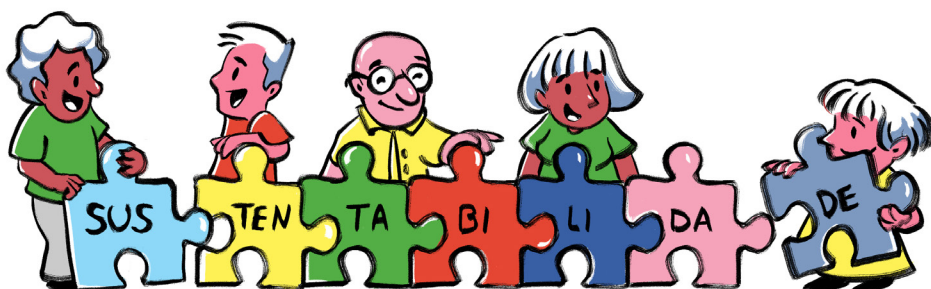


# 14. Sustentabilidade e computação

Vânia Neris  
Kamila Rodrigues  
Renata Rodrigues Oliveira  
Newton Galindo Jr.



Após a leitura deste capítulo você deverá ser capaz de:

- Refletir sobre as transformações atuais da sociedade no que diz respeito aos aspectos da economia, sociedade e meio ambiente e entender como os computadores aceleraram e contribuem para tais transformações.
- Expandir e fortalecer o entendimento de que sustentabilidade vai além de preocupações com aspectos ambientais, mas também engloba atenção com a continuidade da vida em sociedade considerando aspectos sociais e econômicos.
- Repensar sobre as práticas atuais da indústria de software e hardware à luz do primeiro grande desafio para a área de Interação Humano-Computador no Brasil (GrandIHCBR), intitulado “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade” e de outros trabalhos de pesquisa.
- Conhecer diretrizes para a avaliação da sustentabilidade em soluções computacionais considerando aspectos sociais, econômicos e ambientais.

## 14.1 Transformações da Sociedade Contemporânea

O mundo tem passado por transformações acentuadas nos últimos 20 anos. Tais transformações estão presentes em diversas áreas, entre elas na economia, nas relações sociais e em aspectos ambientais. Do ponto de vista econômico, as sociedades têm presenciado uma transição em que novos países vêm tomando a liderança no cenário mundial (e.g. China, Rússia) e velhos líderes, tais como os Estados Unidos e a Europa Ocidental, já não exercem dominância em todas as áreas.

O Brasil, por sua vez, passou de um país considerado de economia secundária, importadora e que recebia investimentos externos em busca de tornar-se uma economia emergente, a país que também exporta e investe em outros países. De acordo com dados do IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada)<sup>1</sup>, o país é líder na área de Biocombustíveis, além de ter importantes contribuições para a economia mundial nas áreas da Agricultura, Petróleo e Mineração.

Considerando o cenário mundial, embora no aspecto econômico diversos países tenham apresentado crescimento, parte deles (e.g. China) ainda sofre de problemas como a inflação, a falta de energia elétrica e de água potável, além da poluição. Outros países com economia estagnada ou em queda, além de sofrerem com os problemas supracitados, também sofrem com questões sociais, com a fome, o preconceito etc. (e.g. diversos países na África).

No Brasil, apesar de dados do IBGE apontarem para o país ter se tornado um país de classe média (em que a maioria das pessoas saiu da linha da pobreza extrema, que dispõe de alimentação, roupas, água encanada e energia elétrica), o mesmo ainda não oferece o básico: saúde, educação, segurança e saneamento para toda a sua população. A falta de investimentos na educação e na segurança, por exemplo, tem causado problemas na esfera social. Dados do PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio)<sup>2</sup> apontam que metade dos jovens entre 15 e 17 anos não está matriculada em escolas de ensino médio. Entre as razões citadas destacam-se a inadequação do ensino médio à vida, às expectativas e às necessidades dos jovens e a baixa remuneração dos professores.

---

1 <http://www.ipeadata.gov.br>.

2 <https://www.ibge.gov.br/>.

Do ponto de vista ambiental os problemas estão diretamente relacionados ao aumento crescente das áreas urbanas, ao aumento de veículos automotivos, ao uso irresponsável dos recursos, ao consumo exagerado de bens materiais e à produção constante de lixo, entre outros. Contudo, não são apenas as grandes empresas que afetam o meio ambiente, o cidadão comum também tem a sua responsabilidade. Dentre os principais impactos ambientais pode-se citar a diminuição dos mananciais, a extinção de espécies, inundações, erosões, poluição, mudanças climáticas, destruição da camada de ozônio, agravamento do efeito estufa e destruição de habitats, aspectos esses que têm impacto direto no aumento do número de doenças na população e na qualidade de vida da mesma.

As transformações econômicas, sociais e ambientais atuais contam ainda com catalisadores tais como os avanços da tecnologia e o crescimento acelerado do uso de dispositivos, entre eles, computadores pessoais e *smartphones*. De acordo com o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), em uma pesquisa realizada em 2017<sup>3</sup>, 44% dos domicílios brasileiros possuíam microcomputador em 2017, incluindo os portáteis. A pesquisa apontou ainda, que entre 2016 e 2017 subiu de 92,3% para 92,7% a proporção de domicílios do país em que pelo menos um morador possuía telefone celular.

Boa parte das atividades diárias das pessoas atualmente é guiada ou realizada por meio de computadores pessoais, *smartphones* e da internet. Segundo dados do IBGE<sup>4</sup>, as atividades mais realizadas pelos internautas brasileiros são: enviar ou receber mensagens de texto, enviar mensagens de voz ou imagens por aplicativos diferentes de e-mail; assistir a vídeos, programas, séries e filmes; conversar por chamada de voz ou vídeo e enviar ou receber e-mail.

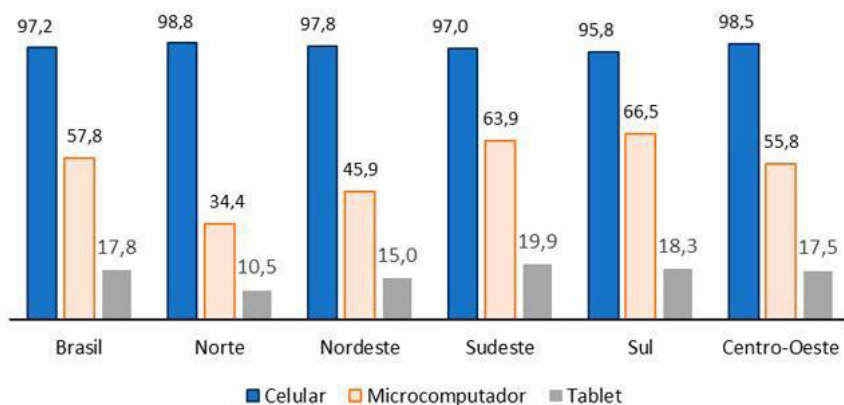
O equipamento mais usado para acessar à Internet no domicílio, segundo a pesquisa do IBGE, foi o celular (cerca de 97,2%); presente em 46,7 milhões de domicílios, sendo o único meio utilizado para esse fim em 38,6% das residências com acesso à rede. O computador vem na sequência e foi apontado como o único meio de acesso em apenas 2,3%

---

3 <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?=&t=o-que-e>.

4 [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/49bcf11e47179d434bda-979434770b0b.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/49bcf11e47179d434bda-979434770b0b.pdf).

das residências com Internet. O *tablet*, por sua vez, ficou na terceira posição (17,8%), seguido pela televisão (11,7%) e outros equipamentos (1,3%). A Figura 14.1 ilustra esses percentuais.



**Figura 14.1** Percentual de domicílios com acesso à Internet no Brasil e equipamentos utilizados. (AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS, 2020).

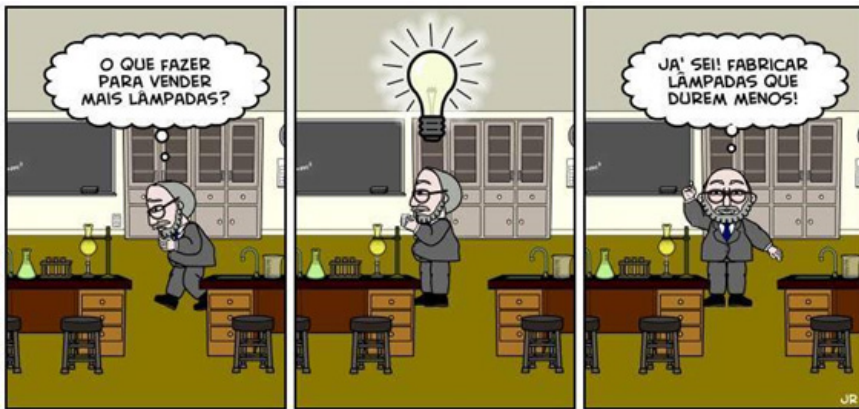
Qual seria então o papel dos computadores no cenário anteriormente descrito sobre as transformações nas sociedades? E ainda, como a tecnologia computacional tem influenciado - tanto positivamente, quanto negativamente - essas transformações?

A ampla adesão aos dispositivos móveis e aos computadores portáteis, assim como o uso constante da Internet, têm facilitado o dia a dia das pessoas, especialmente para a comunicação. Entretanto, esses recursos também se relacionam a problemas como o descarte incorreto dos dispositivos, o consumo desenfreado, disparidades econômicas, entre outros. Como então produzir e fazer uso desses recursos com parcimônia e responsabilidade, de modo a pensar nas gerações futuras e na qualidade de vida das mesmas? Além disso, como as novas tecnologias podem ser empregadas em favor da conscientização sobre os aspectos sociais e ambientais supracitados, e também em favor da economia, especialmente a compartilhada? Quem deve se preocupar com o papel dos computadores na sociedade vigente e como os profissionais de Tecnologia da Informação (TI) podem colaborar nessa conscientização?

Os computadores 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 também são um bem de consumo e, portanto, impactam nas questões de sustentabilidade, exigindo assim, um repensar das 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 comportamento sustentável” (NERIS *et al.*, 2012).

Este capítulo discorre sobre essas questões e te convida a refletir sobre a Computação e áreas afins sob as lentes da sustentabilidade. Vamos lá?



**Figura 14.2** Obsolescência Programada.

Fonte: Waetge, Edison Junior (2018).

## 14.2 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, por sua vez, colocam o foco no desenvolvimento de soluções que sejam financeiramente viáveis, gerem lucro e apoiem a distribuição de renda (NERIS *et al.*, 2012).

A questão da sustentabilidade tem sido discutida amplamente por diversas áreas do conhecimento e nos cenários mundial e local, vislumbrando a preocupação com o futuro das gerações. O meio ambiente, assim como as práticas da cultura; a saúde, bem como a forma de gerar riqueza, evoluíram de forma rápida e, com isso, o consumo e o modo de consumir também sofreram ajustes e adequação ao novo modo de vida em sociedade (WAAS *et al.*, 2011).

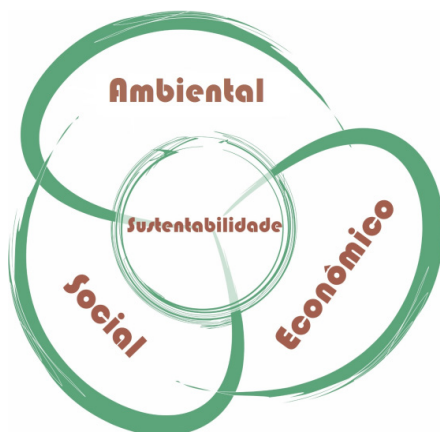
A ONU (Organização das Nações Unidas) tem especial preocupação com o tema, e apresentou uma agenda universal em 2015 (atualizada e revigorada em 2017), em que são tratados 17 objetivos e 169 metas de desenvolvimento sustentável a serem alcançados até 2030 (CONHEÇA, 2015). Esses objetivos constituem fatores essenciais para a sustentabilidade em todo o planeta. De acordo com a ONU, a “[...] agenda é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade.”. A Figura 14.3 ilustra os 17 objetivos traçados pela ONU em acordo com mais de 150 líderes mundiais.

Os objetivos traçados e a preocupação com a sustentabilidade devem mobilizar todos sem distinção. A computação certamente pode contribuir nesse processo, tanto no fornecimento de tecnologias sustentáveis, quanto no apoio e fomento ao comportamento sustentável das pessoas e organizações por meio de suas soluções.



**Figura 14.3** Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. (GALILEU, 2020)

A sustentabilidade, portanto, possui um conceito amplo e abrange três pilares: o social, o ambiental e o econômico, conforme ilustra a Figura 14.4.



**Figura 14.4** Os três pilares da sustentabilidade.

Fonte: Oliveira, Neris e Galindo Junior, 2016.

As questões econômicas envolvem a distribuição de renda, e soluções que são economicamente viáveis. O aspecto econômico da sustentabilidade está atrelado não apenas ao retorno financeiro que a solução possa gerar, mas também da distribuição igualitária de renda, e os gastos envolvidos no desenvolvimento de soluções, envolvendo custos de cadeias produtivas e também de materiais utilizados na produção de soluções.



As questões sociais, por sua vez, fomentam o respeito às diferenças e aos direitos humanos (OLIVEIRA, NERIS e GALINDO JUNIOR, 2016). O trabalho escravo e a falta de respeito às legislações trabalhistas são atitudes que devem ser consideradas na contramão de um processo sustentável e que devem ser combatidas com rigor. As soluções devem colaborar para o desenvolvimento social dos indivíduos, elencando suas necessidades, porém, respeitando o princípio da coletividade (XIN *et al.*, 2009).

Entretanto, o tripé mais discutido sobre sustentabilidade é o ambiental, que considera a preservação do meio ambiente, a escolha de materiais que não poluam ou degradem o meio, a redução da utilização de combustíveis fósseis e a redução de emissão de gases tóxicos (SANTILLO, 2007).

Na área da Computação, há iniciativas na literatura como as de Tecnologia da Informação Verde (TI Verde), uma tendência mundial voltada para a redução do impacto dos recursos tecnológicos no meio ambiente. A TI Verde disponibiliza um conjunto de práticas para tornar mais sustentável e menos prejudicial o uso de tecnologia, propondo para isso, estratégias para compatibilizar o uso de recursos naturais de forma adequada às políticas sustentáveis existentes dentro das organizações (HESS, 2009). Exemplos práticos de estratégias incluem o uso de recursos tecnológicos que consumam menos energia, o uso de matéria prima e substâncias menos tóxicas nos processos produtivos e o descarte responsável dos produtos por meio da reciclagem e da reutilização de materiais (MONTEIRO *et al.*, 2012).

Outras áreas, no entanto, têm avançado mais no quesito sustentabilidade, como a construção civil, que tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável da ONU. O Conselho Internacional da Construção (CIB) aponta a indústria da construção como sendo:

[...] o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção<sup>5</sup> (MMA, 2018).

---

5 <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>



Os desafios para o setor da construção são diversos, mas, consistem principalmente na redução e otimização do consumo de materiais e energia, assim como na redução dos resíduos gerados e na preservação do ambiente natural com melhoria da qualidade do ambiente construído (MMA, 2018).

Atualmente as casas consideradas “inteligentes” possuem mecanismos e dispositivos para economia e reaproveitamento de água, aquecedores solares que utilizam a energia considerada limpa, que não agredem o meio ambiente e os eletrodomésticos já possuem selos de eco-eficiência, atestados por órgãos regulamentadores. O selo Procel indica os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria, proporcionando uma redução do consumo de energia elétrica. O selo LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), por sua vez, estipula padrões para a construção civil se adequar à construção sustentável, com o objetivo de incorporar e acelerar o uso de práticas benéficas para a sociedade e para o meio ambiente em escala mundial<sup>6</sup>. A Figura 14.5 ilustra tais selos.



(a)



(b)

**Figura 14.5** Selo Procel para equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos (a); selo LEED para edificações e construções (b).

Fonte: <http://www.ecodesenvolvimento.org>.

<sup>6</sup> <http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/voce-conhece-os-selos-de-certificacao-ecologicos>

Outras áreas, tais como a moda e governança, também disponibilizam selos de sustentabilidade, conforme ilustra a Figura 14.6.



**Figura 14.6** Selo *Green Nation* para moda sustentável (a); selo Ouro Unimed para governança (b).

Fonte: <http://greennationcollection.com.br/> (a), <https://www.unimed.coop.br/> (b).

Apesar de os selos serem ótimas iniciativas, deve-se notar que apenas uma parte da sustentabilidade é contemplada e, geralmente, envolve os aspectos ambientais. Da mesma forma, as normas ISO (do português: Organização Internacional de Padronização)<sup>7</sup> abrangem parte dos requisitos de sustentabilidade em seus padrões, por exemplo:

- ISO 14001 - orienta como as empresas devem quantificar e monitorar seus aspectos ambientais que foram definidos no início da sua certificação;
- ISO 14020 - trata de selo ecológico que certifica o ciclo de vida do produto que esteja ambientalmente correto e de qualidade;
- ISO 14045 - especifica uma avaliação de ecoeficiência dos produtos;
- ISO 2600 - normatiza o uso voluntário e, portanto, não se certifica. Trata de diretrizes para a responsabilidade social das organizações, transparência, comportamento ético, legalidade, normas internacionais e direitos humanos.

Os selos e as normas ISO representam passos na busca por um desenvolvimento mais sustentável nos mais diversos segmentos. No entanto, é preciso ações integradas e sistemáticas das diferentes partes

---

<sup>7</sup> *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização).

interessadas na promoção de um mundo mais sustentável. Neste sentido, a Computação é uma área que tem muito a contribuir, inclusive no fomento ao comportamento sustentável da sociedade.

### 14.3 Computadores e a Sustentabilidade

Os computadores têm um papel central na temática da sustentabilidade, uma vez que são dispositivos que estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, viabilizam a disseminação de informações em larga escala e “têm potencial para ser uma ferramenta de conscientização, mobilização e promoção de mudanças de comportamento em prol da sustentabilidade” (NERIS *et al.*, 2012).

No entanto, para Neris *et al.* (2012), além de conscientizar, mobilizar e promover a mudança de comportamento, as soluções computacionais também são bens de consumo, sendo assim, causam impactos nas questões de sustentabilidade e exigem de seus produtores um repensar das práticas de design, desenvolvimento e descarte. As atuais práticas comuns de desenvolvimento não costumam mensurar os impactos dos processos e métodos utilizados para projetar, implantar e manter as soluções computacionais.

Tendo em vista este cenário, e com o objetivo de convidar a comunidade de computação a repensar suas práticas, em 2012 foi proposto o primeiro Grande desafio para a área de Interação Humano-Computador no Brasil (GrandIHCBR), intitulado: “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade” (NERIS *et al.*, 2012).

Para os proponentes,

[...] o desafio constitui a busca por ferramentas, métodos, modelos e teorias que fomentem um comportamento mais sustentável. Pesquisas nessa linha consideram os fatores emocionais, motivacionais e organizacionais, o comportamento em redes sociais, abordando aspectos de saúde e bem-estar, de desenvolvimento intelectual, de justiça, paz, equidade etc. De maneira mais explícita, espera-se a formação de comunidades sustentáveis; o desenvolvimento de soluções ubíquas e de ambientes inteligentes; o estímulo ao respeito ao próximo, ao transporte racional com

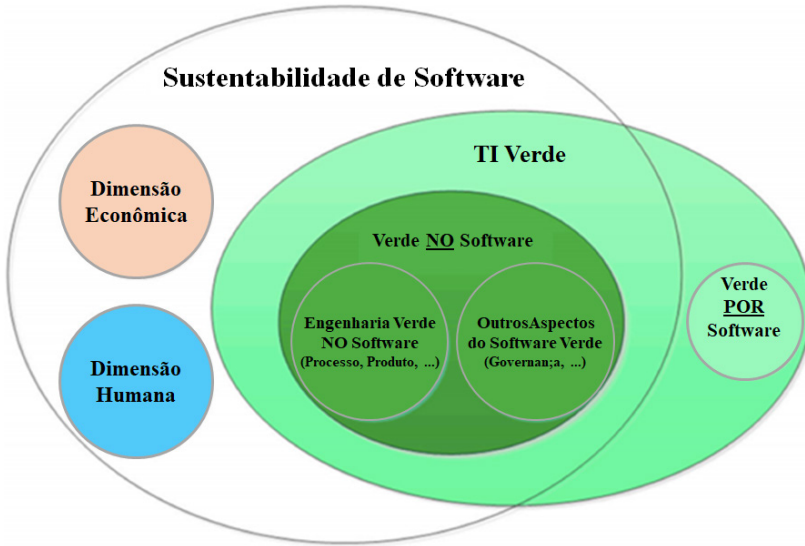
logística otimizada e produção de veículos inteligentes, à boa alimentação e à gestão eficaz dos suprimentos, ao desenvolvimento de soluções eficazes para o *e-waste* etc. (NERIS *et al.*, 2012).

Neris *et al.* (2012) afirmam ainda, que o desafio foi criado também para pensar a inserção de princípios de sustentabilidade nas práticas de design e na concepção/desenvolvimento de soluções de tecnologia. Para os autores é preciso repensar as técnicas e modelos da IHC e da computação em geral à luz das premissas do design sustentável. Os pesquisadores sugerem a concepção de metodologias que tenham respaldo na metodologia ágil, que levem em consideração o contexto social, econômico e ambiental dos usuários, que se integrem e criem uma simbiose com os processos de desenvolvimento de software; além de permitir o reuso e a reciclagem de artefatos, modelos, software e hardware. As técnicas e modelos devem ainda expressar uma preocupação com a qualidade, com o descarte, com soluções flexíveis e mais perenes.

Deve-se citar que há abordagens no campo da Engenharia de Software, em que aspectos sustentáveis são caracterizados como requisitos não funcionais de Qualidade do Software, tais como os trabalhos de Albertao (2010), Amsel (2011), Calero (2013) e Raturi (2014). No entanto, esses pesquisadores ainda investigam como efetivamente apoiar o desenvolvimento de sistemas de software que possam ser considerados sustentáveis.

Ainda neste contexto, de Guzmán *et al.* (2015) relatam que técnicas para produzir “software verde” estão despontando na literatura. No entanto, existe uma grande quantidade de software existente que não segue os princípios de sustentabilidade (ou seja, o de reduzir impactos na economia, sociedade e meio ambiente). Para esses autores, o ponto-chave em oferecer um “software verde” está em um dos estágios mais importantes no ciclo de vida do mesmo: a manutenção. Essa etapa permite não apenas resolver problemas de software e melhorar a sua qualidade, mas também deve permitir refatorar transformações para melhorar certas características do software. De Guzmán *et al.* (2015) descrevem técnicas, ferramentas e práticas úteis na manutenção de software como uma tentativa de melhorar a capacidade de atualização de sistemas de software.

Calero *et al.* (2017) discorrem sobre três dimensões para a sustentabilidade do software que estão alinhadas com o conceito universal de sustentabilidade, e que dependem, neste contexto, dos recursos usados no software. As dimensões são: sustentabilidade humana, sustentabilidade econômica e sustentabilidade ambiental, conforme ilustrado na Figura 14.7.



**Figura 14.7** Dimensões da sustentabilidade no software.

Fonte: Adaptada de Calero *et al.* (2017).

Os autores caracterizam a *sustentabilidade humana* como aquela em que o desenvolvimento e a manutenção do software afetam o desenvolvimento sociológico e aspectos psicológicos da comunidade de desenvolvimento de software e seus indivíduos. A *sustentabilidade econômica*, por sua vez, é entendida como a maneira com que o ciclo de vida do software processa os investimentos das partes interessadas para garantir benefícios, reduzir riscos e manter os ativos. Por fim, *sustentabilidade ambiental*, ou a TI Verde supracitada, é vista como o desenvolvimento, manutenção e uso de produtos de software e como eles afetam o consumo de energia e o uso de outros recursos.

Além das três dimensões conhecidas, Calero *et al.* (2017) relatam que a TI neste contexto pode ser dividida em *Verde Por* e *Verde No Software*, e que tal classificação depende do papel específico que o software desempenha, ou seja:

- *Verde Por Software* - Aqueles desenvolvidos para domínios que trabalham para preservar a sustentabilidade no meio ambiente, ou seja, sistemas de software que servem como ferramentas para apoiar os objetivos de sustentabilidade;
- *Verde No Software* - Como tornar o software mais sustentável, resultando em um produto de software que os autores consideram “ambientalmente amigável”.

Observa-se assim que a sustentabilidade é uma prática padronizada em um número de disciplinas de engenharia, mas ela ainda está em desenvolvimento para a comunidade de Engenharia de Software.

Na área da 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.

A próxima seção descreve como a sustentabilidade tem sido considerada no design de soluções computacionais.

## 14.4 Sustentabilidade no design de soluções computacionais

Além de Blevis, outros pesquisadores estão investigando a sustentabilidade na Computação e conferências da área de fatores humanos e soluções computacionais têm publicado diversos trabalhos neste sentido, evidenciando assim, a importância do tema.

Uma revisão sistemática realizada por NERIS et al. (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 da aplicação de práticas pedagógicas em cursos de design que preparam profissionais também para a sustentabilidade no design (BLEVIS, 2010).

Desde a proposta do primeiro desafio GrandIHCB, em 2012 (NERIS *et al.*, 2012), nota-se um aumento de trabalhos na literatura que abordam a criação de soluções computacionais que fomentam um comportamento sustentável nos usuários. Há soluções que visam, por exemplo, a redução no consumo de energia e das emissões de gases que contribuem para o efeito estufa e a introdução de dispositivos de gestão que facilitem esses processos e a conscientização dos hábitos de consumo (KJELDSKOV, 2015). Soluções de software e hardware para casas mais sustentáveis englobam, por exemplo, o uso de *eco-feedbacks*, que tornam o usuário mais consciente sobre os seus gastos financeiros, fomentando assim, o comportamento sustentável na redução do consumo de água e energia (PAAY *et al.*, 2013). O trabalho de Piccolo *et al.* (2014) é uma contribuição brasileira que estudou a temática no que se refere ao consumo consciente de energia.

Oliveira *et al.* (2016) realizaram um levantamento para saber a opinião de profissionais e estudantes de Computação no Brasil sobre sustentabilidade na área. Os resultados sugerem que a comunidade reconhece a relevância do tema. No entanto, a importância de se desenvolver soluções acessíveis, por exemplo, foi relacionada com sustentabilidade por apenas metade dos participantes da pesquisa. Os autores apontam a necessidade de evidenciar que a exclusão de minorias não contribui para uma sociedade mais justa, igualitária e que visa garantir um futuro melhor para todos. Mais estudos como o de Oliveira *et al.* (2016) podem ajudar a disseminar e divulgar que aspectos como acessibilidade digital e/ou a exclusão de minorias (e.g. mulheres, deficientes e o público LGBT) - nas diferentes áreas e também na Computação - devem ser considerados, pois estão associados à sustentabilidade no quesito social, uma vez que estão relacionados à ideia de justiça e de igualdade.

Pereira e Baranauskas (2017) corroboram com este tema e relatam que “as pessoas lésbicas, gays, bissexuais e transgêneros (LGBT) enfrentam uma série de lutas diárias, incluindo aquelas experimentadas através da mídia digital”. Os autores apontam que essas questões estão



ganhando cada vez mais espaço nas agendas de desenvolvimento de software e também na academia, e revelam tendências e oportunidades, bem como apresentam uma ferramenta para ajudar a prevenir e combater o preconceito contra pessoas LGBT no Brasil. O texto do quadro publicado abaixo ilustra um cenário de luta contra diferenças na área de TI.

Em 2017, também inspirados pelo desafio 1 do GrandIHCBr, Santana *et al.*(2017) apresentaram um trabalho sobre as atividades desenvolvidas pela comunidade brasileira de IHC no período de 2012 a 2017 relacionadas ao desafio Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade. A análise realizada pelos autores mostra que o desafio 1 é um dos menos abordados pela comunidade brasileira de IHC e que ações fomentando os GrandIHC-BR devem ser realizados constantemente. A partir dos resultados apresentados, os autores esperavam refletir sobre o desafio e propuseram uma agenda de pesquisa para os anos de 2018 - 2023, que inclui pensar sobre:

1. Aumento da complexidade da comunicação humano-computador, inclusive em novas profissões resultantes de novas parcerias entre seres humanos e sistemas computacionais;
2. Interação com cidades inteligentes, em contextos de uso reais, heterogêneos e em escala;
3. Métodos de design, uso e descarte de soluções de hardware e software considerando aspectos ambientais, sociais e econômicos, abordando desde materiais utilizados em etapas de design até impactos trazidos pelo uso de sistemas computacionais no que diz respeito à transferência de dados.

## 14.5 Sustentabilidade na avaliação de soluções computacionais

Para que um sistema computacional possa ser dito sustentável, ações de uma equipe de design e desenvolvimento devem ser realizadas desde as fases iniciais de um ciclo de desenvolvimento. Devem estar envolvidos atores diversos incluindo gerentes e diretores, bem como usuários e demais participantes de toda a cadeia produtiva do sistema. Os aspectos sociais, econômicos e ambientais devem ser considerados durante a criação, bem como durante o uso e descarte da solução gerada.

Não há ainda um modelo de processo de desenvolvimento consolidado que leve todos esses aspectos em consideração. As pesquisas atuais investigam como certas etapas do processo de desenvolvimento podem ser feitas segundo essas premissas. Neste sentido, Galindo Junior e Neris (2017) traçaram algumas diretrizes a serem seguidas pelos profissionais responsáveis pela avaliação de soluções computacionais, de modo a conceber soluções mais sustentáveis.

Os autores consideram que todos os profissionais envolvidos no processo de concepção de soluções computacionais devem ser responsáveis pela sustentabilidade da solução, incluindo a diretoria, os analistas, designers, programadores e avaliadores. Cada um desses atores exerce um papel fundamental na criação das soluções e precisam se atentar para os aspectos de sustentabilidade das mesmas.

A seguir são citados alguns exemplos de diretrizes que podem ser seguidas por profissionais, visando a avaliação de uma solução computacional mais sustentável. Esses exemplos consideram os três pilares da sustentabilidade.

### 1. Pilar Social

- Incentivar o comportamento ético e o respeito aos seres humanos:
  - As soluções computacionais devem coibir ações antiéticas, corruptivas e que de alguma forma segreguem;
  - O design de produtos não pode discriminar crenças ou culturas, e deve cuidar para que o respeito às pessoas seja cultivado por meio da solução.

- Criar interface de usuário acessíveis:
  - Criar interfaces que sejam acessíveis a diferentes tipos de usuários;
  - Respeitar as limitações da maioria das naturezas (por exemplo idosos e pessoas com limitações diversas);
  - Criar interfaces facilmente adaptáveis e que sejam flexíveis.
- Reduzir incidentes que impliquem em responsabilidade civil:
  - Atender às normas de ambiente salubre aos funcionários;
  - Atender às normas e fornecimento de Equipamentos de segurança individuais;
  - Utilizar EPI's;
  - Ter um ambiente adequado para a prática do trabalho, como mesas e cadeiras propensas à atividade.

## **2. Pilar Ambiental**

- Utilizar-se de energias consideradas “limpas”:
  - Priorização da utilização de energia solar ou eólica nas soluções;
  - Construir soluções que possam se utilizar dessas energias.
- Escolher materiais adequados na confecção das soluções computacionais:
  - Escolher materiais adequados, levando em consideração tempo e nível de reutilização do material, após o fim da sua utilidade no referido produto ou processo;
  - Priorizar a utilização de materiais com ciclos produtivos, de acordo com os preceitos da sustentabilidade;
  - Priorizar materiais que tenham uma fácil absorção pelo meio ambiente ao fim da vida útil.
- Reduzir emissão de gases na atmosfera:
  - Evitar a emissão de gases poluentes, por meio das soluções projetadas;
  - Evitar sempre que possível o transporte que utilize combustíveis fósseis;
  - Utilizar-se da tecnologia como um apoio para aproximar pessoas em reuniões por exemplo, evitando deslocamentos desnecessários.

### 3. Pilar Econômico

- Aprimorar o controle de custos e ter práticas leais de operação:
  - Ter uma política de lucro justa, compatível com o mercado;
  - Possuir transparência na cadeia produtiva com práticas que gerem lucro sem explorar.
- Estabelecer políticas de salários justos compatíveis com o mercado de TI:
  - Estabelecer uma política de cargos e salários priorizando a meritocracia;
  - Estabelecer salários compatíveis com o mercado de trabalho, da região e porte da empresa.
- Melhorar relação das empresas de tecnologia com o governo:
  - Cumprir as legislações pertinentes ao segmento da empresa;
  - Não sonegar impostos;
  - Contribuir com soluções que não deixem brechas à corrupção.

Para avaliação de sustentabilidade de uma solução computacional Galindo Junior (2016) propôs a aplicação de 21 diretivas, tendo como grande insumo, entre outros, o trabalho de Delai e Takahashi (2011). A partir das diretivas propostas, prioridades foram elencadas na aplicação de cada uma. Por prioridade entende-se a ordem de importância, e que pode ser correlacionada com um peso (quanto maior a prioridade, menor o seu número) para a avaliação da solução frente ao prisma de cada diretiva. As prioridades seguiram a sequência por dimensão: Ambiental > Social > Econômica. Para cada dimensão os autores verificaram aquele que tinha maior importância no contexto sustentável. A Tabela 14.1 disponibiliza as diretivas para a dimensão ambiental.

**Tabela 14.1** Diretivas da dimensão ambiental para promover sustentabilidade em soluções de TI (continua)

Dimensão	Diretiva	Contexto	Sustentabilidade	Prioridade na aplicação
Ambiental	Acidificação Atmosférica	A construção e manutenção de partes de computadores gera emissão de gases para a atmosfera que podem contribuir para a acidificação da atmosfera.	Utilizar menos hardware quando possível; 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 sistemas de software mais eficientes energeticamente, isto é, que demandem menos processamento, e por consequência, menos necessidade de resfriamento.	6
	Consumo	A construção e manutenção de partes de computadores implica em consumo de água.	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.	1

Fonte: Adaptada de Galindo Junior (2017).

**Tabela 14.1** Diretivas da dimensão ambiental para promover sustentabilidade em soluções de TI (continuação)

Dimensão	Diretiva	Contexto	Sustentabilidade	Prioridade na aplicação
	Consumo de Material	A construção e manutenção de partes de computadores demandam recursos naturais, renováveis e/ou não renováveis.	Utilizar menos hardware; e priorizar fabricantes que priorizem na confecção de seus produtos, matérias-primas renováveis na natureza, ou recicláveis.	2
Ambiental	Ecotoxicidade para a Vida Aquática	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.	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.	4
	Consumo e Fontes	A construção e manutenção de partes de computadores implica em consumo de recursos energéticos.	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.	3
	Demanda Aquática de Oxigênio	A construção e manutenção de partes de computadores implica em produção, secundária, poluidores que são despejados em copos d'água, como: ácido acético, acetona, nitrato de amônio em solução, sulfato de amônio em solução, clorotrifluoroetano, dicloroetano (edc), etileno, etilenoglicol, ion ferroso, metanol, metacrilato de metilo, metileno cloreto, fenol e cloreto de vinila (DELA, 2011 apud ICHIME, 2005); e em poluição termal, como exemplo, uso de água de corpos d'água vizinhos para resfriamento de equipamentos.	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.	5

Fonte: Adaptada de Galindo Junior (2017).

**Tabela 14.1** Diretivas da dimensão ambiental para promover sustentabilidade em soluções de TI (continuação)

Dimensão	Diretiva	Contexto	Sustentabilidade	Prioridade na aplicação
Ambiental	Emissões e Aquecimento Global	A construção e manutenção de partes de computadores gera emissão de gases para a atmosfera que podem contribuir para o aquecimento global.	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	A construção e manutenção de partes de computadores implica em produção de resíduos tóxicos, ao bioma, que são despejados na terra.	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.	7
	Reciclabilidade do Produto	A construção e manutenção de partes de computadores e produção de software demanda o uso recursos, que pode ser reciclável (reutilizado), ou não.	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	9

Fonte: Adaptada de Galindo Junior (2017).

A Tabela 14.2, por sua vez, aponta as diretivas para a dimensão econômica.



**Tabela 14.2** Diretivas da dimensão econômica para promover sustentabilidade em soluções de TI

Dimensão	Diretiva	Contexto	Sustentabilidade	Prioridade na aplicação
Econômica	Capital Empregado	A construção e manutenção de partes de computadores implicam em investimentos.	A empresa responsável mantém investimentos, com retorno sobre o capital empregado.	19
	Gerenciamento de Crise	A construção e manutenção de partes de computadores implicam na adoção de estratégias, ações, comportamentos, e processos, para manutenção da empresa responsável.	A empresa responsável possui eficiente gestão e prevenção de crises.	18
	Governança Corporativa	A construção e manutenção de partes de computadores e software implicam na adoção de estratégias, ações, comportamentos, e processos, para manutenção da empresa responsável.	A empresa responsável ter resultados bons resultados financeiros, para sua manutenção a curto e médio prazos.	17
	Lucro e Valor	A construção e manutenção de partes de computadores implicam que a empresa responsável gerencie e previna crises.	A empresa responsável tem bons resultados financeiros, para sua manutenção a curto e médio prazos.	20
	Pesquisa e Desenvolvimento	A construção e manutenção de partes de computadores tem origem na estratégia das fabricantes de soluções computacionais com intuito de confeccionar produtos mais sustentáveis.	Empresas, com longa preocupação em pesquisa e desenvolvimento, contemplarem design sustentável para elaboração de seus produtos.	16
	Remuneração dos Acionistas	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.	A empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto gerar dividendos que satisfaçam seus acionistas, permitindo continuidade de investimentos.	21

**Fonte.** Adaptada de Galindo Junior (2017).

Por fim, a Tabela 14.3 aponta as diretivas para a dimensão social.

**Tabela 14.3** Diretivas da dimensão social para promover sustentabilidade em soluções de TI

Dimensão	Diretiva	Contexto	Sustentabilidade	Prioridade na aplicação
Social	Atração e Retenção de Talentos	A construção e manutenção de partes de computadores dependem de mão-de-obra.	A empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto gerar satisfação e retenção de sua mão-de-obra.	13
	Criação de Empregos	A construção e manutenção de partes de computadores dependem de mão-de-obra, e consequente geração de emprego.	A empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto gera empregos, com responsabilidade social.	11
	Educação, Treinamento e Desenvolvimento	A construção e manutenção de partes de computadores dependem de treinamento da mão-de-obra, para exercício das atividades, atuais e previstas.	A empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto promova educação, treinamentos e desenvolvimentos, aos seus funcionários.	12
	Produtos e Etiquetas	A construção e manutenção de partes de computadores implicam na identificação dos produtos.	Confecção e/ou manutenção do produto mantém informações necessárias, e quais seus impactos na sustentabilidade, na sua rotulagem.	14
	Respeito pela Privacidade do Cliente	A construção e manutenção de partes de computadores implicam na posse de dados de clientes.	Empresa responsável pela confecção e/ou manutenção do produto manter protegidos os dados de dos clientes, quiçá criptografados, impedindo o uso indevido desses por funcionários da empresa, ou por ataques externos ao seu sistema.	15
	Saúde e Segurança	A construção e manutenção de partes de computadores implicam na posse de dados de clientes.	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.	11

Fonte: Adaptada de Galindo Junior (2017).

Em suma, as diretrizes apontadas por Galindo Junior (2017) podem ser consideradas um passo inicial para a avaliação de soluções computacionais considerando aspectos de sustentabilidade. Estudos futuros podem associar essas e outras diretivas às demais etapas de um processo de desenvolvimento de soluções computacionais.

## 14.6 Considerações finais

Neste capítulo, apresentamos exemplos que demonstram a importância de considerarmos aspectos de sustentabilidade em vários segmentos da vida em sociedade, inclusive na criação, uso e descarte de soluções computacionais. Também apresentamos alguns trabalhos de pesquisa que investigam como considerar aspectos ambientais, econômicos e sustentáveis no design, desenvolvimento e avaliação de sistemas de software e hardware.

Por fim, é importante salientar que a responsabilidade de criar, entre outros, soluções que reflitam aspectos morais e éticos em detrimento do lucro e do benefício próprio; processos que pensem nos impactos sociais das soluções desenvolvidas; empresas que remuneram seus funcionários de maneira justa e sem discriminação - independente de gênero, orientação sexual, etnia e crenças; empresas que criem políticas de descarte adequadas é de toda a comunidade de profissionais de computação. E você, está disposto a ajudar?

## 14.7 Leituras recomendadas

- BLEVIS, E. **Sustainable interaction design: invention & disposal, renewal & reuse**. In: Proceedings of the CHI2007. SIGCHI. New York, NY, USA: ACM. 2007.
- NERIS, V.P.A., RODRIGUES, K.R.H., SILVA, J.B. **Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade**. In: I GranDIHC-BR - Relatório Técnico. CEIHC-SBC. 2014.
- ONU, **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**, 2017.

## 14.8 Atividades sugeridas

1. Considerando o tripé da sustentabilidade, tente pensar em produtos que você e sua família fazem uso que podem ser ditos sustentáveis.

2. Pesquise, pelo menos, três dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU citados na Figura 15.2 e compartilhe com os seus colegas de turma sobre o que descobriu. Reflita sobre como a computação pode apoiar os objetivos que você escolheu.
3. Cite dois exemplos de sistemas computacionais que não seguem o que diz o primeiro grande desafio para a área de IHC no Brasil (GrandIHCBr), intitulado “Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade”. Justifique suas escolhas apontando quais características apontadas pelo desafio os sistemas não atendem.
4. Por que é importante desenvolver soluções computacionais acessíveis e qual a relação desse aspecto de qualidade de software com a sustentabilidade?
5. Você já foi vítima de algum tipo de preconceito em escolas ou empresas de computação? Você já utilizou algum sistema computacional que discriminava partes da sociedade?
6. Você compraria um celular que utiliza metais obtidos por mão de obra infantil escrava? Pesquise se há relatos dessa prática. Pesquise também sobre outros aspectos insustentáveis na indústria da computação.
7. Imagine que você e outros colegas da sua turma trabalham em um *software house*. Considerando diferentes partes interessadas como o diretor, gerente, designer, programador e usuário como vocês imaginam desenvolver uma solução computacional sustentável?

## Referências bibliográficas

AGÊNCIA IBGE NOTÍCIAS. PNAD Contínua TIC 2018: Internet chega a 79,1% dos domicílios do país. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/27515-pnad-continua-tic-2018-internet-chega-a-79-1-dos-domicilios-do-pais>. Acesso em: 16 set. 2020.

ALBERTAO, F., XIAO, J., TIAN, C., LU, Y., ZHANG, K. Q., LIU, C. Measuring the Sustainability Performance of Software Projects. 2010. In: IEEE 7th International Conference on E-Business Engineering. Shanghai, China, 2010.

AMSEL, N., IBRAHIM, Z., MALIK, A., TOMLINSON, B. Toward Sustainable Software Engineering 2011. In: 33rd International conference on software Engineering (ICSE). Honolulu, HI, USA, 2011.

BLEVIS, E. Sustainable interaction design: invention & disposal, renewal & reuse. In: Proceedings of the CHI 2007. SIGCHI. New York, NY, USA: ACM., 2007.

CALERO, C., BERTOIA, M.F., MORAGA, M. A Systematic Literature Review for Software Sustainability Measures. 2013. In: 2nd International Workshop on Green and Sustainable software (GREENS). San Francisco, CA, USA. 2013.

CALERO, C., PIATTINI, M. Puzzling out Software Sustainability. Sustainable Computing: Informatics and. System. 16. 2017, 117–124.

CONHEÇA os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Nações Unidas, 25 set 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu>. Acessado em: 19 set 2019.

DE GUZMÁN I.G.R., PIATTINI M., PÉREZ-CASTILLO R. Green Software Maintenance. In: Calero C., Piattini M. (eds) Green in Software Engineering. Springer, Cham. 2015.

DE LAI, I., TAKAHASHI, S. Sustainability Measurement System: A Reference Model Proposal, Social Responsibility. Journal, Vol. 7 Issue: 3, p. 438-471. 2011.

GALILEU. A sustentabilidade está na moda. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Caminhos-para-o-futuro/Desenvolvimento/noticia/2016/06/moda-da-sustentabilidade.html>. Acesso em: 16 set. 2020.

HESS, P. O que é TI Verde. HSM. 22 set. 2009. Disponível em: <https://www.hsm.com.br/editorias/o-que-e-ti-verde>. Acesso em: 09 dez. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 set. 2020.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua - PNAD Contínua. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 16 set. 2020.

IBGE. PNAD Contínua: acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2016. 2018. 46 slides, color. Disponível em: [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com\\_mediaibge/arquivos/49bcf11e47179d434bda979434770b0b.pdf](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/49bcf11e47179d434bda979434770b0b.pdf). Acesso em: 16 set. 2020.

IPEADATA. Dados Macroeconômicos e Regionais. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 16 set. 2020.

KJELDSKOV J. *et al.* Facilitating Flexible Electricity Use in the Home with Eco-Feedback and Eco-Forecasting. In OzCHI'15 Proceedings of the Annual Meeting of the Australian Special Interest Group for Computer Human Interaction p. 388-396. Austrália 2015.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Construção Sustentável. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>. Acesso em: 09 dez. 2018.

MONTEIRO, M.S., ROMITO, P.R. Ti Verde– Implementação de Práticas Sustentáveis em Empresa de Tecnologia da Informação. IX Simpósio de excelência em gestão e tecnológica. 2012. Disponível em: <http://www.inf.aedb.br/seget/artigos12/25916208.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2018.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Agenda 2030. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 16 set. 2020.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso em: 16 set. 2020.

NERIS, V.P.A., RODRIGUES, K.R.H., LIMA, R.F. A systematic review of sustainability and aspects of human-computer interaction. In: Kurosu M. (eds) Human-Computer Interaction. Applications and Services. HCI 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8512. p. 742–753 Springer, Cham. Springer, Cham (2014).

NERIS, V.P.A., RODRIGUES, K.R.H., SILVA, J.B. Futuro, Cidades Inteligentes e Sustentabilidade. In: I GranDIHC-BR - Relatório Técnico. CEIHC-SBC. 2014.

OLIVEIRA, R. R., NERIS, V.P.A., GALINDO JÚNIOR, N.A. Perceptions of Sustainability Aspects in Computing. In Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC '16). ACM, New York, NY, USA, Article 55, 4 pages. 2016.

ONUBR, N. U. n. B. Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento Sustentável. v. 15, 2015. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 15 set. 2018.

PAAY, J. *et al.* Promoting pro-environmental behaviour: A tale of two systems. In OzCHI 2013, p. 235-244. 2013.

PEQUENAS EMPRESAS & GRANDES NEGÓCIOS. Mulheres lutam contra o machismo no mundo das startups. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/pme/pequenas-empresas-grandes-negocios/noticia/2018/07/mulheres-lutam-contr-o-machismo-no-mundo-das-startups.html>. Acesso em: 16 set. 2020.

PEREIRA, G.C., BARANAUSKAS, M.C.C. Supporting people on fighting lesbian, gay, bisexual, and transgender (LGBT) prejudice: a critical codesign process. In: 16th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC2017), 2017, p. 441-457, Santa Catarina, SC, Brasil, 2017.

PICCOLO L.S.G. *et al.* Energy consumption awareness in the workplace: technical artefacts and practices. In XIII Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems, 2014, Foz do Iguaçu, Brazil, p. 41-50. 2014.

RATURI, A., PENZENSTADLER, B., TOMLINSON, B., RICHARDSON, D. Developing a Sustainability Non-Functional Requirements Framework. In Proceedings of the 3rd International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS 2014). ACM, New York, NY, USA, 1-8. 2014.



SANTANA, V. F., NERIS, V.P.A., RODRIGUES, K.R.H., OLIVEIRA, R. R., GALINDO JÚNIOR, N.A. Activity of Brazilian HCI Community from 2012 to 2017 in the Context of the Challenge ‘Future, Smart Cities, and Sustainability. In Proceedings of the XVI Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC 2017). ACM, New York, NY, USA, Article 67, 5 pages, 2017.



### Agradecimentos

Os autores agradecem à comunidade brasileira de computação pela participação no levantamento sobre aspectos de sustentabilidade na computação, à CEIHC pela organização do GrandIHC-Br e aos organizadores pelo convite para a escrita do capítulo. Os autores também agradecem às suas instituições de origem.