do termo, e também de ações práticas de como garantir o desenvolvimento das nossas soluções sem comprometer as gerações futuras.

Questão 3:

Sobre a questão três também acredito que o conjunto de diretrizes pode ajudar a fomentar essa discussão e ampliar a relação dos profissionais, assim também acho de ações práticas e efetivas para implementar a sustentabilidade nas empresas. Como eu disse anteriormente, as pessoas desconhecem a relação, desconhecem o termo sustentabilidade, o que ele representa e também desconhecem a relação de como as práticas de desenvolvimento afetam os aspectos da sustentabilidade, não é nítido, as pessoas não percebem essa relação. Então, primeiro precisa, no meu ponto de vista, desse aspecto de evangelização, de apresentar, de especificar e trazer à tona essa relação dos três pilares, das três dimensões. Talvez essas pessoas vejam a relação apenas nos aspectos ambientais, é o que a gente percebe mais comentários na questão do lixo, digital e tudo mais, então especialmente sobre as dimensões econômicas, por exemplo, arrisco dizer que boa parte dos empresários da área de tecnologia eles desconhecem como sendo características sustentáveis, por exemplo, as diretrizes que são apresentadas de nove a catorze eu arrisco dizer que não são caracterizadas por eles como aspectos que podem ser observados para garantir a sustentabilidade de suas empresas, eu acho que eles não relacionam como, nem maneira positiva, nem de maneira negativa, de como isso afeta suas empresas. Igualmente os aspectos sociais, eles até são parcialmente trabalhados nas empresas, então as diretrizes dezesseis e vinte, por exemplo, são aspectos que a gente vê muito nas empresas trabalhando, mas elas são ações desassociadas de uma relação entre as práticas e a promoção de sustentabilidade de seus produtos ou dos serviços que essas empresas geram. Então existe um cuidado, como por exemplo, com as questões ergonômicas, existe um cuidado com o plano de saúde, existem uma opção de coisas que as empresas, elas, implementam para o bem-estar de seus funcionários, mas que isso não é caracterizado, não é associado como uma prática que pode ser considerada como uma prática que fomente a sustentabilidade dentro da sua empresa. Eu acho que muito por falta de conhecimento em si do que o termo representa e de como alcançar, então, um possível selo de sustentabilidade.

Então, de novo, eu acho que a gente primeiro precisa apresentar esse termo às pessoas, quais são as relações possíveis, tudo o que esse ecossistema da sustentabilidade representa, e, é lógico, que as diretrizes, no meu ponto de vista, elas, podem ser usadas para a apresentação como perspectiva e norte a ser seguido e uma forma de se almejar ou adquirir, como eu disse, um certo selo de sustentabilidade, que coloque a empresa com uma certa visibilidade, que as ações dela tenham esses aspectos sustentáveis nas três dimensões.

Questão 4:

Sobre a questão quatro, como eu disse na resposta da questão acima, eu acho que os profissionais podem se guiar pelas diretrizes para avaliar a sustentabilidade em suas soluções, não só nas empresas de software como nas empresas de hardware e também de prestação de serviços, mas eu penso que é difícil da maneira como está descrita hoje e também para uma empresa alcançar ou obter esse que eu estou chamando de selo ou uma certificação para as vinte e uma diretrizes. Então, talvez fosse interessante caracterizar as empresas, então é uma empresa de produtos, uma empresa de serviços, uma empresa que desenvolve hardware, os dispositivos. Então o que cada uma dessas empresas precisaria seguir em termo de diretrizes, quais seriam as diretrizes mais adequadas ou desejáveis para cada um dos tipos dos serviços prestados. Algumas diretrizes, elas, são mais genéricas e elas de fato devem permear todas as ações das empresas de qualquer segmento, mas eu penso que algumas diretrizes elas deveriam ser específicas para determinados ramos, então a dimensão ambiental pode por exemplo fazer mais sentido para uma empresa de produtos de hardware, menos para as empresas prestadoras de serviço. Então, eu acho que pode se existir uma segmentação e uma indicação, uma sugestão de quais são desejáveis para que tipo de empresa, por exemplo, talvez uma certificação por níveis, como um modelo de maturidade do CMMi talvez fosse interessante.

Questão 5:

Sobre a questão cinco, considerando que a avaliação de diretrizes e fases de desenvolvimento são diferentes para cada uma das empresas, eu penso que elas podem, sim, ser aplicadas nos diferentes momentos, não somente no início, mas durante o processo de desenvolvimento, também ao fim do desenvolvimento. Mas, eu penso, olhando as diretrizes como elas estão hoje, precisaria de um delineamento mais cuidadoso, pensando em cada uma dessas diretrizes especificamente: qual é o tipo de produto que essa empresa entrega, e, de repente, oferecer um guia claro de passos a serem seguidos, e resultados a serem desejáveis para que na avaliação aquele produto gerado seja considerado sustentável. Então, eu penso que, algumas, elas, permeiam a fase geral, o completo da empresa; algumas permeiam as fases iniciais do desenvolvimento; algumas, de repente, mais a parte final. Hoje eu tenho dificuldade de olhar

o conjunto de diretrizes e especificar, de maneira precisa, quando que cada uma pode ser aplicada e em que fase. Acho que algumas são bastantes genéricas e, de repente, não se encaixa em nenhuma fase, especificamente, mas permeia todo o processo e todas as práticas dessa empresa. Algumas diretrizes da dimensão social, por exemplo, elas, devem permear o dia-a-dia da empresa, de maneira geral, independente da fase em que o produto está. Penso que é como um princípio, uma visão, que a empresa deve idealizar. Olhando as diretrizes hoje, então, eu tenho dificuldade de precisar em que fase cada uma delas estaria, pensando que algumas podem ser colocadas como um princípio visão, e poderiam ser aplicadas de maneira mais genérica, como eu disse antes. Àquelas relacionadas à dimensão econômica, acho que a 11, a 14, e a 15, também são mais genéricas. Talvez também devam ser pensadas em termos de empresa, de gestores, e não em termos de fases de desenvolvimento de uma solução em si. Então eu acho que essa é uma questão em que tenho dificuldade de precisar em qual etapa, de maneira geral, cada uma, porque acho que tem algumas que podem ser mais iniciais. Mas, de maneira geral, eu acho que, principalmente as econômicas e sociais, elas, estão ali no nível de empresa em si, não em termos de fase de desenvolvimento, uma fase específica.

Questão 6:

Questão 6, acho que como coloquei nas questões anteriores, muitos profissionais desconhecem o que, de fato, a sustentabilidade representa, quais são as dimensões que ela afeta, que atividades, que ações podem ser conduzidas para uma solução ser considerada sustentável. Esse é um termo ainda que não é muito claro, o que ainda não é discutido no sentido dos três pilares. De novo, as pessoas conhecem a sustentabilidade, mas elas só lembram do aspecto ambiental. Então eu acho que esse conjunto de diretrizes, ele é importante, como disse anteriormente: primeiro para evangelizar, para as pessoas entenderem que existem outras dimensões e que há um conjunto de ações que podem ser seguidos para que sua empresa seja considerada de desenvolvimento sustentável, para que sua empresa seja considerada sustentável. Então, eu sugiro que o conjunto de diretrizes, já que as pessoas não conhecem muito isso, a gente vai então tentar desmitificar o que é uma sustentabilidade, mostrar que há outras questões a serem observadas; uma vez que se faz esse trabalho de evangelização, eu acho que um segundo passo, então, é apontar além dos aspectos conceituais, que são descritos em cada uma das diretrizes, os aspectos conceituais que elas são embasadas, como elas afetam as soluções, e o que pode ser considerado para ser sustentável. Acho que, além disso, do que é descrito, em cada uma das diretrizes, como uma solução pode ser considerada sustentável, o que elas afetam e os aspectos que citei de conceitos; acho que é importante dizer exemplos, citar exemplos, de como um conjunto de

diretrizes, como um conjunto de práticas, devem ser conduzidos para que seja possível conquistar essa “certificação total, ou em partes, considerando a resposta que dei anteriormente. Então, hoje é difícil, olhando as diretrizes, vislumbrar de maneira prática quais são as ações que tenho que fazer dentro da minha empresa pra chegar à essa certificação, digamos assim, a esse selo, a dizer que: olha, a minha empresa, ela é sustentável, e ela, nas diretrizes x, y e z, ela, já faz isso e aquilo. Então, eu penso que para que esses empresários possam vislumbrar, e, de repente, implementar em suas empresas, seria interessante que além do que se coloca em cada uma das diretrizes, um conjunto de práticas que podem ser feitas, que podem ser conduzidas em cada uma das diretrizes, que pudessem ajudar a essas pessoas entenderem a como alcançar essas questões da sustentabilidade. Então, é importante ter exemplos apontados de como se conquistar essa certificação, no meu ponto de vista. Eu tenho receio que as pessoas não entendam exatamente o que precisam implementar, em termos de ações, pra garantir a prática sustentável de sua empresa, e, também, de suas soluções computacionais. Deixaria, então, exemplos num contexto x, por exemplo, como conduzir, como ser, para ser considerado sustentável naquela diretriz, por exemplo.

Os dois especialistas entendem a importância da sustentabilidade em soluções computacionais. Consideram que as diretivas são aderentes para o alcance da sustentabilidade. O especialista 1 cita exemplos de iniciativas rumo a sustentabilidade, como RoHS e Energy Star, e produção, menos poluidora, como por exemplo, dispositivos de armazenamento de dados de estado sólido – tecnologia mais recente, versus disco rígido – uma solução mais antiga. O especialista 2 retorna que as diretivas formam um primeiro passo para condução da sustentabilidade em soluções computacionais; pondera sobre o enraizamento dos conceitos da sustentabilidade no mercado, nas empresas, que hoje é comum um olhar mais voltado para o pilar ambiental; diz que é importante exemplos associados às diretivas elencadas; e a caracterização em que momentos, do ciclo de vida da solução computacional, são aplicáveis as diretivas.

Capítulo 5

Conclusão

5.1. Análise crítica

Esse trabalho tem como principal contribuição oferecer ao designer instrumentos para identificação de preocupações sustentáveis na concepção da solução computacional, incluindo todo o seu ciclo de vida até seu descarte. Tais preocupações, que aqui denomina-se como diretivas, servem de guias para se chegar a uma solução minimamente viável em termos de sustentabilidade.

O trabalho de Delai (2011) traz um olhar geral, sem esmiuçar cada ramo de atuação da sociedade, como construção civil por exemplo. A Computação também tem sofre com essa vulnerabilidade. Fez-se necessário entender o que poderia ser aplicado em soluções computacionais, e expandir esse arcabouço para situações não tão claras, como Acessibilidade, tema muito caro ao contexto de computação, visando inclusão e respeito à diversidade.

Tenta-se aqui trazer uma abordagem caracterizando a importância de cada dimensão, como denomina Delai (2011), do tripé da sustentabilidade. Entende-se que a solução computacional deva tratar todas as diretivas da melhor forma possível incidindo em uma solução sustentável, e por consequência com equilíbrio entre as dimensões. Uma solução não pode ser considerada sustentável se abordar uma dimensão em detrimento das outras.

Invariavelmente, nas soluções computacionais todo o conjunto de diretivas pode não ser satisfeito, por restrições das mais variadas. Entende-se que determinada diretiva pode não ser satisfeita, mas ela deve ser observada. Nesse contexto, todo o conjunto de diretivas é avaliado na solução.

5.2. Limitações do trabalho

O presente trabalho se limita, em primeiro momento, em externar as diretivas levantadas como guias para uma solução minimamente sustentável.

Restringe-se também ao fato, preponderante ao anterior, do mercado não ter abrangido o conceito completo de sustentabilidade, entendendo e respeitando todas as três dimensões, ambiental, social e econômica.

Outra limitação faz referência às diretivas não terem sido postas a prova nesse momento. Isso por questões de prazo na abrangência de soluções envolvendo todo os seus ciclos de vida.

5.3. Trabalhos futuros

Uma etapa crucial, como tratado na Seção 5.2, é selecionar soluções computacionais, aplicando, com critérios estatísticos, as diretivas em uma amostra, e deixando outra sem essa avaliação (controle), e comparar os resultados entre elas em termos de sustentabilidade. A partir daí haverá a comprovação de quão efetivas são as diretivas.

É preciso em momento oportuno, caracterizar de forma granular as etapas do ciclo de vida da solução computacional ao que se refere a gastos, ao que é produzido e descartado, e ao que pode ser reutilizado, tendo como norte as diretivas levantadas. Com base nessa caracterização se pode construir indicadores, que ajudem a avaliar o nível de sustentabilidade da solução em determinado momento, possibilitando correção de rota.

Quando aqui se trata de nível de sustentabilidade, quer dizer que será necessário desenvolver um modelo no intuito de trazê-lo à tona. Evidentemente, identificando qual seria a meta para cada medida, que compõe esse nível, e propondo uma curva de maturidade de sustentabilidade para a solução computacional.

Importante também a elaboração e disponibilização de um protocolo que oriente a avaliação das diretivas, respeitando a natureza da empresa;

5.4. Considerações finais

As avaliações dos especialistas, como visto no capítulo 4, sugerem que as diretivas elencadas têm sentido na condução da sustentabilidade em uma solução computacional; ainda que seja um primeiro passo.

O resultado desse trabalho pretende ser um modelo viável de avaliação de sustentabilidade em soluções computacionais, sendo um possível tronco para o surgimento de outros modelos, ou refinamento do próprio.

Para essa evolução é crucial a consideração, como se aborda na Seção 5.3, da medição – característica fundamental para observação do estado atual, e correção de rumo. Pressman (2011) cita Pasteur: “Uma ciência é tão desenvolvida quanto suas ferramentas de medição.”.

Espera-se que o resultado tenha conseguido tratar o que se refere o desafio 1 proposto pela comunidade brasileira de Interação Humano-Computador (IHC) no GranDIHC-BR (2012), mencionado na Seção 1.1., adequando-se também à segunda principal área de Blevis (2007).

Referências Bibliográficas

- Albertao, Felipe; Xiao, Jing; Tian, Chunhua; Lu, Yu; Zhang, Kun Qiu; Liu, Cheng, Measuring the Sustainability Performance of Software Projects, 2010 IEEE 7th International Conference on E-Business Engineering, Shanghai / China, Nov. de 2010.
- Amsel, Nadine; Ibrahim, Zaid; Malik, Amir; Tomlinson, Bill, Toward Sustainable Software Engineering: NIER Track, 2011 33rd International Conference on Software Engineering (ICSE), Honolulu / HI / USA, Mai. de 2011.
- Calero, Coral; Bertoa, Manuel F.; Moraga, MaÁngeles, A Systematic Literature Review for Software Sustainability Measures, 2013 2nd International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS), San Francisco / CA / USA, Mai. de 2013.
- Delai, Ivete; Takahashi, Sérgio, Sustainability Measurement System: A Reference Model Proposal, Social Responsibility Journal, Vol. 7 Issue: 3, pgs. 438-471, 2011.
- DIRETIVA. Dicionário Online Priberam, 06 mar. 2018. Disponível em <https://priberam.pt>. Acesso em 06 mar. 2018.
- Grüter, C.; Gysel, P.; Krebs, M.; Meier, C., EoD Designer: A Computation Tool for Energy Optimization of Data Centers, Zurich / Switzerland, Jun. de 2012.
- Heras, D. B.; Otero, D.; Arguello, F.: An eco-feedback system for improving the sustainability performance of universities. In: Proceedings of the VECIMS'2011. 2011.
- Hindle, Abram, Green Mining: A Methodology of Relating Software Change to Power Consumption, 2012 9th IEEE Working Conference on Mining Software Repositories (MSR), Zurich / Switzerland, Jun. de 2012.
- Hindle, Abram, Green Mining: Investigating Power Consumption across Versions, 2012 34th International Conference on Software Engineering (ICSE), Zurich / Switzerland, Jun. de 2012.
- Jiang, Xiaofan (Fred); Dawson-Haggerty, Stephen; Taneja, Jay; Dutta, Prabal; Culler, Dvaid, Creating Greener Homes with IP-based Wireless AC Energy Monitors, SenSys '08 Proceedings of the 6th ACM Conference on Embedded Network Sensor Systems, Raleigh / NC / USA, pgs. 451-452, Nov. de 2008.
- Kim, Taeseong; Lee, Yeonhee; Lee, Youngseok, Energy Measurement of Web Service, 2012 Third International Conference on Future Systems: Where Energy, Computing and Communication Meet (e-Energy), Madrid / Spain, Mai. de 2012.
- Mann, S.; Smith, L. Collaboration in sustainability vision. In: International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS). 2011.
- Marzolla, Moreno, Optimizing the Energy Consumption of Large-Scale Applications, QoSA '12 Proceedings of the 8th international ACM SIGSOFT conference on Quality of Software Architectures, Bertinoro / Italy, pgs. 123-132, Jun. de 2012.

- Medland, Richard, Curbing Paper Wastage Using Flavoured Feedback, OZCHI '10 Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction, Brisbane, Australia, pgs. 224-227, Nov, 2010.
- Neris, Vânia Paula de Almeida; Rodrigues, Kamila Rios da Hora; Lima, R. F. A Systematic Review about Sustainability and Aspects of Human-Computer Interaction. In: 16th International Conference on Human-Computer Interaction (HCII 2014), 2014, Creta. Human-Computer Interaction. Lecture Notes in Computer Science, Jun. de 2014.
- Neris, Vânia Paula de Almeida; Rodrigues, Kamila Rios da Hora; Silva, Jaguaraci Batista, I GrandIHC-BR - Grandes Desafios de Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil, cap. Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade, pgs. 16-18, Nov. de 2012.
- Oliveira, Renata Rodrigues de; Neris, Vânia Paula de Almeida; Galindo, Newton A. Junior, Percepções sobre Aspectos de Sustentabilidade na Computação, XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC), Out. de 2016.
- ONU, Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, 2017.
- Paula, E. C.; Shitsuka, Ricardo, Avaliação das Noções de Sustentabilidade em Três Cursos de Engenharia, vol.7, n.13, Goiânia, pgs. 1084-1092, 2011.
- Pressman, Roger S., Engenharia de Software: Uma Abordagem Profissional / Pressman, Roger S., tradução Ariovaldo Griesi, Mario Moro Fecchio, revisão técnica Reginaldo Arakaki, Julio Arakaki, Renato Manzan de Andrade, 7. ed, Porto Alegre: AMGH, pgs. 538-564, 2011.
- Raturi, Ankita; Penzenstadler, Birgit; Tomlinson, Bill; Richardson, Debra, Developing a Sustainability Non-Functional Requirements Framework, GREENS 2014 Proceedings of the 3rd International Workshop on Green and Sustainable Software, Hyderabad / India, pgs. 1-8, Jun. de 2014.
- Tan, Kah-Shien; Ahmed, M. Daud; Sundaram, David, Sustainable Warehouse Management, EOMAS '09 Proceedings of the International Workshop on Enterprises & Organizational Modeling and Simulation, Amsterdam / The Netherlands, Artigo No. 8, Jun. de 2009.
- Zhan, Jizhou; Zhou, Xianzhong; Zhao, Jiabao, Analysis of the Original Cause of Software Distrust, 2010.

Anexos

Anexo A - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU (2017)

1. Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares

- Globalmente, o número de pessoas vivendo em extrema pobreza diminuiu mais da metade; em 1990 eram 1,9 bilhão. Contudo, 836 milhões de pessoas ainda vivem na extrema pobreza: cerca de uma em cada cinco pessoas em regiões em desenvolvimento vive com menos de 1,25 dólar por dia.
- O Sul da Ásia e a África Subsaariana são o lar da esmagadora maioria das pessoas vivendo em extrema pobreza.
- Altos índices de pobreza são frequentemente encontrados em países pequenos, frágeis e afetados por conflitos.
- Uma em cada quatro crianças abaixo dos cinco anos de idade no mundo possui altura inadequada para sua idade.

2. Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável

- Globalmente, a proporção de pessoas subnutridas em regiões em desenvolvimento caiu quase pela metade desde 1990, de 23,3% em 1990-1992 para 12,9% em 2014-2016. Mas, atualmente, uma em cada nove pessoas no mundo (795 milhões) ainda é subnutrida.
- A vasta maioria das pessoas do mundo passando fome vive em países em desenvolvimento, onde 12,9% da população é subnutrida.
- Ásia é o continente com a população que passa mais fome – dois terços do total. A porcentagem no Sul da Ásia caiu em anos recentes, mas, na Ásia Ocidental, ela aumentou levemente.
- A África Subsaariana é a região com a mais alta prevalência (porcentagem da população) de fome. Lá, cerca de uma em cada quatro pessoas está subnutrida.
- A má nutrição causa quase metade (45%) das mortes de crianças abaixo dos cinco anos de idade – 3,1 milhões de crianças anualmente.
- Uma em cada quatro crianças do mundo sofre crescimento atrofiado. Em países em desenvolvimento, a proporção aumenta de uma para três.

- 66 milhões de crianças em idade escolar primária vão às aulas passando fome, sendo 23 milhões apenas na África.
 - A agricultura é a maior empregadora única no mundo, provendo meios de vida para 40% da população global atual. Ela é a maior fonte de renda e trabalho para famílias pobres rurais.
 - 500 milhões de pequenas fazendas no mundo todo, a maioria ainda dependente de chuva, fornecem até 80% da comida consumida numa grande parte dos países em desenvolvimento. Investir em pequenos agricultores é um modo importante de aumentar a segurança alimentar e a nutrição para os mais pobres, bem como a produção de alimentos para mercados locais e globais.
3. **Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades**
- Saúde infantil
 - A cada dia, morrem 17 mil crianças a menos do que em 1990, porém mais de seis milhões de crianças ainda morrem a cada ano, antes do seu quinto aniversário.
 - Desde 2000, vacinas de sarampo preveniram aproximadamente 15,6 milhões de mortes.
 - Apesar do progresso global, uma crescente proporção das mortes de crianças acontece na África Subsaariana e no Sul da Ásia. Quatro de cada cinco mortes de crianças abaixo dos cinco anos de idade ocorrem nessas regiões.
 - HIV/aids
 - Em 2014, havia 13,6 milhões de pessoas com acesso à terapia antirretroviral, um aumento em relação a apenas 800 mil em 2003.
 - Novas infecções por HIV em 2013 foram estimadas em 2,1 milhões, o que representa 38% a menos do que em 2001.
 - No final de 2013, estima-se que havia 35 milhões de pessoas vivendo com HIV.
 - No final de 2013, 240 mil novas crianças estavam infectadas com HIV.
4. **Assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos**
- A matrícula na educação primária em países em desenvolvimento chegou a 91%, mas 57 milhões de crianças permanecem fora da escola.
 - Mais da metade das crianças que não se matricularam na escola vivem na África Subsaariana.

- Estima-se que 50% das crianças fora da escola com idade escolar primária vivem em áreas afetadas por conflitos. Crianças das famílias mais pobres são quatro vezes mais propensas a estar fora da escola do que crianças de famílias mais ricas.
- O mundo conquistou a igualdade na educação primária entre meninas e meninos, mas poucos países alcançaram essa meta em todos os níveis de educação.
- Entre os jovens de 15 a 24 anos, a taxa de alfabetização melhorou globalmente, de 83% para 91% entre 1990 e 2015.

5. Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas

- No Sul da Ásia, apenas 74 meninas foram matriculadas na escola primária para cada 100 meninos, em 1990. Em 2012, as taxas de matrícula foram as mesmas para meninas e para meninos.
- Na África Subsaariana, Oceania e Ásia Ocidental, meninas ainda enfrentam barreiras para entrar tanto na escola primária quanto na escola secundária.
- Mulheres na África do Norte ocupam menos de um a cada cinco empregos pagos em setores que não sejam a agricultura.
- Em 46 países, as mulheres agora ocupam mais de 30% das cadeiras no parlamento nacional em pelo menos uma câmara.

6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos

- Em 2015, 91% da população global está usando uma fonte de água potável aprimorada, comparado a 76% em 1990. Contudo, 2,5 bilhões de pessoas não têm acesso a serviços de saneamento básico, como banheiros ou latrinas.
- Diariamente, uma média de cinco mil crianças morre de doenças evitáveis relacionadas à água e saneamento.
- A energia hidrelétrica é a fonte de energia renovável mais importante e mais amplamente usada. Em 2011, ela representava 16% do total da produção de eletricidade no mundo todo.
- Aproximadamente 70% de toda água disponível é usada para irrigação.
- Enchentes são a causa de 15% de todas as mortes relacionadas a desastres naturais.

7. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos

- 1,3 bilhão de pessoas – uma em cada cinco, globalmente – ainda não têm acesso à eletricidade moderna.

- 3 bilhões de pessoas dependem de madeira, carvão, carvão vegetal ou dejetos animais para cozinhar e obter aquecimento.
- A energia é o principal contribuinte para as mudanças climáticas, sendo responsável por cerca de 60% das emissões globais totais de gases do efeito estufa.
- A energia de fontes renováveis – vento, água, solar, biomas e energia geotermal – é inexaurível e limpa. A energia renovável, atualmente, constitui 15% do conjunto global de energia.

8. Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos

- O desemprego global aumentou de 170 milhões em 2007 para cerca de 202 milhões em 2012, dentre eles, aproximadamente 75 milhões são mulheres ou homens jovens.
- Aproximadamente 2,2 bilhões de pessoas vivem abaixo da linha da pobreza e a erradicação do problema só é possível por meio de empregos bem pagos e estáveis.
- 470 milhões de empregos são necessários mundialmente para a entrada de novas pessoas no mercado de trabalho entre 2016 e 2030.
- Pequenas e médias empresas que se comprometem com o processamento industrial e com as indústrias manufatureiras são as mais decisivas para os primeiros estágios da industrialização e são geralmente os maiores geradores de emprego. São responsáveis por 90% dos negócios no mundo e contabilizam entre 50 a 60% dos empregos.

9. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação

- Cerca de 2,6 bilhões de pessoas no mundo em desenvolvimento têm dificuldades no acesso à eletricidade.
- 2,5 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso à saneamento básico e quase 800 milhões de pessoas não têm acesso à água.
- Entre 1 a 1,5 milhão de pessoas não têm acesso a um serviço de telefone de qualidade.
- Para muitos países africanos, principalmente os de baixo rendimento, os limites na infraestrutura afetam em cerca de 40% na produtividade das empresas.

- A indústria manufatureira é importante para geração de empregos, somando aproximadamente 470 milhões dos empregos no mundo em 2009 – ou cerca de 16% da força de trabalho de 2,9 bilhões. Estima-se que existiam mais meio bilhão de empregos na área em 2013.
- O efeito da multiplicação de trabalhos industrializados impactou a sociedade positivamente. Cada trabalho na indústria gera 2,2 empregos em outros setores.
- Em países em desenvolvimento, apenas 30% da produção agrícola passa por processamento industrial. Em países desenvolvidos, 98% é processado. Isso sugere a existência de uma grande oportunidade para negócios na área agrícola em países em desenvolvimento.

10. Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles

- Em média – e levando em consideração o tamanho das populações – a desigualdade de renda aumentou em 11% em países em desenvolvimento entre 1990 e 2010.
- Uma maioria significativa de famílias – mais de 75% – estão vivendo em sociedades onde a renda é pior distribuída do que na década de 1990.
- Crianças que fazem parte da camada de 20% mais pobres da população têm três vezes mais chances de morrer antes de completar seus cinco anos do que crianças mais ricas.
- A proteção social foi significativamente ampliada globalmente. No entanto, pessoas com algum tipo de deficiência têm cinco vezes mais chances do que a média de ter despesas catastróficas com saúde.
- Apesar do declínio na mortalidade materna na maioria dos países desenvolvidos, mulheres na área rural são três vezes mais suscetíveis à morte no parto do que mulheres que vivem nos centros urbanos.

11. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis

- Metade da humanidade – 3,5 bilhões de pessoas – vive nas cidades atualmente. Em 2030, quase 60% da população mundial viverá em áreas urbanas.
- 828 milhões de pessoas vivem em favelas e o número continua aumentando.
- As cidades no mundo ocupam somente 2% de espaço da Terra, mas usam 60 a 80% do consumo de energia e provocam 75% da emissão de carbono. A rápida urbanização está exercendo pressão sobre a oferta de água potável, de esgoto, do ambiente de vida e saúde pública. Mas a alta densidade dessas cidades pode gerar

ganhos de eficiência e inovação tecnológica enquanto reduzem recursos e consumo de energia.

- Cidades têm potencial de dissipar a distribuição de energia ou de otimizar sua eficiência por meio da redução do consumo e adoção de sistemas energéticos verdes. Rizhao, na China, por exemplo, transformou-se em uma cidade abastecida por energia solar. Em seus distritos centrais, 99% das famílias já usam aquecedores de água com energia solar.

12. **Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis**

- 1,3 bilhão de toneladas de comida são desperdiçadas diariamente.
- Se as pessoas usassem lâmpadas de baixo consumo, o mundo economizaria 120 bilhões de dólares anualmente.
- A população global deve chegar a 9,6 bilhões de pessoas até 2050; o equivalente a três planetas seriam necessários para prover os recursos naturais necessários para sustentar os estilos de vida atuais.
- Mais de 1 bilhão de pessoas ainda não têm acesso à água potável.

13. **Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (*)**

- As emissões de gases de efeito estufa oriundos da atividade humana estão levando a mudanças climáticas e continuam aumentando. Elas alcançaram atualmente seu maior nível da história. Emissões globais de dióxido de carbono aumentaram quase 50% desde 1990.
- As concentrações atmosféricas de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso aumentaram a níveis sem precedentes nos últimos 800 mil anos. As concentrações de dióxido de carbono aumentaram em 40% desde os tempos pré-industriais, primeiramente por conta dos combustíveis fósseis e depois pelas emissões vindas do desmatamento do solo. O oceano absorveu cerca de 30% do dióxido de carbono antropogênico emitidos, tornando-se mais ácido.
- Cada uma das últimas três décadas tem sido mais quente na superfície da Terra do que a anterior, desde 1850. No hemisfério Norte, o período entre 1983 e 2012 foi provavelmente o mais quente dos últimos 1.400 anos.
- De 1880 a 2012, a temperatura média global aumentou 0,85°C. Sem nenhuma ação, a média de temperatura mundial deve aumentar 3°C até o final do século 21 – aumentando ainda mais em algumas áreas do mundo, incluindo nos trópicos e subtropicais. As pessoas mais pobres e vulneráveis são as mais afetadas pelo aquecimento.

- A média do nível do mar desde a metade do século 19 tem sido maior do que a média dos dois milênios anteriores. Entre 1901 e 2010, o nível global do mar aumentou 0,19 (0,17 a 0,21) metros.
- De 1901 a 2010, o nível mundial do mar cresceu 19 centímetros com a expansão dos oceanos, devido ao aquecimento global e derretimento das geleiras. Desde 1979, o gelo do mar do Ártico diminuiu em cada década, com 1,07 milhões de km² de gelo perdido de dez em dez anos.
- Ainda é possível limitar o aumento da temperatura global para 2°C acima dos níveis pré-industriais, por meio de um conjunto de medidas tecnológicas e mudanças de comportamento.
- Existem muitos caminhos atenuantes para alcançar a redução substancial de emissões para as próximas décadas, com chances superiores a 66%, se for limitado o aquecimento a 2°C – a meta determinada pelos governos. No entanto, postergar até 2020 para as mitigações adicionais aumentará substancialmente os desafios tecnológicos, econômico, social e institucional associados para limitar o aquecimento no século 21 para menos de 2°C relacionados a níveis pré-industriais.

(*) Reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima.

14. **Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável**

- Os oceanos cobrem três-quartos da superfície da Terra, contém 97% da água do planeta e representam 99% da vida no planeta em termos de volume.
- Mundialmente, o valor de mercado dos recursos marinhos e costeiros e das indústrias é de 3 trilhões de dólares por ano ou cerca de 5% do PIB (produto interno bruto) global.
- Mundialmente, os níveis de captura de peixes estão próximos da capacidade de produção dos oceanos, com 80 milhões de toneladas de peixes sendo pescados.
- Oceanos contêm cerca de 200 mil espécies identificadas, mas os números na verdade devem ser de milhões.
- Os oceanos absorvem cerca de 30% do dióxido de carbono produzido por humanos, amortecendo os impactos do aquecimento global.

- Oceanos são a maior fonte de proteína do mundo, com mais de 3 bilhões de pessoas dependendo dos oceanos como fonte primária de alimentação.
- Pesca marinha direta ou indiretamente emprega mais de 200 milhões de pessoas.
- Subsídios para a pesca estão contribuindo para a rápida diminuição de várias espécies de peixes e estão impedindo esforços para salvar e restaurar a pesca mundial e empregos relacionados, causando redução de 50 bilhões de dólares em pesca nos oceanos por ano.
- 40% dos oceanos do mundo são altamente afetados pelas atividades humanas, incluindo poluição, diminuição de pesca e perda de habitats costeiros.

15. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade

- Treze milhões de hectares de florestas estão sendo perdidos a cada ano.
- Cerca de 1,6 bilhão de pessoas dependem das florestas para sua subsistência. Isso inclui 70 milhões de indígenas. Florestas são o lar de mais de 80% de todas as espécies de animais, plantas e insetos terrestres.
- 2,6 bilhões de pessoas dependem diretamente da agricultura, mas 52% da terra usada para agricultura é afetada moderada ou severamente pela degradação do solo.
- Anualmente, devido à seca e desertificação, 12 milhões de hectares são perdidos (23 hectares por minuto), espaço em que 20 milhões de toneladas de grãos poderiam ter crescido.
- Das 8.300 raças de animais conhecidas, 8% estão extintas e 22% estão sob risco de extinção.
- 80% das pessoas vivendo em área rural em países em desenvolvimento dependem da medicina tradicional das plantas para ter cuidados com a saúde básica.

16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis

- O número de refugiados registrados junto ao Alto Comissariado das Nações Unidas para Refugiados (ACNUR) era de 13 milhões em meados de 2014, há cerca de um ano.
- Corrupção, suborno, roubo e evasão de impostos custam cerca de 1,26 trilhão para os países em desenvolvimento por ano.

- A taxa de crianças que deixam a escola primária em países em conflito alcançou 50% em 2011, o que soma 28,5 milhões de crianças.

17. Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

- A Assistência Oficial ao Desenvolvimento (OAD) levantou aproximadamente 135 bilhões de dólares em 2014.
- Em 2014, 79% dos produtos de países em desenvolvimento entraram no mercado “*duty-free*” de países desenvolvidos.
- A dívida dos países em desenvolvimento continua estável, beirando 3% do rendimento de exportação.
- O número de usuários da internet na África quase dobrou nos últimos quatro anos.
- Em 2015, 95% da população mundial tem cobertura de sinal de celular.
- 30% da juventude mundial é de nativos digitais, ativos online por pelo menos cinco anos.
- A população mundial apresentou aumento do uso da internet de 6% em 2000 para 43% em 2015.
- No entanto, mais de 4 bilhões de pessoas não usam Internet, e 90% delas são de países em desenvolvimento.

Anexo B - Questões do artigo *Percepções sobre Aspectos de Sustentabilidade na Computação* (OLIVEIRA et al., 2016)

Número da Questão	Questão
1	Como você entende o termo sustentabilidade? (Na sequência, responder Questão 2)
2	Você considera importante o assunto sustentabilidade na computação? (Sim / Não) * Com justificativa (Na sequência, responder Questão 3)
3	A sustentabilidade na computação deve focar Apenas em hardware (Na sequência, responder Questão 4.1) . Apenas em software (Na sequência, responder Questão 4.2) . Em hardware e software (Na sequência, responder Questão 4.3) . Outros (Na sequência, responder Questão 5)
4.1	O que você entende por uma solução de hardware sustentável? (Na sequência, responder Questão 5)
4.2	O que você entende por uma solução de software sustentável? (Na sequência, responder Questão 5)
4.3	O que você entende por uma solução de hardware e software sustentável? (Na sequência, responder Questão 5)
5	Imagine que você está trabalhando na construção de uma solução de software e hardware (um novo telefone celular, por exemplo). O que você levaria em conta para dizer que a sua solução é sustentável? (Na sequência, responder Questão 6)
6	Imagine a seguinte situação: Uma empresa desenvolve sistemas computacionais de código aberto. Atualmente, vem se envolvendo no desenvolvimento de sistemas para Organizações Não Governamentais (ONGs) e jogos educativos. No entanto, tem exigido dos seus funcionários uma carga horária de trabalho exaustiva e não tem pago horas extras. Você entende que as soluções criadas por essa empresa deveriam receber um selo de sustentabilidade? (Sim / Não) * Com justificativa (Na sequência, responder Questão 7)
7	Imagine a seguinte situação: uma empresa produz sensores e outros dispositivos sempre levando em consideração a eficiência energética nas soluções de hardware que fabrica. Ela mantém um ambiente de trabalho salutar e segue todas as leis trabalhistas, respeitando os direitos de seus funcionários. No entanto, a empresa não oferece ao consumidor um processo de descarte e destinação correta dos produtos quando esses chegam ao final de sua vida útil. Você entende que as soluções criadas por essa empresa deveriam receber um selo de sustentabilidade? (Sim / Não) * Com justificativa (Na sequência, responder Questão 8)
8	Imagine a seguinte situação: uma empresa de desenvolvimento web adotou uma política de economia de energia. Os funcionários foram incentivados a desligar os computadores e as impressoras após a jornada de trabalho. No entanto, no desenvolvimento das soluções web, a empresa não segue padrões e diretrizes de desenvolvimento acessível, fazendo com que seus sistemas não possam ser usados por pessoas com deficiência. Você entende que as soluções criadas por essa empresa deveriam receber um selo de sustentabilidade? (Sim / Não) * Com justificativa (Na sequência, responder Questão 9)
9	Se você fosse avaliar uma solução de software e hardware quais critérios você utilizaria para dizer que a solução é sustentável?

Anexo C - Questões para a Dimensão Ambiental

Número da Questão	Tema	Subtema	Questão
1	Ar	Emissões de aquecimento global	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "global warming emissions" (emissões de aquecimento global), que incidem no ar?
2	Ar	Emissões de esgotamento do ozônio	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "ozone depletion emissions" (emissões de esgotamento do ozônio), que incidem no ar?
3	Ar	Acidificação atmosférica	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "atmospheric acidification" (acidificação atmosférica), que incide no ar?
4	Ar	Efeitos na saúde humana	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "human health effects" (efeitos na saúde humana), que incidem no ar?
5	Ar	Formação fotoquímica de ozônio	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "photochemical ozone formation" (formação fotoquímica de ozônio), que incide no ar?
6	Terra	Uso da terra	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "land usage" (uso da terra), que incide na terra?
7	Terra	Geração de resíduos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "waste generation" (geração de resíduos), que incide na terra?
8	Materiais	Consumo de material	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "material consumption" (consumo de material), que incide em materiais?
9	Materiais	Consumo de materiais perigoso	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "consumption of hazardous materials" (consumo de materiais perigosos), que incide em materiais?
10	Energia	Consumo e fontes	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "consumption and sources" (consumo e fontes), que incide em energia?
11	Água	Consumo	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "consumption" (consumo), que incide na água?
12	Água	Acidificação	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "acidification" (acidificação), que incide na água?
13	Água	Demanda aquática por oxigênio	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "aquatic oxygen demand (AOD)" (demanda aquática por oxigênio), que incide na água?
14	Água	Ecotoxicidade para a vida aquática	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "ecotoxicity to aquatic life" (ecotoxicidade para a vida aquática), que incide na água?
15	Água	Eutrofização	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "eutrophication" (eutrofização), que incide na água?
16	Biodiversidade	Ecossistemas	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "ecosystems" (ecossistemas), que incidem na biodiversidade?
17	Biodiversidade	Áreas protegidas	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "protected areas" (áreas protegidas), que incidem na biodiversidade?
18	Biodiversidade	Espécies	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "species" (espécies), que incidem na biodiversidade?
19	Produtos e serviços	Reciclabilidade do produto	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "product recyclability" (reciclabilidade do produto), que incide em produtos e serviços?
20	Produtos e serviços	Produtos ecológicos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "environmentally friendly products" (produtos ecológicos), que incidem em produtos e serviços?
Sugestões para Indicadores	N/A	N/A	Por favor, escreva neste espaço críticas e sugestões de indicadores para a dimensão ambiental, se houver.

Anexo D - Questões para a Dimensão Social

Número da Questão	Tema	Subtema	Questão
21	Práticas laborais e trabalho decentes	Educação, treinamento e desenvolvimentos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "education, training and development" (educação, treinamento e desenvolvimentos), que incidem em práticas laborais e trabalho decentes?
22	Práticas laborais e trabalho decentes	Diversidade e oportunidade	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "diversity and opportunity" (diversidade e oportunidade), que incidem em práticas laborais e trabalho decentes?
23	Práticas laborais e trabalho decentes	Saúde e segurança	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "health and safety" (saúde e segurança), que incidem em práticas laborais e trabalho decentes?
24	Práticas laborais e trabalho decentes	Criação de emprego	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "job creation" (criação de emprego), que incide em práticas laborais e trabalho decentes?
25	Práticas laborais e trabalho decentes	Atração e retenção de talentos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "talent attraction and retention" (atração e retenção de talentos), que incidem em práticas laborais e trabalho decentes?
26	Práticas laborais e trabalho decentes	Direitos humanos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "human rights" (direitos humanos), que incidem em práticas laborais e trabalho decentes?
27	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Satisfação do cliente	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "customer satisfaction" (satisfação do cliente), que incide em gerenciamento de relacionamento com clientes?
28	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Saúde e segurança do cliente	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "customer health and safety" (saúde e segurança do cliente), que incidem em gerenciamento de relacionamento com clientes?
29	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Produtos e etiquetas	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "products and labels" (produtos e etiquetas), que incidem em gerenciamento de relacionamento com clientes?
30	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Propaganda	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "advertising" (propaganda), que incide em gerenciamento de relacionamento com clientes?
31	Gerenciamento de relacionamento com clientes	Respeito pela privacidade do cliente	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "respect for customer privacy" (respeito pela privacidade do cliente), que incide em gerenciamento de relacionamento com clientes?
32	Cidadania corporativa	Ações sociais	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "social actions" (ações sociais), que incidem em cidadania corporativa?
33	Cidadania corporativa	Contribuições políticas	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "political contributions" (contribuições políticas), que incidem em cidadania corporativa?
34	Cidadania corporativa	Códigos de conduta, corrupção e suborno	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "codes of conduct, corruption and bribery" (códigos de conduta, corrupção e suborno), que incidem em cidadania corporativa?
35	Cidadania corporativa	Competição e preços	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "competition and pricing" (competição e preços), que incidem em cidadania corporativa?
36	Cidadania corporativa	Comunicação da sociedade	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "society communication" (comunicação da sociedade), que incide em cidadania corporativa?
37	Fornecedores e parceiros	Seleção, avaliação, parceria e desenvolvimento de fornecedores	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "selection, evaluation, partnership and development of suppliers" (seleção, avaliação, parceria e desenvolvimento de fornecedores), que incidem em fornecedores e parceiros?
38	Fornecedores e parceiros	Contratos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "contracts" (contratos), que incidem em fornecedores e parceiros?
39	Setor público	Impostos	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "taxes" (impostos), que incidem no setor público?
40	Setor público	Subsídios	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "subsidies" (subsídios), que incidem no setor público?
Sugestões para Indicadores	N/A	N/A	Por favor, escreva neste espaço críticas e sugestões de indicadores para a dimensão social, se houver.

Anexo E - Questões para a Dimensão Econômica

Número da Questão	Tema	Subtema	Questão
41	Investidores	Governança corporativa	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "corporate governance" (governança corporativa), que incide em investidores?
42	Investidores	Remuneração dos acionistas	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "shareholders' remuneration" (remuneração dos acionistas), que incide em investidores?
43	Investimentos	Capital empregado	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "capital employed" (capital empregado), que incide nos investimentos?
44	Investimentos	Pesquisa e desenvolvimento	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "research and development" (pesquisa e desenvolvimento), que incidem nos investimentos?
45	Lucro e valor	N/A	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "profit and value" (lucro e valor)?
46	Gerenciamento de crise	N/A	Que indicadores poderiam ser medidos na produção de software e hardware para "crisis management" (gerenciamento de crise)?
Sugestões para Indicadores	N/A	N/A	Por favor, escreva neste espaço críticas e sugestões de indicadores para a dimensão econômica, se houver.