



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS - ICEAC  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA – PROFIAP

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE TI VERDE PARA  
INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR

EDUARDA RODRIGUES BRUNDO

RIO GRANDE, RS

2021

EDUARDA RODRIGUES BRUNDO

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE TI VERDE PARA  
INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração Pública em Rede Nacional – PROFIAP da Universidade Federal do Rio Grande – FURG como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração Pública.

**Orientador:** Prof. Dr. Guilherme Lerch Lunardi

RIO GRANDE, RS

2021

### Ficha Catalográfica

B894d Brundo, Eduarda Rodrigues.

Desenvolvimento e validação de um modelo de TI verde para  
Instituições Públicas de Ensino Superior / Eduarda Rodrigues  
Brundo. – 2021.

115 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –  
FURG, Programa de Pós-Graduação em Administração, Rio  
Grande/RS, 2021.

Orientador: Dr. Guilherme Lerch Lunardi.

1. TI Verde 2. Sustentabilidade 3. Instituições Públicas de Ensino  
Superior 4. *Design Science Research* I. Lunardi, Guilherme Lerch  
II. Título.

CDU 378:658

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

# **DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE TI VERDE PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR**

**EDUARDA RODRIGUES BRUNDO**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do grau de Mestre em Administração Pública e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação Profissional em Administração Pública (PROFIAP), em Rede Nacional, realizado na Universidade Federal do Rio Grande - FURG. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo citados.

Banca Examinadora:

**Prof. Dr. Guilherme Lerch Lunardi (Orientador)**  
**PROFIAP – FURG**

**Prof. Dr. Décio Bittencourt Dolci**  
**PPGA - FURG**

**Prof. Dr. Vilmar Antonio Gonçalves Tondolo**  
**PROFIAP - UFPel**

Rio Grande, 14 de dezembro de 2021.

## RESUMO

A área de TI, com o passar do tempo, tem se mostrado como uma preocupação crescente para a sociedade, tendo em vista os diversos impactos ambientais proporcionados pelas mais diversas tecnologias presentes nas organizações, podendo citar problemas como o alto consumo de energia, o que contribui, também, para a emissão de gases, a quantidade de insumos não renováveis utilizados na produção de equipamentos de informática, o descarte de equipamentos obsoletos, entre outros problemas relevantes. A fim de atender a essa realidade, destaca-se o movimento da Tecnologia da Informação Verde – comumente chamada de TI Verde –, a qual pode ser caracterizada como pensar na Tecnologia da Informação de forma sustentável, através da definição e utilização de metodologias que auxiliem a preservação da natureza. No campo da Administração Pública, mais especificamente as Instituições Públicas de Ensino Superior, utilizam a TI em boa parte de suas atividades diárias, envolvendo ensino, pesquisa e a gestão dessas organizações. Nesse sentido, teve-se como objetivo nesta dissertação propor um modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior, de modo a orientar os gestores na seleção e adoção de diferentes práticas ligadas à área de tecnologia nas instituições onde atuam, tornando-as, dessa forma, mais sustentáveis, assim como auxiliar na melhoria dos seus processos organizacionais. Para isso, realizou-se um estudo fundamentado na *Design Science*, seguindo as etapas metodológicas da *Design Science Research*, em que se objetivou identificar modelos de TI Verde disponíveis na literatura para, em seguida, realizar adaptações aos modelos identificados, tendo em vista o contexto das Instituições Públicas de Ensino Superior e, posteriormente, validar o modelo proposto em uma Instituição Pública de Ensino Superior. Através da realização de entrevistas semiestruturadas e da aplicação de um questionário estruturado com quatro especialistas em Gestão Ambiental e Tecnologia da Informação, que atuam em instituições públicas de ensino, foi possível identificar lacunas e possíveis pontos de melhoria ou adaptações a serem implementadas no modelo preliminar selecionado, assim como confirmar a aplicação de práticas de TI Verde em instituições de ensino, juntamente com os possíveis investimentos necessários e retornos financeiros esperados. Por fim, realizou-se a demonstração e validação do modelo final junto a dois gestores de uma universidade federal, os quais confirmaram o atendimento a diferentes critérios estabelecidos e a aplicabilidade do modelo proposto ao ambiente para o qual foi projetado.

**Palavras-chave:** TI Verde. Sustentabilidade. Instituições Públicas de Ensino Superior. *Design Science Research*.

## ABSTRACT

The IT area, over time, has shown itself to be a growing concern for society, in view of the various environmental impacts provided by the most diverse technologies present in organizations, including problems such as high energy consumption, which also contributes to the emission of gases, the amount of non-renewable materials used in the production of computer equipment, the disposal of obsolete equipment, among other relevant problems. In order to meet this reality, the Green computing movement stands out – commonly called Green IT – which can be characterized as thinking about Information Technology in a sustainable way, through the definition and use of methodologies that help the preservation of nature. In the Public Administration field, more specifically the Public Higher Education Institutions, use IT in a good part of their daily activities, involving teaching, research and the management of these organizations. In doing so, the aim of this dissertation was to propose a specific Green IT model for Public Higher Education Institutions, in order to guide managers in the selection and adoption of different practices related to the technology area in the institutions where they work, thus, making them more sustainable, as well as helping to improve their organizational processes. Thereunto, a study based on Design Science was performed, following the methodological steps of Design Science Research, in which the objective was to identify Green IT models available in the literature to then make adaptations to the identified models, considering the context of Public Higher Education Institutions and, later, to validate the proposed model in a Public Higher Education Institution. Through semi-structured interviews and the application of a structured questionnaire with four specialists in Environmental Resource Management and Information Technology, who work in public educational institutions, it was possible to identify gaps and possible points for improvement or adaptations to be implemented in the selected preliminary model, as well as confirming the application of Green IT practices in educational institutions, in addition to possible necessary investments and expected financial returns. At last, the demonstration and validation of the final model was performed with two managers of a federal university, who confirmed the fulfillment of different established criteria and the applicability of the proposed model to the environment for which it was designed.

**Keyword:** Green IT. Sustainability. Public Higher Education Institutions. Design Science Research.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Síntese das principais práticas de TI Verde realizadas pelas organizações .....	17
Quadro 2 - Estudos relacionados ao tema TI Verde .....	28
Quadro 3- Diretrizes para condução da DSR .....	35
Quadro 4 - Participantes da pesquisa .....	47
Quadro 5 – Resumo das entrevistas .....	48
Quadro 6 – Avaliadores do modelo .....	51
Quadro 7 – Constructo Contexto .....	54
Quadro 8 - Leis e normas associadas à TI Verde .....	55
Quadro 9 – Práticas de TI Verde aplicáveis às Instituições Públicas de Ensino Superior.....	58
Quadro 10 – Constructo Prontidão .....	60
Quadro 11 – Constructo Adoção .....	66
Quadro 12 - Apresentação dos resultados das entrevistas realizadas no ciclo de avaliação ...	72
Quadro 13 – Proposta de adoção de práticas de TI Verde .....	79

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Síntese dos conceitos e definições de TI Verde .....	12
Figura 2- Modelo de adoção a TI Verde (GITAM) .....	18
Figura 3- Modelo de prontidão para TI Verde (Prontidão-G).....	20
Figura 4– Estrutura Multinível para Pesquisa de TI ambientalmente sustentável .....	21
Figura 5–Modelo integrado de adoção a TI Verde (IMGITA).....	22
Figura 6 - Modelo para sucesso na adoção a Computação Verde .....	23
Figura 7- Estrutura de política verde para instituições governamentais sustentáveis.....	24
Figura 8 - Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior (PROATIVES) .....	25
Figura 9 - Ciclos da <i>Design Science Research</i> .....	36
Figura 10 - Desenho de pesquisa .....	38
Figura 11 – Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior (PROATIVES) .....	41
Figura 12 – Fluxo da Análise de Dados .....	49
Figura 13 – Modelo preliminar e Modelo desenvolvido.....	53
Figura 14 - Desafios e dificuldades para implementação do modelo proposto na instituição .	74
Figura 15 – Modelo de TI Verde validado .....	76

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGU	Advocacia-Geral da União
CGU	Controladoria-Geral da União
CRT	<i>Cathodic Ray Tube</i>
DS	<i>Design Science</i>
DSR	<i>Design Science Research</i>
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
IES	Instituição de Ensino Superior
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
PDI	Plano de Desenvolvimento Institucional
PDTI	Plano de Desenvolvimento de Tecnologia de Informação
PDTIC	Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação
PETI	Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação
PPI	Projeto Pedagógico Institucional
PROINFRA	Pró-Reitoria de Infraestrutura
PROATIVES	Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior
TAE	Técnico Administrativo em Educação
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>5</b>
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	6
1.2 OBJETIVOS .....	7
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>7</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>7</b>
1.3 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO .....	8
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
2.1 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO VERDE .....	10
2.2 PRÁTICAS DE TI VERDE .....	13
2.3 MODELOS SUSTENTÁVEIS DE TI .....	18
2.4 ESTUDOS ANTERIORES REALIZADOS SOBRE O TEMA NO BRASIL .....	26
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>34</b>
3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	34
3.2 DESENHO DE PESQUISA .....	37
3.3 ETAPA DE CONSCIENTIZAÇÃO .....	39
3.4 ETAPA DE SUGESTÃO .....	45
<b>3.4.1 Coleta de dados</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4.2 Participantes</b> .....	<b>46</b>
<b>3.4.3 Realização das entrevistas e aplicação do questionário</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4.4 Análise das entrevistas com os especialistas</b> .....	<b>48</b>
3.5 ETAPA DE DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO E CONCLUSÃO .....	49
<b>3.5.1 Etapa Desenvolvimento</b> .....	<b>49</b>
<b>3.5.2 Etapa Avaliação</b> .....	<b>50</b>
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>52</b>
4.1 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE TI VERDE .....	52
<b>4.1.1 Construto Contexto</b> .....	<b>53</b>
<b>4.1.2 Constructo Prontidão</b> .....	<b>60</b>
<b>4.1.3 Constructo Adoção</b> .....	<b>65</b>
4.2 DEMONSTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MODELO PROPOSTO .....	70
<b>5 PLANO DE AÇÃO</b> .....	<b>77</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>80</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>84</b>

<b>APÊNDICE A - Carta de Apresentação.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista Semiestruturada .....</b>	<b>93</b>
<b>APÊNDICE C – Questionário Estruturado .....</b>	<b>95</b>
<b>APÊNDICE D - Primeiro e-mail encaminhado aos especialistas (Convite de participação).....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE E – Segundo e-mail encaminhado aos especialistas (Após o aceite de participação).....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE F – Demonstração do Modelo de TI Verde de acordo com os dados da FURG .....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE G – Plano de Ações de TI Verde.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE H – Roteiro para validação do modelo de TI Verde .....</b>	<b>108</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um tema recorrente nas últimas décadas e questões relacionadas a ela têm se tornado cada vez mais importantes na pesquisa e na prática das organizações ao longo do tempo, como resultado da preocupação com relação ao uso excessivo dos recursos naturais e o seu esgotamento, assim como da responsabilidade social das organizações (DAO; LANGELLA; CARBO, 2011; MATSUDA; PINOCHET, 2017). Problemas sociais, ambientais e econômicos têm levado governantes, sociedades civis e as organizações a proporem diferentes medidas para a preservação do planeta e, conseqüentemente, a sobrevivência das gerações futuras. O desenvolvimento sustentável é uma questão importante que vem sendo amplamente debatida em todo o mundo, fazendo com que a adoção de práticas mais ecológicas sejam introduzidas nas organizações (DEZDAR, 2017). Para Batista e Souza (2019), o desenvolvimento sustentável consiste em buscar o crescimento da organização considerando principalmente os aspectos sociais e ambientais, ponderando questões como a justiça social e a preservação do meio ambiente.

Particularmente na área de Tecnologia da Informação (TI), cada vez mais, gestores têm se mostrado preocupados com o impacto ambiental proporcionado pelas mais diversas tecnologias presentes em suas organizações, sendo os problemas mais evidentes o alto consumo de energia (que contribui, também, para a emissão de gases), a quantidade de insumos não renováveis utilizados na produção de equipamentos de informática e o descarte de equipamentos obsoletos (SALLES *et al.*, 2016; DEZDAR, 2017). Segundo Murugesan (2008), a TI representa uma parte significativa e crescente dos problemas ambientais que a sociedade se depara atualmente.

Nesse novo contexto, percebe-se que as organizações têm dedicado cada vez mais tempo e recursos para preservar o meio ambiente, implementando estratégias de gestão ambiental de modo a diminuir o impacto de suas operações, além de realizar esforços para reduzir o consumo de energia e a geração de resíduos (KO; CLARK; KO, 2011; MATSUDA; PINOCHET, 2017). Na área de TI, esse movimento vem sendo chamado de TI Verde ou Computação Verde (MOLLA *et al.*, 2008). Segundo Pinochet, Silva e Matsuda (2015), TI Verde significa pensar na Tecnologia da Informação de forma sustentável, através da definição e utilização de metodologias que auxiliem a preservação da natureza. Apesar de ser um conceito em constante construção, pode ser entendida como um conjunto de práticas sustentáveis para projetar, produzir, gerenciar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados, bem como economizar energia elétrica, e outras práticas que venham

a reduzir os impactos nocivos do comportamento humano sobre o meio ambiente (MURUGESAN, 2008). Além disso, Ainin, Naqshbandi e Dezdar (2016) consideram a TI Verde como um investimento eficaz nas organizações, tendo em vista que promove uma gestão orientada para a sustentabilidade.

No campo da Administração Pública, mais especificamente, as Instituições Públicas de Ensino Superior, como muitas outras organizações, utilizam a TI em suas atividades diárias. Assim, ao adotar práticas ambientalmente corretas voltadas à área de tecnologia pode contribuir tanto para a preservação ambiental, como servir de exemplo para outros tipos de organizações ou ainda conscientizar os futuros profissionais que estão em formação (DIAS, 2015).

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

De acordo com Lunardi, Alves e Salles (2014), é bastante relevante a proposição e validação de modelos empíricos que possam ser utilizados pelas organizações e até mesmo pelos indivíduos, de modo a analisar de forma adequada como a TI Verde vem sendo implementada nos mais diferentes contextos, fornecendo consistência para futuras pesquisas sobre o tema. Ademais, os mesmos autores expõem que a TI Verde aparece como um campo de pesquisa recente, e que para avançar como área de estudo, requer teorização, construção de modelos e desenvolvimento de medidas.

Os estudos relacionados ao tema, na área pública, ainda são escassos no país, podendo ser destacados os seguintes trabalhos: TI Verde sob a ótica do descarte do resíduo eletrônico no setor público (BISCAINO, 2012); análise do grau de maturidade das práticas de TI Verde em um hospital universitário (PEREIRA, 2013); práticas organizacionais ambientalmente corretas, relacionadas com a Tecnologia da Informação em universidades brasileiras (DAMASCENO; ANDRADE, 2013); avaliação da utilização de práticas de Tecnologia da Informação Verde no Instituto Federal do Amazonas (SOUZA, 2013); práticas sustentáveis em TI Verde no Instituto Federal de São Paulo (GIANELLI, 2016); influência das pressões institucionais e as crenças ambientais de gestores na adoção da Tecnologia da Informação Verde (DIAS *et al.*, 2017); análise da implementação de práticas de TI Verde em um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (MOURA, 2017); adoção de práticas sustentáveis para utilização de recursos de TI na Administração Pública Federal (ROSA; SMEK, 2017); adoção da TI Verde em organizações públicas federais no Rio Grande do Sul e o seu impacto na sustentabilidade ambiental (SAN MARTIN, 2018); o processo de gestão de descarte de

equipamentos eletrônicos de informática na Universidade Federal de Rondônia (BATISTA; SOUZA, 2019); e proposição de uma abordagem para implementação de TI Verde para desenvolver universidades sustentáveis (COSTA JÚNIOR, 2020).

Frente à necessidade de desenvolver novos estudos sobre TI Verde e sua aplicabilidade na área pública, em especial nas instituições de ensino, propõe-se a seguinte questão de pesquisa: **como as Instituições Públicas de Ensino Superior poderiam adotar, de forma eficiente, diferentes práticas de TI Verde?**

Desta forma, torna-se relevante a proposição e validação de modelos empíricos que possam ser aplicados nas Instituições Públicas de Ensino Superior, de modo a orientar os gestores na seleção e adoção de diferentes práticas sustentáveis ligadas à área de tecnologia nas instituições onde atuam.

## 1.2 OBJETIVOS

Conforme o problema de pesquisa explicitado, apresenta-se o objetivo geral e, de maneira complementar, os objetivos específicos.

### 1.2.1 Objetivo geral

Propor um modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar modelos de TI Verde disponíveis na literatura;
- Propor adaptações no(s) modelo(s) identificado(s) na literatura, tendo em vista o contexto das Instituições Públicas de Ensino Superior; e
- Validar o modelo proposto em uma Instituição Pública de Ensino Superior.

De forma a atingir os objetivos estipulados nesse estudo, foi utilizada a *Design Science* (DS) como base epistemológica e a *Design Science Research* (DSR) como método de pesquisa. Desta forma, por meio do cumprimento dos objetivos definidos nesta pesquisa, tem-se ao seu final a proposição de um modelo sustentável de TI específico às Instituições

Públicas de Ensino Superior. Nesse sentido, o primeiro objetivo específico foi atingido por meio da busca e seleção da literatura de modelos preliminares, sendo identificado um modelo prioritário, utilizado como base neste estudo. Já o segundo objetivo específico, foi alcançado através da realização de entrevistas com especialistas da área de gestão ambiental e tecnologia da informação que atuam em instituições públicas, nas quais resultaram em adaptações ao modelo preliminar identificado na literatura. Por fim, o terceiro objetivo específico foi atingido por meio da validação do modelo proposto em uma Instituição Pública de Ensino Superior. Destaca-se que todos os objetivos estipulados no estudo foram atingidos por meio da realização das etapas metodológicas da DSR.

### 1.3 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO

Os constantes avanços tecnológicos, marcados pelo surgimento de novos equipamentos, cada vez mais presentes no mercado, têm acarretado sérios danos ao meio ambiente. Tais agravos podem ser percebidos pelo aumento do consumo de energia, pela degradação do meio ambiente devido ao descarte incorreto do lixo eletrônico, o aumento do uso de papel, entre vários outros impactos ambientais (GIANELLI, 2016; SALLES *et al.*, 2016). Nesse contexto, a TI Verde tem como missão minimizar esses efeitos, não de forma a evitar a tecnologia, mas com a finalidade de utilizá-la de maneira adequada e consciente (GIANELLI, 2016).

Desta forma, organizações de todos os tipos vêm procurando criar ambientes de trabalho com características mais sustentáveis. Na área pública, a escassez de recursos orçamentários deveria servir com um incentivador às instituições públicas de modo a promover iniciativas sustentáveis, visando além da proteção e respeito ao meio ambiente, a redução de custos, podendo utilizar os recursos financeiros economizados no atendimento a outras necessidades institucionais. Além do mais, várias práticas sustentáveis relacionadas à área de TI podem contribuir na redução dos impactos ambientais e ainda tornar a organização mais ecológica (SOUZA, 2013). Algumas iniciativas podem ser destacadas, como a existência de políticas de sustentabilidade, o uso de videoconferências, medidas de contenção de gastos com insumos, práticas de descarte e reciclagem de componentes eletrônicos, dentre outras.

Outros fatores importantes que também devem ser considerados são as barreiras e dificuldades de implementação de iniciativas de TI Verde nas instituições públicas. Segundo Suryawanshia e Narkhedeb (2015), algumas dessas barreiras são a falta de financiamento

adequado, a cultura institucional despreocupada com o aspecto ambiental, as atividades inadequadas de pesquisa e desenvolvimento na área, entre outras.

Destaca-se, ainda, como um importante fator que contribui para a relevância desse estudo, o caráter inovador e diferenciado das pesquisas que utilizam a *Design Science* como paradigma epistemológico e a *Design Science Research* como método de pesquisa. Essa metodologia permite a construção e validação de artefatos, com o objetivo de trazer soluções satisfatórias para problemas reais, podendo ser generalizados a uma classe de problemas. E, além disso, contribui tanto para o meio acadêmico quanto profissional, aproximando, assim, pesquisadores e gestores (LACERDA *et al.*, 2013).

Diante dos aspectos aqui apresentados, esta pesquisa se justifica pela oportunidade de desenvolver um modelo sustentável relacionado às operações de TI, específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior, tendo por foco reduzir os impactos ambientais, permitir o alcance dos objetivos institucionais de forma mais econômica e garantir a responsabilidade socioambiental dessas instituições.

O estudo também traz contribuições teóricas sobre o tema, pois de acordo com Souza (2013), ainda existe uma lacuna na literatura sobre TI Verde, o que é confirmado por Bandi, Bose e Saxena (2015), em que se entende que a TI Verde se encontra em um estágio inicial na literatura, tendo muitas possibilidades de contribuição, de forma que outros pesquisadores precisam ir além dos conceitos sobre TI Verde e se concentrar, também, em fatores como sua adoção, implementação e práticas relacionadas. Complementarmente, Mansur (2011) aponta que as ferramentas existentes atualmente são boas o suficiente para o desenvolvimento e a aplicação de modelos de gestão da TI Verde, não sendo necessário aumentar os problemas ambientais existentes à espera do desenvolvimento de novas tecnologias e práticas.

Como contribuições práticas ou gerenciais, este estudo mostra-se relevante para outras instituições, sejam elas públicas ou privadas, do setor de educação ou não, e também para a sociedade, pelo fato de desenvolver, na área de Tecnologia da Informação, um artefato que seja capaz de promover a otimização de recursos, sejam eles econômicos, ambientais ou sociais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo está organizado em quatro tópicos, tendo por objetivo abordar diferentes elementos que darão suporte ao desenvolvimento desta dissertação de Mestrado. Primeiramente, apresentam-se os principais conceitos sobre o tema investigado; em seguida, são destacadas as práticas de TI Verde mais comumente utilizadas pelas organizações, sendo seguida de alguns modelos sustentáveis de TI encontrados na literatura. A seção finaliza com a apresentação de alguns estudos prévios publicados no Brasil, relacionados ao tema proposto.

### 2.1 A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO VERDE

A TI é uma ferramenta essencial para o sucesso de qualquer organização, pois proporciona diversos benefícios como: inovação, flexibilidade, automação de processos, aumento da rentabilidade e eficiência operacional, maior produtividade e conveniência de acesso rápido e fácil a pessoas e informações (MURUGESAN, 2008; TOMMASETTI *et al.*, 2017). Em contrapartida, a rápida disseminação da TI nas organizações e, conseqüentemente, o seu uso intensivo ocasionam o aumento de problemas ambientais, pois sua infraestrutura consome quantidades significativas de energia elétrica, e contribui para a geração de gases e resíduos tóxicos (MURUGESAN, 2008; MATSUDA; PINOCHET, 2017; TOMMASETTI *et al.*, 2017).

Segundo Lunardi, Frio e Brum (2011), historicamente, o movimento da TI Verde surgiu com essa nomenclatura no ano de 2006, porém, aparecendo em apenas dois artigos. Entretanto, conforme os mesmos autores, um fato que desencadeou o maior interesse pelo tema, tanto de pesquisadores quanto de praticantes, foi a crise econômica mundial ocorrida em meados de 2008, que fez o preço do petróleo e os gastos com energia aumentarem consideravelmente e o crédito disponível diminuir. Assim, o tema TI Verde surgiu com a finalidade de desenvolver um ambiente organizacional sustentável, em harmonia com os anseios da sociedade atual, tendo em vista a ocorrência de impactos ambientais e econômicos causados pelo setor de TI (SALLES *et al.*, 2016).

O conceito de TI Verde foi proposto inicialmente por empresas de tecnologia com o objetivo de aliar os recursos disponíveis a políticas de sustentabilidade e economia dentro das organizações, trazendo benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a sociedade e suas organizações (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011). A TI, nesse sentido, pode ser vista sob duas perspectivas: a primeira, analisada a partir de cada estágio do ciclo de vida dos recursos

tecnológicos – da manufatura ao uso e à sua alienação – que podem causar danos ambientais; e a segunda, utilizada para combater o impacto ambiental, através da análise e monitoramento dos efeitos da emissão de dióxido de carbono e do efeito estufa, ou ainda por meio da redução do consumo de água, energia e desperdício na organização e nos processos da cadeia de valor (ELLIOT; BINNEY, 2008; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014). Jenkin, Webster e McShane (2011), por sua vez, afirmam que Tecnologia da Informação Verde se refere às iniciativas e programas que estão diretamente ou indiretamente ligados à sustentabilidade ambiental nas organizações.

Murugesan (2008, p. 25-26) apresenta um conceito mais minucioso sobre TI Verde:

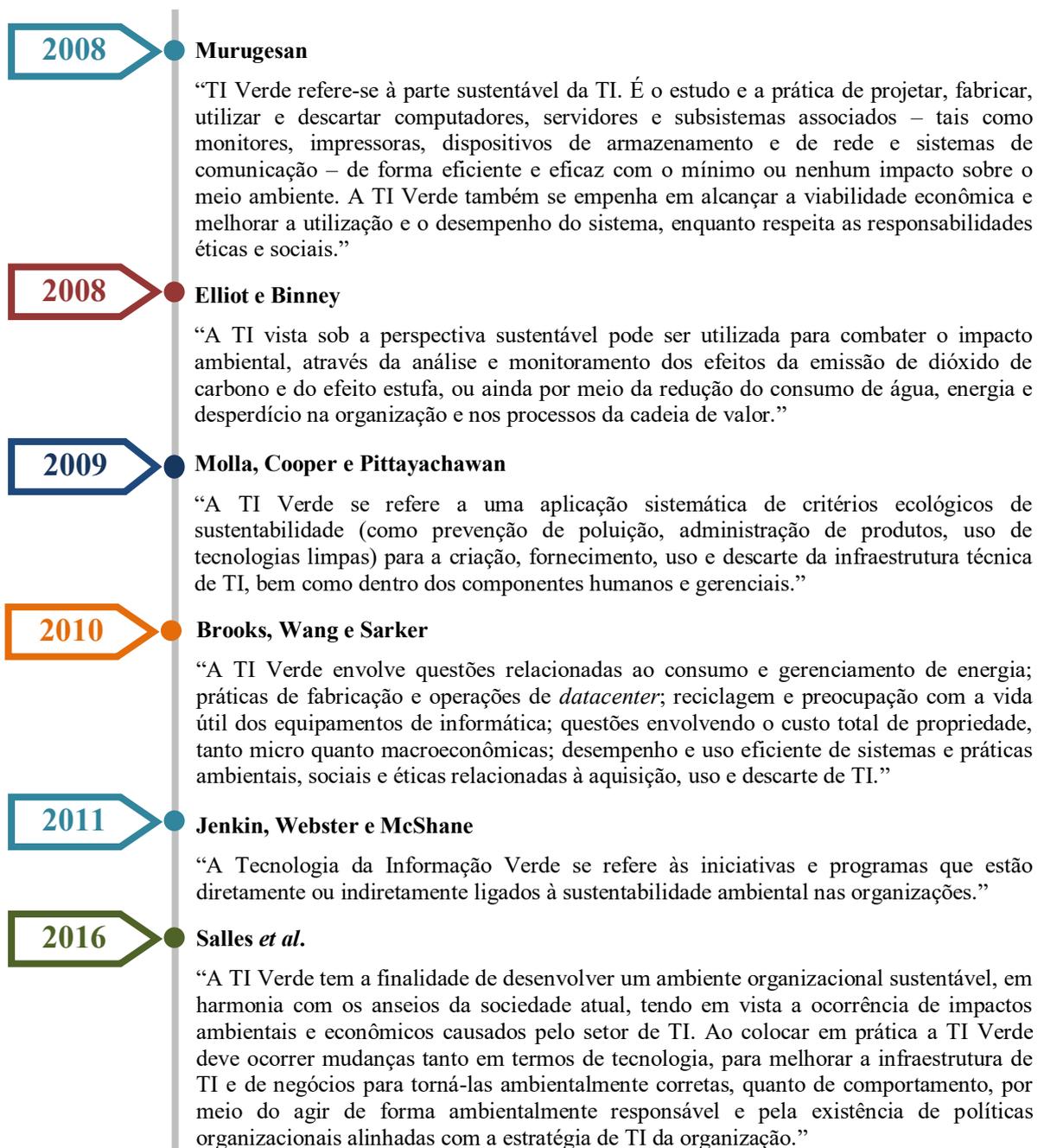
TI Verde refere-se à parte sustentável da TI. É o estudo e a prática de projetar, fabricar, utilizar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados – tais como monitores, impressoras, dispositivos de armazenamento e de rede e sistemas de comunicação – de forma eficiente e eficaz com o mínimo ou nenhum impacto sobre o meio ambiente. A TI Verde também se empenha em alcançar a viabilidade econômica e melhorar a utilização e o desempenho do sistema, enquanto respeita as responsabilidades éticas e sociais.

Outro conceito de TI Verde é mencionado por Molla, Cooper e Pittayachawan (2009), os quais expõem que a TI Verde se refere a uma aplicação sistemática de critérios ecológicos de sustentabilidade (como prevenção de poluição, administração de produtos, uso de tecnologias limpas) para a criação, fornecimento, uso e descarte da infraestrutura técnica de TI, bem como dentro dos componentes humanos e gerenciais. Para Brooks, Wang e Sarker (2010), a TI Verde envolve questões relacionadas ao consumo e gerenciamento de energia; práticas de fabricação e operações de *datacenter*; reciclagem e preocupação com o fim da vida útil dos equipamentos de informática; questões envolvendo o custo total de propriedade, tanto micro quanto macroeconômicas; desempenho e uso eficiente de sistemas e práticas ambientais, sociais e éticas relacionadas à aquisição, uso e descarte de TI. Estes autores expõem que existem duas grandes categorias de benefícios que são obtidos quando se adota a TI Verde: os ambientais, associados aos objetivos de ecoequidade; e os financeiros, associados aos objetivos de ecoeficiência.

A ecoequidade se refere aos direitos iguais de todas as pessoas aos recursos naturais disponíveis, baseando-se na responsabilidade social que se deve ter pelas gerações futuras, as quais sofrerão as consequências de um consumo excessivo de recursos escassos e da degradação do meio ambiente ocasionada pela geração atual. Para responder a demanda da ecoequidade, torna-se necessário desenvolver normas corporativas e sociais de forma coletiva, para que seja possível gerenciar os impactos causados ao meio ambiente, suprimindo as necessidades atuais sem comprometer as futuras. Já a ecoeficiência refere-se à entrega de

produtos e serviços com preços competitivos que satisfaçam às necessidades do mercado e, da mesma forma, proporcionem qualidade de vida, reduzindo ao mesmo tempo os impactos causados ao meio ambiente e a intensidade de recursos utilizados em todo o ciclo de vida do produto, sempre primando pela racionalização de seus recursos (BROOKS; WANG; SARKER, 2010). A Figura 1 apresenta uma síntese dos diferentes conceitos e definições de TI identificadas na literatura.

Figura 1- Síntese dos conceitos e definições de TI Verde



Fonte: Dados da pesquisa.

Desse modo, a TI Verde surge como uma solução para minimizar os impactos ambientais gerados pela utilização da TI pelos usuários finais. Além de gerar benefícios referentes à preservação ambiental, também gera vantagens para as organizações que adotam tais ações sustentáveis, como redução de gastos e melhoria da imagem perante a sociedade. Na próxima seção, apresentam-se as principais práticas relacionadas à TI Verde que vêm sendo utilizadas pelas organizações, de modo que obtenham diferentes benefícios a partir da sua aplicação.

## 2.2 PRÁTICAS DE TI VERDE

A adoção da TI Verde possui aspectos que a diferem da adoção de uma TI qualquer, pois esta leva em consideração a importância de questões éticas e de sustentabilidade no processo de tomada de decisão. Segundo Lunardi, Frio e Brum (2011), enquanto a adoção de uma TI é comumente motivada pelos potenciais benefícios econômicos, nas práticas de TI Verde a preocupação com o planeta e com as gerações futuras também são fatores motivadores, mesmo que os benefícios econômicos possam não ser tangíveis no curto prazo.

De acordo com Murugesan (2008) e Pinto e Savoine (2011), as práticas de TI Verde dividem-se em três níveis, a saber:

- a) **TI Verde de incrementação tática:** são medidas de simples implementação que não geram custos, pois não modificam a infraestrutura de TI nem as políticas internas da organização, apenas incorporam medidas de contenção de gastos com insumos, como energia elétrica, papel, tonner e etc. São exemplos o desligamento programado dos equipamentos quando não utilizados, a impressão frente-e-verso, o uso de papel reciclado ou reflorestado, a utilização de lâmpadas fluorescentes e a otimização da temperatura das salas.
- b) **TI Verde Estratégica:** esse nível exige mudança na infraestrutura de TI da organização, como a implementação de novos meios viáveis de produção de bens e serviços de forma ecológica, através da realização de auditoria sobre a infraestrutura de TI e seu uso relacionado ao meio ambiente. São exemplos a criação de uma nova infraestrutura de tecnologia, objetivando menor consumo energético com maior eficiência dos equipamentos de TI (como computadores mais eficientes, substituição de monitores); uso de videoconferência e digitalização; e inclusão de novas políticas internas e medidas de controle de seus descartes.

- c) **TI Verde a fundo:** que consiste na integração dos dois níveis anteriores, porém, requer gastos mais elevados, tendo em vista que almeja uma mudança total de instalações, desempenho de equipamentos e padronização de processos. É uma abordagem mais profunda e abrangente. Isso inclui projetos de sistemas de refrigeração, iluminação e disposição de equipamentos no local.

Nos estudos de Murugesan e Gangadharan (2012), Cai, Chen e Bose (2012) e Lunardi, Simões e Frio (2014), os autores detectaram como os principais motivadores da adoção da TI Verde a redução de custos, a melhoria da imagem institucional, a economia de espaço físico, o respeito ao meio ambiente, o atendimento às regulamentações governamentais e a influência e pressão de outras organizações. Com relação às iniciativas de TI Verde, Lunardi, Frio e Brum (2011) identificaram 37 práticas adotadas pelas organizações, sendo agrupadas em sete categorias gerais: práticas de conscientização, *datacenter* verde, descarte e reciclagem, fontes alternativas de energia, *hardware*, *software* e impressão. Embora algumas dessas práticas necessitem de altos investimentos financeiros – especialmente aquelas ligadas aos *datacenters*, às fontes alternativas de energia e à substituição de equipamentos obsoletos por novos – a maioria das práticas sustentáveis pode ser adotada sem que a saúde financeira da organização seja comprometida, dependendo apenas do esforço e vontade dos usuários, e do apoio e direcionamento da organização.

A seguir são apresentadas, de forma mais detalhada, as principais práticas de TI Verde realizadas pelas organizações, de acordo com os estudos de Lunardi, Frio e Brum (2011) e Lunardi, Simões e Frio (2014).

#### A) Práticas de conscientização

As campanhas de conscientização internas focadas no impacto ambiental, assim como a escolha de fornecedores verdes, a existência de uma política de sustentabilidade, o teletrabalho/videoconferência que auxiliam consideravelmente na diminuição da emissão de dióxido de carbono, a construção de prédios verdes que sejam ecossustentáveis e ecoeficientes, a presença de comitês de sustentabilidade, a análise de eficiência energética dos equipamentos eletroeletrônicos, o melhor gerenciamento do uso da energia dos computadores e as ações de reflorestamento são alguns exemplos de práticas de conscientização que podem trazer benefícios econômicos e ambientais para as organizações (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014).

## B) *Datacenter* Verde

Nesta categoria, a adoção de práticas sustentáveis pode contabilizar ganhos significativos com economia de energia, embora exijam investimentos de capital mais pesados (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011). A velocidade de processamento faz com que seja necessário um maior consumo energético. Sendo assim, a virtualização através da consolidação de servidores e *desktops* proporciona vantagens no que tange a aumentar a sua taxa de utilização, reduzir os custos operacionais, criar ambientes mais flexíveis e reduzir os custos de administração, bem como de espaço físico. *Datacenters* mais verdes não só economizam energia, como também reduzem a necessidade de ampliação da infraestrutura para lidar com a demanda crescente por energia e mais resfriamento. Cabe ressaltar que a adoção de práticas verdes direcionadas aos *datacenters* visa prioritariamente benefícios econômicos (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014), mas por diminuir consideravelmente o consumo de energia, acabam reduzindo a emissão de gases e o calor gerado.

## C) Descarte e reciclagem

As práticas de descarte e reciclagem dizem respeito principalmente à reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos, o descarte correto de componentes eletrônicos, o recolhimento de materiais, o aproveitamento de equipamentos, o incentivo dado aos recicladores, a necessidade de cumprimento de leis de regulamentação e as ações de incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo (*trade-in*). As práticas de reciclagem e descarte proporcionam, predominantemente, benefícios ambientais (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014).

## D) Fontes alternativas de energia

Tendo em vista que os equipamentos de informática são responsáveis por um alto consumo de energia, as organizações tendem a buscar fontes alternativas como solução. A geração de energia alternativa passa pelo uso de biodiesel, combustíveis não fósseis, luz solar, vento e até mesmo as ondas do mar. Porém, fontes de energia alternativa não são baratas e, muitas vezes, a alocação dos *datacenters* em locais onde a energia eólica ou hidroelétrica sejam acessíveis não é prático, além de o retorno financeiro da energia solar ser demorado

(HOOVER, 2009). Tais práticas tornam a organização mais eficaz, pois geram benefícios ambientais e financeiros, além de uma boa imagem perante o público em geral (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014).

#### E) *Hardware*

Algumas práticas podem ser elencadas, como o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e econômicos energeticamente, a substituição de monitores CRT por LCD ou LED, a eliminação de componentes nocivos nos produtos, a confecção de novos produtos com componentes reciclados e o aumento do ciclo de vida dos equipamentos (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014). Matsuda e Pinochet (2017), ao analisarem as principais práticas de TI Verde adotadas pelas organizações conforme o modelo de Lunardi, Frio e Brum (2011), sugeriram a troca da nomenclatura da prática de “Substituição de monitores CRT por LCD” para “Substituição de Telas e Monitores”, dado o processo de inovação da tecnologia, como por exemplo, LED, *TouchScreen*, 3D, monitor de tela curva com pontos quânticos, entre outras. Bose e Luo (2011) destacaram que a aquisição de *hardwares* eficientes (mais econômicos em termos energéticos) representa uma boa prática para a redução do consumo de energia e de gastos com depreciação e manutenção. A adoção dessas práticas proporciona principalmente benefícios econômicos (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011).

#### F) Impressão

Neste tópico, uma série de alternativas pode ser explorada. Com a realização de algumas medidas, pode ser reduzido o impacto ambiental gerado por impressoras e impressões. As práticas mais utilizadas são: o monitoramento de impressões, a terceirização de impressoras, a impressão frente-e-verso, a consolidação de impressoras, o uso de papel reciclado, a digitalização e o uso de multifuncionais (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014). Ademais, Faria, Siqueira e Martins (2016) apontam a informatização de processos, a gestão eletrônica de documentos e os sistemas de *Business Intelligence* (BI) como fundamentais para a redução do consumo de papel. A adoção de práticas dessa natureza pode trazer tanto benefícios econômicos quanto ambientais (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011).

### G) *Software*

Com relação ao melhor funcionamento dos programas e sistemas (*softwares*), no sentido de consumir menos energia, as principais práticas podem ser vistas sob a ótica de tornarem os programas computacionais mais eficientes (consumindo menos energia, otimizando seu processamento e desabilitando funções ou dispositivos quando não utilizados) ou, ainda, de gerenciar o consumo de energia de acordo com a utilização do equipamento, controlar a emissão de gases ou a qualidade da água, e projetar novos produtos mais eficientes (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011; LUNARDI; SIMÕES; FRIO, 2014). Matsuda e Pinochet (2017) sugeriram, também, a inclusão da prática de “Sistema de Monitoramento de *Cloud Computing*”, pois o seu uso como tecnologia permite ao usuário acessar determinada aplicação sem precisar se preocupar com a estrutura para executar a mesma. Os benefícios gerados pela sua utilização são, principalmente, a redução de custos com serviços compartilhados e a economia de energia. As práticas sustentáveis ligadas aos *softwares* podem trazer benefícios econômicos, ambientais, além do avanço no desenvolvimento de produtos ecologicamente corretos (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011).

O quadro 1 apresenta as práticas de TI Verde mais utilizadas pelas organizações, conforme as suas diferentes categorias.

Quadro 1 - Síntese das principais práticas de TI Verde realizadas pelas organizações

<b>Categorias</b>	<b>Práticas</b>
Práticas de Conscientização	Campanhas de conscientização; fornecedores verdes; política de sustentabilidade; teletrabalho/videoconferência; prédio verde; comitês de sustentabilidade; análise de eficiência energética
<i>Datacenter</i> Verde	Consolidação de servidores; consolidação de <i>desktops</i> ; modernização do <i>datacenter</i> ; terceirização de servidores
Descarte e Reciclagem	Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos; descarte correto; recolhimento de materiais; doação ou entrega de equipamentos; estímulo para os recicladores; leis de regulamentação; <i>trade-in</i> (incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo)
Fontes alternativas de energia	Uso de energias renováveis; aproveitamento do calor para outros fins; aproveitamento da água
<i>Hardware</i>	Equipamentos mais eficientes; substituição de telas e monitores; eliminação de componentes nocivos nos produtos; produtos novos com componentes reciclados; aumento do ciclo de vida dos produtos
Impressão	Monitorar impressões; digitalização de documentos; terceirização de impressoras; impressão frente-e-verso; consolidação de impressoras; uso de papel reciclado; uso de multifuncionais
<i>Software</i>	Sistemas de gerenciamento de energia; aplicativos eficientes; sistemas de controle (emissão de gases, qualidade da água); sistema para projetar produtos mais eficientes; sistema de monitoramento de <i>Cloud Computing</i>

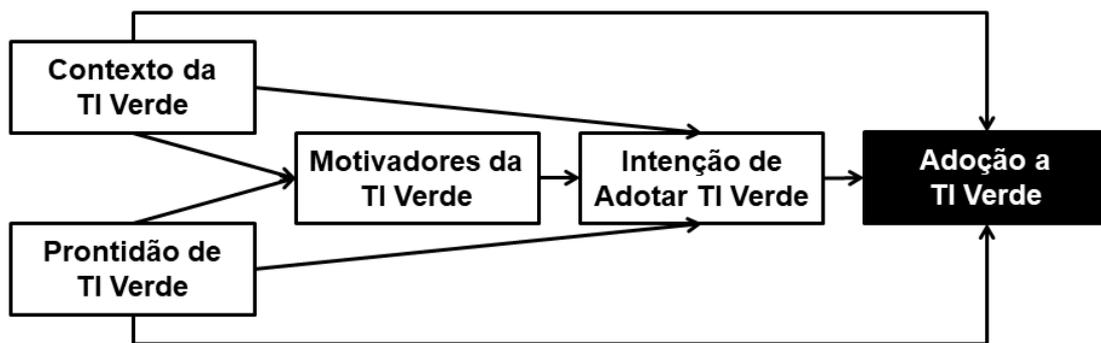
Fonte: Dados da pesquisa.

## 2.3 MODELOS SUSTENTÁVEIS DE TI

A adoção de práticas e estratégias de TI Verde tem por objetivo gerar valor tanto para as organizações quanto para a sociedade. Além disso, oferece diversas oportunidades às organizações para operar de forma mais sustentável, seja economizando gastos com energia, papel, água, transporte, espaço físico, manutenção e descarte, ou ainda melhorando sua imagem e respeitando o meio ambiente (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011). Assim, a fim de tornar as organizações mais sustentáveis, podem ser encontrados, na literatura atual, um conjunto de modelos relacionados à Tecnologia da Informação Verde voltados às instituições em geral. A seguir, são destacados alguns dos modelos mais citados na literatura.

Um modelo de destaque é o *Green IT Adoption Model* (Modelo de Adoção a TI Verde – GITAM) desenvolvido por Molla (2008), o qual é composto por variáveis contextuais estáticas, dimensões dinâmicas de prontidão e motivadores de TI Verde voltados à previsão da intenção em adotar TI Verde pelas organizações. O autor ressalta que esse tema tem atraído bastante interesse das organizações, nos mais variados níveis da cadeia produtiva, principalmente por conta da demanda energética exigida pelos *datacenters*. Além das considerações ambientais, a TI Verde engloba também a estratégia da empresa interessada em se tornar mais sustentável. A Figura 2 apresenta a estrutura do modelo.

Figura 2 - Modelo de adoção a TI Verde (GITAM)



Fonte: Molla (2008, p. 03).

O modelo proposto por Molla (2008) pode ser explicado da seguinte forma: o Contexto da TI Verde representa as principais características inerentes à adoção, compreendendo: a) contexto tecnológico (grandes ativos de TI instalados, servidores de alta intensidade, cadeia de suprimento verde, proporção de energia limpa e etc.); b) contexto organizacional (propriedades descritivas de uma empresa, tais como setor, tamanho e

cidadania corporativa); e c) contexto ambiental (ambiente legislativo, normativo e regulatório).

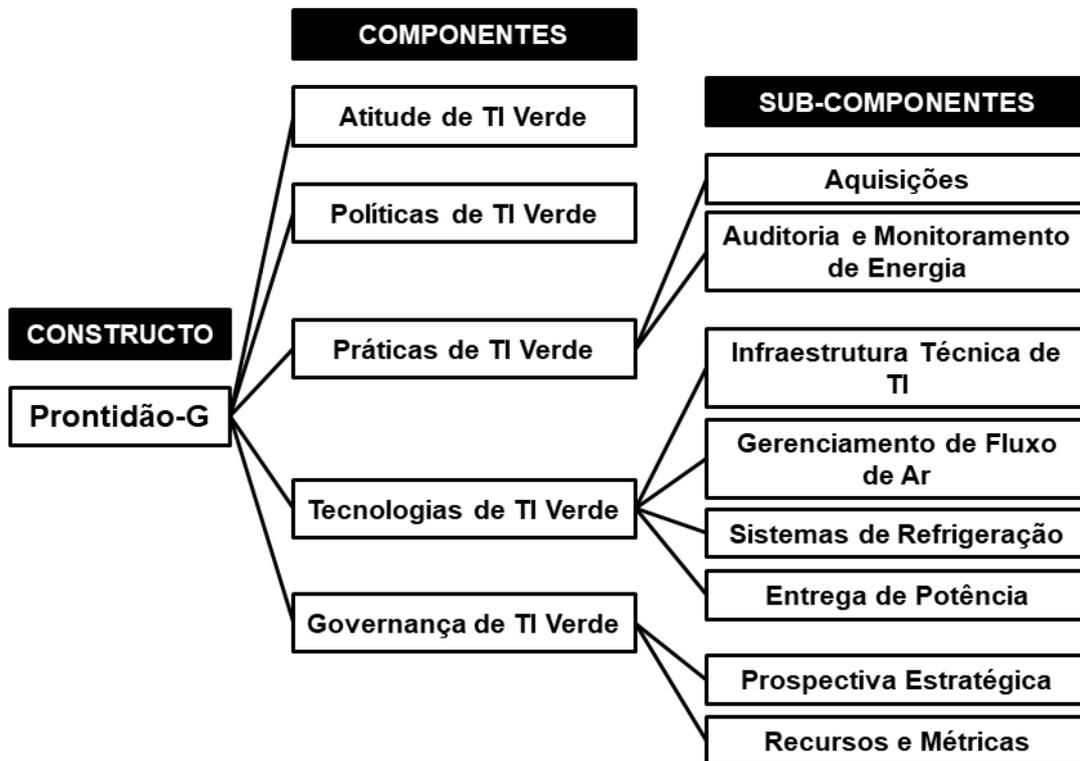
Já a Prontidão diz respeito à preparação do ambiente e da própria organização para implementar a TI Verde, tendo em vista três dimensões: a) organizacional (descreve a consciência, o comprometimento, os recursos e o envolvimento da alta administração de uma empresa); b) cadeia de valor (refere-se à prontidão dos fornecedores, concorrentes, investidores, parceiros e clientes de uma empresa que podem influenciar o conteúdo, o processo e a profundidade da adoção a TI Verde); e c) institucional (refere-se a entidades formais, como governo e associações profissionais, e normas e práticas informais que avaliam o compromisso das organizações).

Os Motivadores da TI Verde são três, mas não são excludentes entre si; ainda assim, a dominância de algum sobre os demais pode influenciar o conteúdo das iniciativas e práticas adotadas pela organização. Os motivadores são essencialmente: econômicos (busca por eficiência de TI, redução de custos de energia e transporte etc.), regulatórios (demandas obrigatórias e voluntárias que motivam a adoção de práticas de TI Verde) e éticos (práticas de negócios socialmente responsáveis e boa cidadania corporativa).

Por fim, a Intenção de Adotar e a Adoção a TI Verde foram diferenciadas, pois há uma lacuna entre ter consciência e tomar ações concretas, ou seja, os gerentes de negócios mesmo que estejam preocupados com o meio ambiente e pretendam fazer algo a respeito, ainda assim precisam tomar ações efetivas. A adoção pode ser medida de duas formas: a) amplitude (avalia a cobertura das ações em relação às categorias da TI Verde como um todo) e b) profundidade (avalia a extensão das ações dentro de cada categoria).

Outro modelo de destaque é o desenvolvido por Molla, Cooper e Pittayachawan (2009), chamado de *G-Readiness* (Prontidão-G), sendo voltado para a avaliação da prontidão em TI Verde (Figura 3).

Figura 3 - Modelo de prontidão para TI Verde (Prontidão-G)

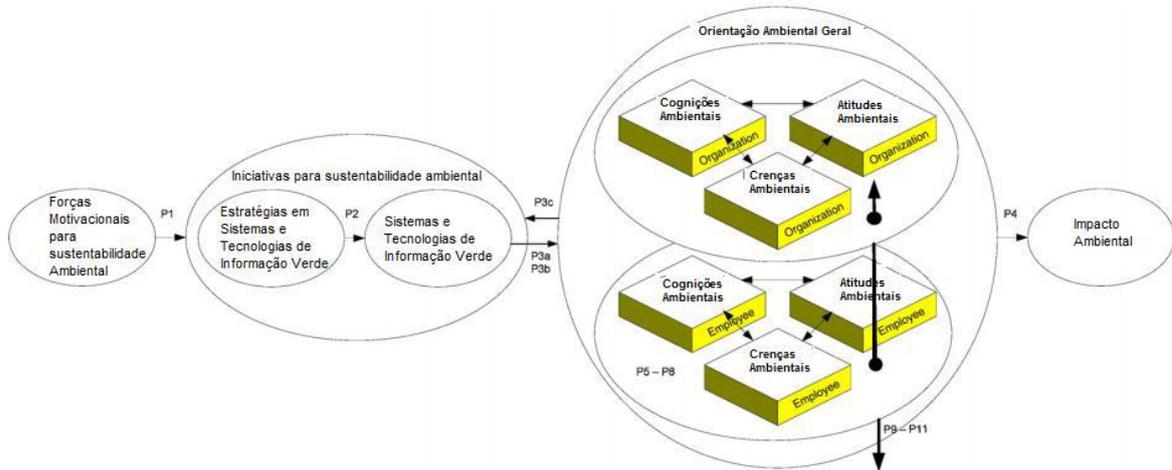


Fonte: Molla, Cooper e Pittayachawan (2009, p. 12).

Segundo os autores, esse modelo pode ser utilizado para entender a capacidade das organizações em resolver problemas e lidar com questões sustentáveis relacionadas à TI. O modelo é composto por cinco componentes: atitude, políticas, práticas, tecnologias e governança de TI Verde. As dimensões de atitude e prática são elementos da infraestrutura humana de TI; as dimensões de política e governança são elementos da capacidade gerencial de TI e a dimensão de tecnologia é um elemento da infraestrutura técnica de TI. Estes elementos demonstram a intenção em executar e a execução de uma organização para se adequar às questões de sustentabilidade relacionadas à TI e com intermédio da mesma, como: consumo de energia, destinação de resíduos, emissões atmosféricas e consumo de água (MOLLA; COOPER; PITTAYACHAWAN, 2009).

Jenkin, Webster e McShane (2011) elaboraram um modelo multinível, envolvendo a TI ambientalmente sustentável, onde elencaram quatro componentes principais da TI Verde: a) as forças motivadoras da sustentabilidade ambiental, b) as iniciativas de sustentabilidade ambiental, c) a orientação ambiental e d) os impactos ambientais. As autoras apontaram que estes quatro fatores podem influenciar na adoção de práticas de TI Verde, tanto na perspectiva do indivíduo quanto na perspectiva da organização. A Figura 4 ilustra o referido modelo.

Figura 4 – Estrutura Multinível para Pesquisa de TI ambientalmente sustentável

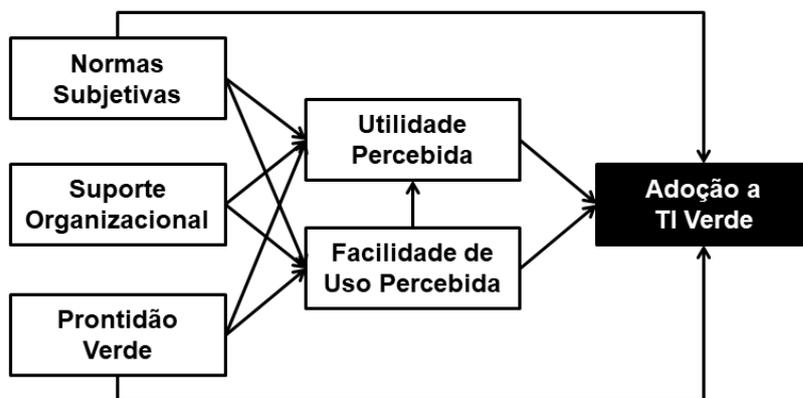


Fonte: Jenkin, Webster e McShane (2011, p. 21).

Para Jenkin, Webster e McShane (2011), as iniciativas ambientais de nível superior influenciam positivamente as atitudes ambientais, crenças e comportamentos, de forma que quanto mais a organização fomenta e pratica ações sustentáveis em TI, mais ela fica disposta e insere novas ações sustentáveis. Ou seja, a aplicação da TI Verde em níveis maiores irá conduzir a uma orientação ambiental global mais positiva. O comportamento dos funcionários e da própria organização são fatores determinantes para o sucesso das práticas de TI Verde desenvolvidas e implantadas em uma empresa. Já a orientação ambiental é responsável pela ligação entre as diferentes iniciativas ambientais adotadas e seus impactos, devendo resultar em rotinas organizacionais mais focadas no meio ambiente (JENKIN; WEBSTER; MCSHANE, 2011).

Alkali *et al.* (2017) estudaram as universidades nigerianas e desenvolveram uma estrutura que chamaram de *Integrated Model of Green IT adoption* (Modelo Integrado de Adoção a TI Verde – IMGITA). O modelo busca entender e explicar o comportamento humano na adoção da TI Verde em universidades, propondo que Normas Subjetivas, Suporte Organizacional e Prontidão Verde explicam a adoção da TI Verde na organização, através da Utilidade Percebida e da Facilidade de Uso Percebida, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Modelo integrado de adoção a TI Verde (IMGITA)



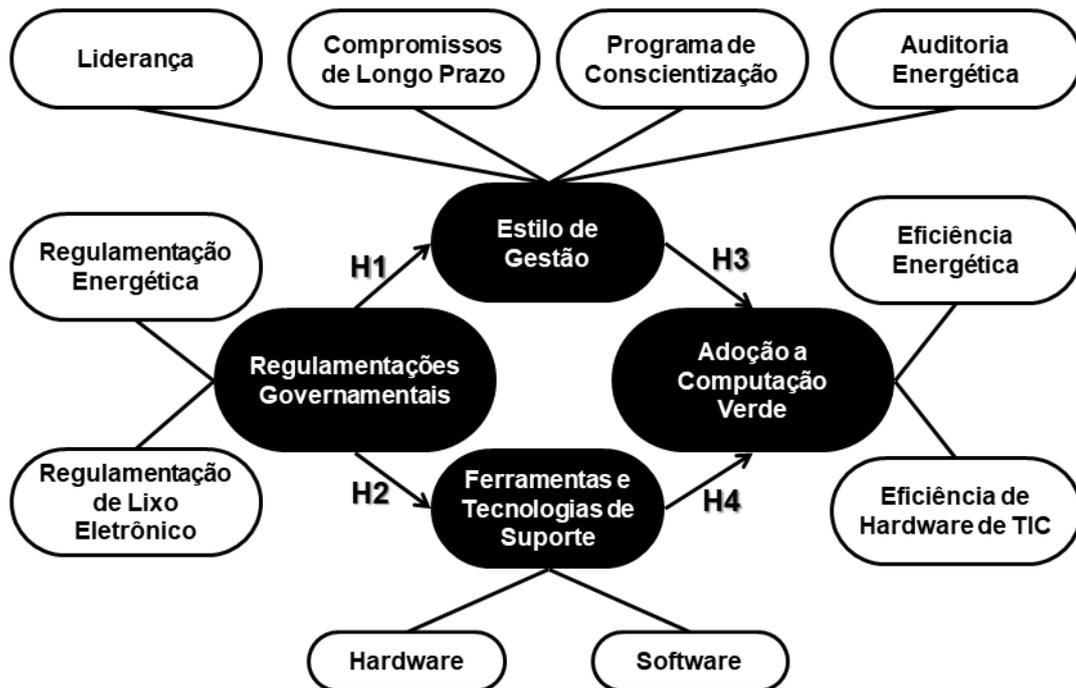
Fonte: Alkali *et al.* (2017, p. 736).

Alkali *et al.* (2017) descreveram que nos estudos anteriores encontrados na literatura, os quais foram conduzidos de diferentes formas, campos e contextos, estabeleceram a influência de alguns fatores sobre a intenção do usuário em adotar certas tecnologias, como: prontidão, satisfação percebida, eficácia computacional, suporte organizacional, interação, risco percebido e normas sociais. Contudo, em seu estudo, os autores definiram os principais fatores que influenciam o comportamento humano na adoção da TI Verde, os quais foram dispostos no IMGITA da seguinte forma: a) as Normas Subjetivas se referem à percepção do indivíduo se o coletivo entende como importante ou não adotar TI Verde; b) o Suporte Organizacional se refere ao incentivo dado aos funcionários e à atitude positiva da organização em desenvolver treinamentos, sistemas e operações de TI Verde; c) a Prontidão Verde é definida como uma avaliação dinâmica, estimando se a organização está preparada para adotar TI Verde a partir das dimensões organizacional, da cadeia de valor e institucional.

Já a Facilidade de Uso Percebida pode ser definida como o grau em que o indivíduo acredita que a utilização de uma tecnologia verde estaria livre de esforço, enquanto que a Utilidade Percebida se refere ao grau em que o indivíduo acredita que a utilização dessa tecnologia aumentaria o seu desempenho no trabalho. Assim, segundo os autores, tanto a Facilidade de Uso Percebida quanto a Utilidade Percebida, estão diretamente relacionadas aos demais fatores dispostos no IMGITA e possuem grande influência no comportamento humano com relação à intenção de adotar a TI Verde.

Outro modelo de TI Verde é apresentado por Hanief *et al.* (2018), que elaboraram uma política para adoção da computação verde em um campus universitário. O modelo possui quatro constructos principais, exibidos na Figura 6.

Figura 6 - Modelo para sucesso na adoção a Computação Verde



Fonte: Hanief *et al.* (2018, p. 05).

De acordo com os autores, os constructos foram escolhidos sustentados em hipóteses de pesquisa, estudos anteriores e entrevistas com fontes diversas. Na pesquisa foram propostas quatro hipóteses, as quais são apresentadas a seguir:

H1: as regulamentações governamentais afetam o estilo de gestão do ensino superior na aplicação da computação verde;

H2: as regulamentações governamentais afetam a implementação de ferramentas e tecnologias de suporte à computação verde no ensino superior;

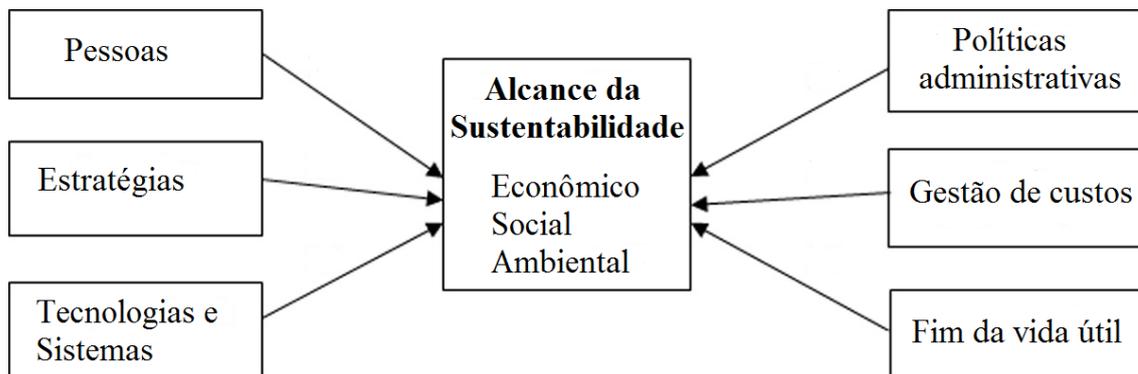
H3: o sucesso da adoção da computação verde no ensino superior é influenciado pelo estilo de gestão; e

H4: o sucesso da adoção da computação verde no ensino superior é influenciado pelas ferramentas e tecnologias de suporte (*hardware* e *software*).

Tendo em vista os constructos (regulamentações governamentais, estilo de gestão, ferramentas e tecnologias de suporte, e adoção da computação verde) e as hipóteses de relação entre eles, os autores obtiveram como resultado da pesquisa que o sucesso da adoção a computação verde é marcado, principalmente, pela eficiência energética e eficiência de *hardware* de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

Já Jnr, Majid e Romli (2019) realizaram um estudo visando identificar, através de uma revisão da literatura, os principais componentes de Tecnologia da Informação Verde necessários para serem considerados por instituições governamentais (Figura 7). A partir disso, desenvolveram uma estrutura de política verde chamada de *Green IT policy framework*, com base nos componentes de TI Verde identificados, visando o alcance da sustentabilidade pelas instituições governamentais.

Figura 7- Estrutura de política verde para instituições governamentais sustentáveis



Fonte: Jnr, Majid e Romli (2019, p. 284).

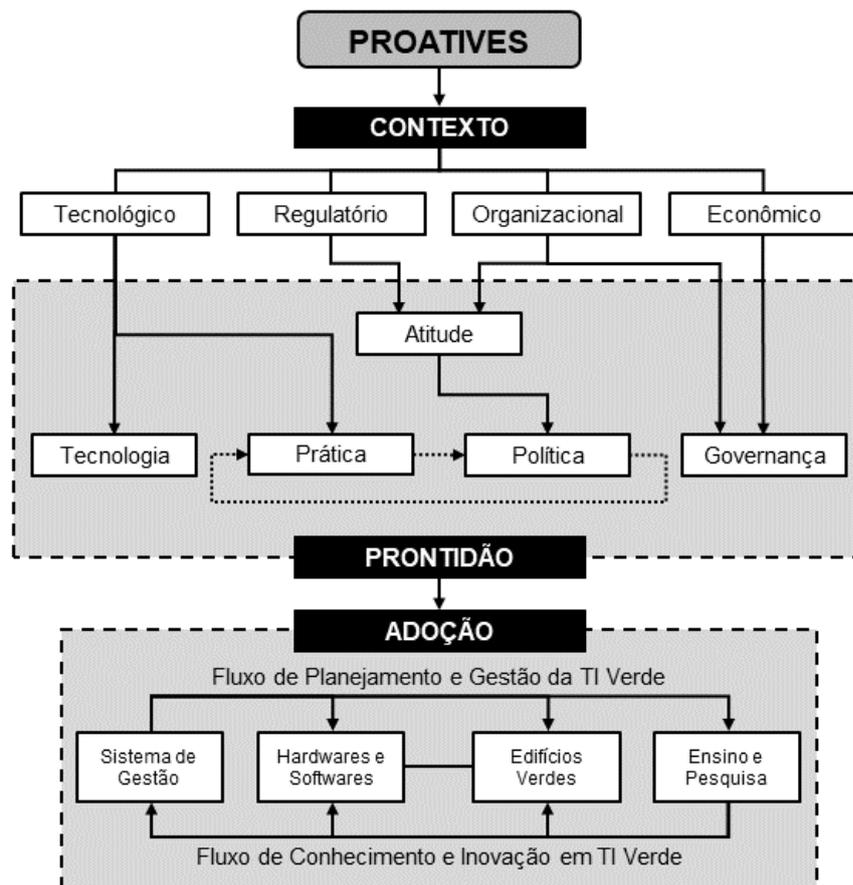
A estrutura compreende seis componentes de TI Verde, os quais envolvem: pessoas – em que as ações e o envolvimento das pessoas nas instituições que implementam iniciativas de TI Verde afetam positivamente o alcance da sustentabilidade; estratégias – em que as instituições governamentais que possuem estratégias verdes bem definidas têm mais probabilidade de alcançar a sustentabilidade; tecnologias e sistemas – em que a integração de tecnologias e sistemas limpos facilita o alcance da sustentabilidade nas instituições governamentais; políticas administrativas – em que as instituições governamentais que possuem políticas administrativas de TI mais ecológicas são mais susceptíveis a alcançar a sustentabilidade; gestão de custos – em que os custos necessários para implementar as práticas de TI Verde influenciam positivamente a realização da sustentabilidade nas instituições governamentais; e fim da vida útil – em que as atividades de reutilização, reciclagem, redução e renovação ajudam as instituições governamentais a alcançarem a sustentabilidade.

Além disso, a estrutura fornece uma agenda para considerar simultaneamente as três dimensões da sustentabilidade: as pessoas, o planeta e o lucro (também conhecidas como dimensão social, ambiental e econômica). Embora existam instituições que ainda veem a sustentabilidade como um passivo, a pesquisa demonstrou que as dimensões econômica e

ambiental estão positivamente ligadas e as instituições que buscam a sustentabilidade ganham maior valor de mercado e legitimidade (JNR; MAJID; ROMLI, 2019).

Por fim, Costa Júnior (2020) propôs uma abordagem para implementação de TI Verde específico para as instituições de ensino superior, levando em consideração uma série de práticas e modelos identificados pela literatura. Com isso, elaborou um *framework* conceitual denominado Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior (PROATIVES), com o objetivo de auxiliar a implementação de práticas e tecnologias sustentáveis nas universidades. O modelo integrado foi estruturado em três constructos sequenciais, conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 - Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior (PROATIVES)



Fonte: Costa Júnior (2020, p. 36).

Segundo Costa Júnior (2020), os constructos do PROATIVES podem ser definidos como:

- Contexto: que corresponde ao estado atual das forças internas (o quanto as pessoas e a liderança entendem como relevante) e externas (o quão importante é para o setor ao qual está inserido; tecnologias disponíveis; regulamentações e até mesmo viabilidade econômica) da instituição que interferem e motivam a adoção da TI Verde. Possui quatro fatores: tecnológico, regulatório, organizacional e econômico.
- Prontidão: que é o nível de preparação e capacidade que a instituição possui para adotar a TI Verde, envolvendo ativos, recursos e processos disponíveis para desenvolver e gerenciar infraestrutura e pessoas. Possui cinco dimensões: atitude, tecnologia, prática, política e governança.
- Adoção: corresponde à execução em si das estratégias, práticas e políticas de TI Verde, por parte da instituição. Possui quatro modalidades: sistema de gestão, *hardware* e *software*, edifícios verdes, e ensino e pesquisa.

Como contribuições do estudo, o autor aponta que além do processo estruturado e sequencial de adoção à TI Verde no ensino superior, através do PROATIVES, o trabalho apresenta uma compilação de estratégias, práticas e políticas que podem ser aplicadas. Além disso, o autor sugere, para trabalhos futuros, a validação do modelo através da proposição de um estudo de caso, ou multicaso, com a implementação do PROATIVES na totalidade, a qual não foi realizada pelo autor.

Desta forma, a partir das considerações feitas por Costa Júnior (2020) e tendo como base o *framework* apresentado em seu estudo, esta dissertação de mestrado se propôs a utilizar o PROATIVES como modelo preliminar e, a partir das etapas metodológicas desta pesquisa, foram realizadas adaptações ao modelo originalmente desenvolvido e, posteriormente, realizada sua validação em uma universidade pública federal, onde se verificou a aplicabilidade do modelo proposto no contexto das Instituições Públicas de Ensino Superior.

## 2.4 ESTUDOS ANTERIORES REALIZADOS SOBRE O TEMA NO BRASIL

No intuito de se aprofundar nos estudos realizados sobre o tema TI Verde, foi realizada uma busca nas bases de dados SciELO, Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto brasileiro de informação em ciência e tecnologia (BDTD Ibict), Google Acadêmico e nos Congressos realizados pela Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa e Administração (ANPAD), utilizando a combinação das seguintes

palavras-chave [TI verde; Modelo; Sustentabilidade] em português. O marco cronológico para seleção dos estudos na BDTD foi de 2011 a 2019, já na base de dados do Google Acadêmico foi utilizado o período a partir de 2015, com o intuito de refinar a grande quantidade de resultados encontrados e, pelo mesmo motivo, no Portal da CAPES foi realizada a busca no período de 2014 a 2019. Em todas as bases de dados foi utilizado o filtro “idioma português”. No portal de periódicos da CAPES, foi utilizado também o filtro “periódicos revisados por pares” e o tópico “*Information technology*”, e no SciElo foi utilizado o filtro relacionado à área temática “Ciências Sociais Aplicadas”.

De posse dos documentos identificados, foi realizada a leitura dos títulos e dos resumos dos estudos encontrados e, assim, foram selecionadas 11 pesquisas relacionadas com a temática em questão, destacando a aplicação de diferentes iniciativas de TI Verde em organizações brasileiras. Os resultados obtidos em cada base de dados pesquisada estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Mapeamento de resultados

<b>Base de dados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Amostra final</b>
<b>SciElo</b>	4	1
<b>Periódicos CAPES</b>	6	1
<b>Google Acadêmico</b>	272	4
<b>BDTD</b>	91	3
<b>ANPAD</b>	9	2
<b>Total</b>	<b>382</b>	<b>11</b>

Fonte: Dados da pesquisa.

Com base nos resultados das buscas nas bases de dados mencionadas, foi realizado um compilado dos 11 estudos identificados, conforme o Quadro 2. Em seguida, apresenta-se uma breve discussão acerca dos principais resultados obtidos em tais pesquisas.

Quadro 2 - Estudos relacionados ao tema TI Verde

<b>Autor(es)/Ano</b>	<b>Título</b>	<b>Objetivo geral</b>	<b>Fonte</b>	<b>Referência</b>
Souza (2013)	Avaliação da utilização de práticas da Tecnologia da Informação Verde no Instituto Federal do Amazonas	Avaliar a utilização de práticas da Tecnologia da Informação Verde dos profissionais de TI no Instituto Federal do Amazonas, como forma de reduzir o impacto ambiental	BDTD	Dissertação
Dias (2015)	Influência de macro e micro fatores na adoção de práticas de TI Verde em Instituições de Ensino Superior Brasileiras: uma pesquisa à luz da teoria da crença-ação-resultado	Compreender como as crenças ambientais de gestores de TI associadas às pressões institucionais influenciam na adoção da TI Verde nas organizações	BDTD	Dissertação
Penha (2017)	Adoção de práticas de TI Verde em procedimentos da Polícia Militar do Estado de São Paulo	Reduzir os custos financeiros e os impactos ambientais gerados pelo setor de Correio e Arquivo do Departamento de Suporte Administrativo do Comando Geral (DSACG) da Polícia Militar de São Paulo, com cópia e impressão de documentos por meio da implementação de ações baseadas no conceito de gestão de TI Verde	BDTD	Dissertação
Cavalcante <i>et al.</i> (2015)	TI Verde: Estudo de Caso e Propostas de Práticas Sustentáveis no IFCE	Realizar um levantamento sobre as atuais práticas de TI Verde voltadas para a sustentabilidade econômica e ecológica, e direcionar as ações da TI do Instituto de acordo com o que já vem sendo realizado, de forma a otimizar os processos operacionais para transformar o IFCE em uma "Instituição Verde", com responsabilidade social e ambiental	Google Acadêmico	Artigo
Matsuda e Pinochet (2017)	Análise das principais práticas de TI Verde com o uso de tecnologias emergentes: estudo multicaso	Estabelecer relações e classificações entre atributos do modelo de Lunardi, Frio e Brum (2011) sobre as principais práticas de TI Verde adotadas pelas organizações	Google Acadêmico	Artigo
Rosa e Smek (2017)	Práticas sustentáveis para utilização de recursos de TI na Administração Pública Federal	Propor um plano prático de TI Verde para a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) que englobe iniciativas de fácil implementação	Google Acadêmico	Artigo
San Martin (2018)	Adoção da TI Verde em organizações públicas federais no Rio Grande do Sul e o seu impacto na sustentabilidade ambiental	Analisar a relação entre a adoção da TI Verde pelas organizações públicas federais localizadas no Rio Grande do Sul e o seu impacto na sustentabilidade ambiental	Google Acadêmico	Dissertação
Lunardi, Alves e Salles (2012)	TI Verde e seu Impacto na Sustentabilidade Ambiental	Analisar a adoção da TI Verde por parte das organizações e o seu impacto na sustentabilidade ambiental	ANPAD	Artigo
Salles <i>et al.</i> (2013)	Adoção de práticas de TI Verde nas organizações: um estudo baseado em minicase	Analisar a adoção da TI Verde nas organizações, examinando, mais especificamente, motivos de adoção, práticas aplicadas na área de TI, benefícios percebidos e dificuldades enfrentadas	ANPAD	Artigo
Lunardi, Alves e Salles (2014)	Desenvolvimento de uma escala para avaliar o grau de utilização da TI Verde nas organizações	Desenvolver e validar um instrumento para avaliar o grau de utilização da TI Verde pelas organizações	Periódicos CAPES	Artigo
Lunardi, Simões e Frio (2014)	TI Verde: uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações	Identificar e analisar os principais benefícios e práticas de TI Verde adotados pelas organizações	SciElo	Artigo

Fonte: Dados da pesquisa.

No estudo de Souza (2013), que teve como objetivo avaliar a utilização de práticas de Tecnologia da Informação Verde por profissionais de TI no Instituto Federal do Amazonas (IFAM), foi desenvolvido um modelo conceitual que capturou as percepções de práticas da TI Verde. O autor aplicou um questionário estruturado aos profissionais de TI do Instituto, baseado em quatro dimensões: Postura Verde, Política Verde, Prática Verde e Produção Verde. Além disso, essas dimensões compuseram os objetivos específicos do trabalho. Como resultado, constatou-se que o IFAM possui 51,3% de práticas verdes com base nos 4Ps da TIV, como forma de reduzir o impacto ambiental.

Dias (2015) realizou um estudo sobre a influência de macro e micro fatores na adoção de práticas de TI Verde em Instituições de Ensino Superior Brasileiras à luz da Teoria da crença-ação-resultado. Desta forma, foram realizadas dez entrevistas semiestruturadas com gestores de TI de IES localizadas no Brasil, junto com a aplicação de um questionário composto pelas 37 principais práticas de TI Verde mais adotadas no país. Como resultados, os macro fatores que demonstraram exercer uma maior influência na adoção da TI Verde foram: a pressão mimética e os fatores organizacionais. O macro fator pressão coercitiva foi citado poucas vezes nas respostas dos gestores. Também foi constatada a presença de micro fatores que possivelmente podem influenciar na adoção das práticas de TI Verde na fala de oito entrevistados; todavia, esta influência só foi relatada nas falas de três gestores. Em relação à adoção das práticas de TI Verde, sete dentre as dez IES pesquisadas demonstraram uma maior frequência de adoção entre as práticas parcialmente e totalmente adotadas. E com relação aos benefícios percebidos, foram citados pela maioria dos entrevistados os benefícios sociais e organizacionais. No que tange à comparação entre os casos, os resultados demonstram que a influência dos macro fatores sobre a adoção das práticas de TI Verde é heterogênea, isto é, ocorre de forma distinta em cada uma das dez IES pesquisadas.

Penha (2017) objetivou, em seu estudo, a redução dos custos financeiros e dos impactos ambientais gerados pelo setor de Correio e Arquivo do Departamento de Suporte Administrativo do Comando Geral (DSACG) da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Para atingir os objetivos da pesquisa foram utilizadas múltiplas fontes de evidências, tais como: observação direta e participante, análise documental e entrevistas semiestruturadas por meio de questionários com gestores de grandes empresas que implantaram ações de TI Verde. Como resultado, constatou-se que é possível diminuir o gasto com insumos de impressão e minimizar os resíduos gerados pela utilização da impressora apenas empregando ações de TI Verde e conscientizando os colaboradores da organização.

Cavalcante, Araújo e Menezes (2015) realizaram um estudo de caso no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) para propor práticas de TI Verde na Instituição. Assim, foi feita entrevista com o gestor de TI e, baseado no estudo de caso, foram apresentadas propostas de práticas sustentáveis a serem implantadas, como: consolidação de servidores, virtualização de servidores, computação em nuvem, *softwares* de gestão de energia, coleta, doação ou reciclagem de lixo eletrônico e gestão eletrônica de documentos. Foi constatado que o Instituto precisa amadurecer o conceito de TI Verde para que possa implantar essas práticas em um nível mais profundo. Além disso, os autores apontam que qualquer organização que visa implantar políticas de TI Verde deve realizar um programa de levantamento de informações sobre a operação, os procedimentos e o consumo da área de TI para elaborar uma política consistente de TI Verde.

A pesquisa de Matsuda e Pinochet (2017) visou estabelecer relações e classificações entre atributos do modelo de Lunardi, Frio e Brum (2011) sobre as principais práticas de TI Verde adotadas pelas organizações. Foi realizado um mapeamento comparativo em 15 empresas e foi utilizada a análise documental e a análise de conteúdo, que envolveu múltiplas fontes de coletas de dados com uso de *websites* internos e externos às empresas pesquisadas, documentos públicos e entrevistas veiculadas na mídia digital para 15 casos, os quais foram identificados pelas suas práticas de TI Verde. Como resultados, observaram-se características na adoção de medidas sustentáveis em algumas organizações relativas às responsabilidades no uso de novas tecnologias emergentes, entre elas *cloud computing*, *datacenter* e virtualização que incorporem aspectos sociais e ambientais. As empresas analisadas demonstraram dentro de um estágio de “Avançado” e “Moderado” que iniciativas e práticas de TI Verde colaboram para a sustentabilidade de seus negócios, dado que muitas destas empresas estão inseridas em atividades distintas no mercado, conforme observado nos casos analisados.

Rosa e Smek (2017) propuseram um plano prático de TI Verde para a Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA) com iniciativas de fácil implementação. Desse modo, foi realizada a coleta de dados através de instrumentos de observação, entrevistas, consultas a documentos, entre outros métodos, a fim de desenhar um plano prático de TI a ser realizado na instituição. Como resultado da pesquisa, foram propostas três iniciativas a serem implantadas: melhorar a sustentabilidade do parque tecnológico de computadores, fazendo-se a reutilização de computadores ociosos e sem utilização e também atendendo a demandas não planejadas de TI; construir uma consciência sustentável nas pessoas, através de práticas de conscientização e divulgação na instituição; e contribuir para a

economia no consumo de energia, utilizando-se de configurações avançadas para desligar os computadores em momentos nos quais esses ficassem ociosos.

San Martin (2018) analisou a relação entre a adoção da TI Verde pelas organizações públicas federais localizadas no Rio Grande do Sul e o seu impacto na sustentabilidade ambiental. A pesquisadora realizou uma pesquisa *survey* aplicada em 67 instituições públicas federais situadas no estado do Rio Grande do Sul, cujos respondentes foram servidores lotados na área de TI ou usuários de TI dessas instituições. Os resultados mostraram que apesar de todas as instituições pesquisadas adotarem algumas das 22 práticas listadas no instrumento de coleta, estas não são desenvolvidas na sua totalidade, sendo utilizadas pelas instituições públicas apenas algumas das práticas e em níveis diferentes de desenvolvimento. Percebeu-se, também, que quanto mais efetivas forem as atividades voltadas à Orientação Governamental e à Orientação Ambiental em TI, maior será o seu efeito na adoção de ações de TI Verde pelas instituições públicas. Quanto ao impacto na sustentabilidade ambiental, percebeu-se que a adoção da TI Verde tem se refletido principalmente nos aspectos referentes aos impactos ambientais positivos da TI (como o aumento do número de videoconferências, processos de digitalização, uso de papel reciclado e da impressão frente e verso), bem como a uma melhor imagem institucional e desempenho ambiental.

Lunardi, Alves e Salles (2012) analisaram a adoção da TI Verde por parte das organizações e o seu impacto na sustentabilidade ambiental. Para tanto, foi proposto um modelo para avaliar o valor da TI Verde, identificando componentes que influenciam a sustentabilidade ambiental na área de TI. Foi elaborado um questionário estruturado, aplicado a 44 empresas localizadas no município de Rio Grande/RS. Como resultado, o valor percebido da TI Verde pode ser mensurado pela efetividade das ações sustentáveis aplicadas à área de TI (sendo esta a dimensão mais efetiva), ao monitoramento das atividades de TI, à busca e atualização de novas abordagens referentes ao uso da TI e, por último, à consciência socioambiental da organização (a qual se destacou como a dimensão menos efetiva entre todas as organizações investigadas). Já o relacionamento entre a adoção da TI Verde e o seu impacto na sustentabilidade ambiental mostrou que as atividades associadas à busca e atualização e à consciência socioambiental aparecem como os principais preditores da TI Verde na diminuição do impacto ambiental proporcionado pela TI, tanto internamente quanto externamente.

Salles *et al.* (2013) analisaram a adoção da TI Verde nas organizações, examinando, mais especificamente, motivos de adoção, práticas aplicadas na área de TI, benefícios percebidos e dificuldades enfrentadas. Para isso, foram realizados três estudos de caso com

empresas nacionais de grande porte, com atuação no estado do Rio Grande do Sul. Como técnica de coleta de dados, foi utilizada a entrevista, desenvolvida com auxílio de um roteiro semiestruturado com perguntas abertas. Os resultados encontrados indicaram ações que se enquadram nas três dimensões da sustentabilidade – ambiental, social e econômica – e em uma quarta, a legal. Revelaram que as dimensões econômica e legal são as que mais influenciam ou motivam a adoção de práticas de TI Verde, tendo as dimensões social e ambiental menor peso no processo de tomada de decisão. Também mostraram que os benefícios na dimensão ambiental apareceram como uma consequência positiva das mudanças provocadas em função de aspectos econômicos.

A pesquisa de Lunardi, Alves e Salles (2014) objetivou desenvolver e validar um instrumento para avaliar o grau de utilização da TI Verde pelas organizações. Desta forma, foi elaborado o instrumento de coleta de dados, em forma de questionário, a partir de uma extensa revisão da literatura sobre TI Verde. Por meio dessa busca, resultou na identificação de 28 itens que foram adaptados em forma de questão e classificados previamente pelos autores da pesquisa em cinco diferentes dimensões: *consciência socioambiental*, *ações sustentáveis*, *orientação ambiental*, *busca e atualização*, e *monitoramento*. Posteriormente, este instrumento foi aplicado a 44 empresas localizadas no Rio Grande do Sul. Como resultado da pesquisa, verificou-se que a TI Verde pode ser mensurada: pela efetividade das ações sustentáveis aplicadas à área de TI; pelo grau de orientação ambiental e pelo nível de consciência socioambiental da organização; pelo monitoramento das atividades de TI; e pelo grau de *expertise* ambiental na área de TI. A orientação ambiental e as ações de TI Verde aparecem como as dimensões mais efetivas, sugerindo serem as principais desencadeadoras da presença da TI Verde nas organizações. A consciência socioambiental é, por sua vez, a dimensão menos efetiva, indicando que as questões ambientais ainda não eram prioridade para as empresas investigadas.

O estudo de Lunardi, Simões e Frio (2014) buscou identificar e analisar os principais benefícios e práticas de TI Verde adotadas pelas organizações. A pesquisa se caracterizou como um estudo exploratório-descritivo, cujos dados foram obtidos e analisados a partir de 202 diferentes anúncios publicados sob a forma de artigos, *cases*, entrevistas, notícias e *sites* institucionais, no período de 2006 a 2011. A análise permitiu categorizar as principais práticas e seus respectivos benefícios. Identificou-se que os principais ganhos estão associados à redução de custos, à redução de insumos, ao menor consumo de energia, à melhoria da imagem institucional e à redução da emissão de gases. Dentre as práticas mais utilizadas,

destacam-se a consolidação de servidores e *desktops*, o uso de equipamentos mais eficientes, a reciclagem de componentes e as campanhas de conscientização.

Neste capítulo foi apresentada a revisão da literatura sobre Tecnologia da Informação Verde, assim como um conjunto de estudos publicados relacionados ao tema, que dão sustentação à proposta aqui desenvolvida. Dando seguimento ao trabalho, no próximo capítulo são abordados os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, a fim de atingir os objetivos definidos previamente neste estudo.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade apresentar o tipo de pesquisa desenvolvida nesta dissertação, bem como as etapas metodológicas realizadas. Destaca-se o (3.1) delineamento da pesquisa, o (3.2) desenho de pesquisa e as etapas do método *Design Science Research* seguidas neste trabalho, com destaque para a (3.3) etapa de conscientização, a (3.4) etapa de sugestão e a (3.5) etapa de desenvolvimento, avaliação e conclusão.

#### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi conduzida pelo uso da *Design Science* (DS) como paradigma epistemológico. Segundo Sordi, Azevedo e Meireles (2015), a DS é direcionada a projetos de artefatos relevantes, sistemáticos e formalizados a diversas disciplinas e profissões. Os mesmos autores também apontam que a DS possui características típicas de paradigmas de pesquisa pragmáticos, sendo centradas em problemas, voltadas para consequências e orientadas para a prática do cotidiano.

A pesquisa em DS pode ser entendida como a “Ciência do Artificial” ou a “Ciência do Projeto”, pois tem o objetivo de buscar, através do desenvolvimento e avaliação de artefatos (como modelos, *frameworks*, *softwares* ou protótipos, por exemplo), uma solução satisfatória para problemas de pesquisas reais e que tenham utilidade no contexto para o qual foi projetado (HEVNER *et al.*, 2004). De acordo com Lacerda *et al.* (2013), pesquisas fundamentadas em DS, na qual são desenvolvidos artefatos que geram soluções satisfatórias para um problema real em um determinado contexto, podem ser generalizadas a uma classe de problemas, podendo ser aplicável em organizações que apresentem problemas semelhantes, mesmo estando inseridas em contextos organizacionais diferentes.

O método de pesquisa que foi utilizado para operacionalizar a construção do conhecimento, no contexto da DS, é a *Design Science Research* (DSR), a qual permite orientar a condução de pesquisas científicas em diversas áreas do conhecimento, sendo utilizada quando o objetivo da investigação é estabelecer soluções para um problema específico. Através da identificação e entendimento do problema, busca-se desenvolver artefatos, avaliá-los e comunicar os resultados obtidos, a fim de transformar situações para uma melhor atuação humana nas organizações e na sociedade (VAN AKEN, 2004; LACERDA *et al.*, 2013).

Com relação aos artefatos, estes podem ser conceituados como algo construído pelo homem – que não é natural, sendo considerados um ponto de encontro entre o ambiente interno e o ambiente externo, projetados para atingir a um determinado propósito (SIMON, 1996). Segundo Hevner *et al.* (2004), os artefatos podem ser classificados como: constructos (vocabulário e símbolos), modelos (abstrações e representações), métodos (algoritmos e práticas) e instanciações (sistemas implementados, *softwares* e protótipos).

Hevner *et al.* (2004) ainda destacam que o princípio fundamental da DSR é que o conhecimento e a compreensão de um problema e sua solução são adquiridos na construção e aplicação de um artefato. À vista disso, os autores sistematizaram um conjunto de sete diretrizes (Quadro 3) que devem ser criteriosamente observadas pelos pesquisadores para a condução e compreensão desse tipo de pesquisa.

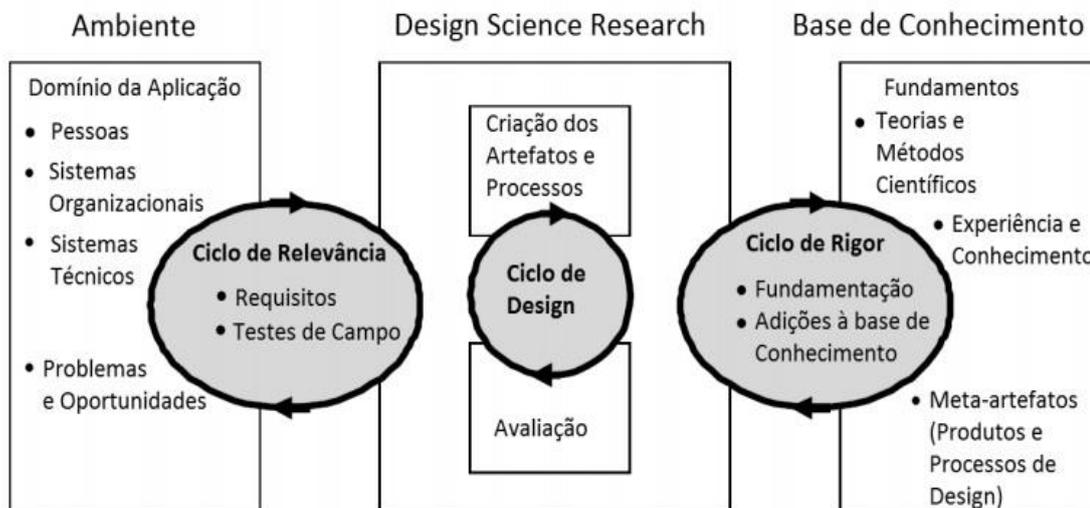
Quadro 3 - Diretrizes para condução da DSR

Diretriz	Descrição
<i>Design</i> como artefato	O objeto de estudo deve ser a criação de um artefato
Relevância do problema	O problema abordado pelo artefato deve ser relevante, motivador e interessante aos praticantes, e sua solução tem de ser útil aos usuários
Avaliação do artefato	O artefato deve gerar uma solução útil aos usuários, por isso é crucial a avaliação rigorosa do mesmo
Contribuições do <i>Design</i>	O artefato deve ser inovador para resolver os problemas de maneira eficaz e eficiente, trazendo contribuições para a área de conhecimento do artefato
Rigor da pesquisa	O artefato deve ser rigorosamente construído e avaliado para que seja adequado ao uso proposto e atender aos critérios estabelecidos
<i>Design</i> como um processo de pesquisa	Realizar pesquisas para entender o problema e identificar formas de solucioná-lo, para uso eficiente de recursos
Comunicação da pesquisa	Os resultados da pesquisa devem ser comunicados a todos os interessados, desde profissionais até pesquisadores, contribuindo para o avanço do conhecimento na área

Fonte: Adaptação de Hevner *et al.* (2004); Lacerda *et al.* (2013); Sordi, Azevedo e Meireles (2015).

Hevner (2007) destaca o modelo de Ciclos da DSR (Figura 9) como sendo crucial a presença e a clara identificação em projetos de pesquisa que adotem essa metodologia, com o objetivo de desenvolver estudos de alta qualidade. O modelo é composto pelos seguintes ciclos: relevância, rigor e *design*. Cabe ressaltar que, ao conduzir a DSR, seja levada em consideração os fatores relevância e rigor, a fim de que a pesquisa seja baseada em argumentos fortes e fundamentados para a construção do artefato, assim como sua avaliação seja comprovadamente eficaz para o ambiente ao qual foi projetado.

Figura 9 - Ciclos da Design Science Research



Fonte: Hevner (2007, p. 02).

O ciclo de relevância permite que os requisitos para a pesquisa (oportunidade/problema a ser abordado) sejam identificados e que o artefato desenvolvido e avaliado seja inserido no ambiente, com o propósito de resolver os desafios de pesquisa identificados (HEVNER, 2007). Nessa pesquisa, tratou-se dos aspectos relacionados à adoção da TI Verde nas Instituições Públicas de Ensino Superior e da necessidade de uma estrutura que oriente a sua implementação nessas instituições, sendo esse o desafio abordado no estudo.

O ciclo de rigor fornece conhecimento anterior ao projeto de pesquisa para garantir sua inovação, ou seja, as experiências e conhecimentos que definem o estado da arte e os artefatos e processos existentes no domínio de aplicação da pesquisa, assim como possibilita a seleção e aplicação de teorias e métodos presentes na base de conhecimento, como forma de apoiar os processos de criação e de avaliação do artefato desenvolvido. Além disso, adiciona novos conhecimentos gerados pela pesquisa à base de conhecimento (HEVNER, 2007). Nessa pesquisa, através da Revisão da Literatura foram analisados diversos estudos contendo os principais assuntos referentes ao tema TI Verde, assim como modelos, práticas e elementos que embasaram essa pesquisa. Complementarmente, buscou-se a aplicação de algumas técnicas, tais como a aplicação de questionário e entrevistas semiestruturadas para auxiliar na coleta de informações, a fim de desenvolver o modelo proposto.

E, por fim, o ciclo de *design*, que pode ser descrito como o ciclo interno e central da pesquisa, o qual consiste na construção de um artefato, tendo como base os outros dois ciclos, sua avaliação e o *feedback* subsequente para refinar ainda mais o produto gerado pela

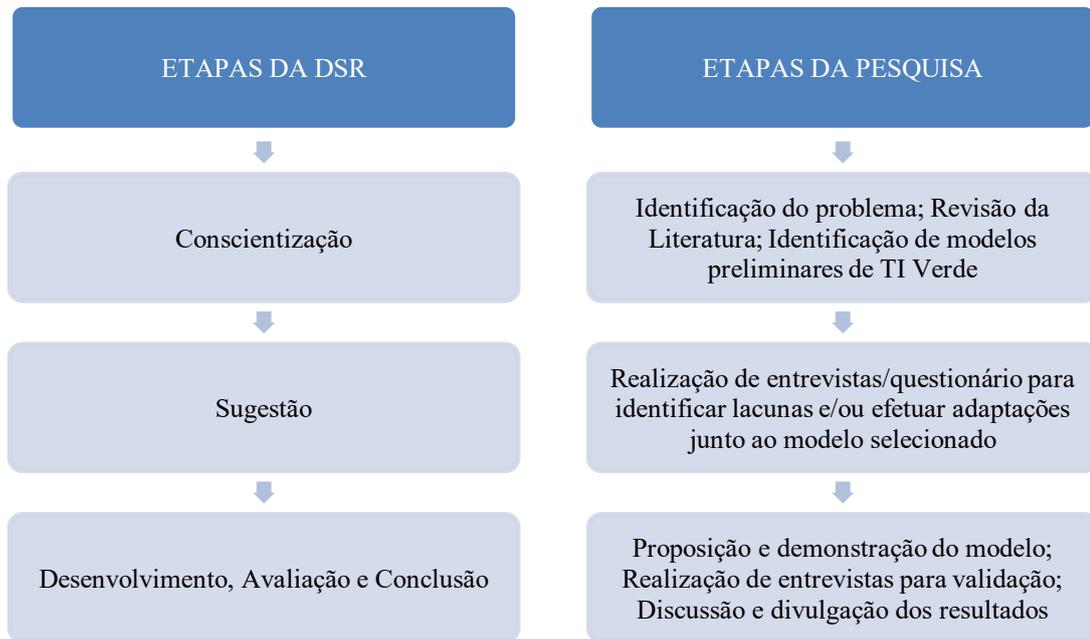
pesquisa (HEVNER, 2007). É importante salientar que ao desenvolver e avaliar o artefato, deve-se considerar (i) que este será uma solução para os desafios da pesquisa identificados no ciclo relevância, e (ii) a aplicação das fundamentações teóricas provenientes da consulta à base de conhecimento no ciclo rigor para auxiliar nesse processo. Nessa pesquisa, propôs-se o desenvolvimento de um artefato, na forma de modelo, para solucionar os diferentes desafios apresentados na seção Introdução dessa dissertação, cujo objetivo foi contribuir com a implementação de um modelo de TI Verde, a fim de tornar as Instituições Públicas de Ensino Superior mais sustentáveis. Acrescenta-se, ainda, que para avaliar o artefato desenvolvido foi realizada uma demonstração do modelo proposto, seguido de entrevistas com gestores de uma universidade pública federal brasileira.

### 3.2 DESENHO DE PESQUISA

O desenho de pesquisa consiste em um esquema conceitual que auxilia o pesquisador na descrição de uma ordem lógica das fases envolvidas na realização de uma pesquisa, visando facilitar a viabilidade da mesma. Por este motivo, é importante que esse esquema seja bem estudado, planejado e que considere os seguintes aspectos: recursos materiais, humanos e de tempo (LAKATOS; MARCONI, 2003).

O desenho de pesquisa deste estudo foi elaborado com base nos princípios metodológicos da DSR, o qual demonstra, resumidamente, as etapas dessa abordagem e as etapas de desenvolvimento da pesquisa aos quais se relacionam. Assim, na Figura 10, descreve-se cada uma das etapas metodológicas e as técnicas que foram utilizadas para atender aos objetivos estabelecidos nesse estudo.

Figura 10 - Desenho de pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora

A etapa de Conscientização consistiu na revisão da literatura e identificação de modelos, práticas e elementos que serviram como base para o desenvolvimento do estudo, além de auxiliar o pesquisador a compreender melhor o objeto e o contexto da pesquisa, tendo em vista o problema de pesquisa identificado nessa dissertação. O modelo preliminar selecionado na literatura foi o PROATIVES (Figura 8), desenvolvido por Costa Júnior (2020). Destaca-se que o modelo selecionado foi desenvolvido através da realização de diversas fases que compõem a construção de um *framework* conceitual, o qual foi fundamentado com base na literatura, a partir de um estudo de escopo<sup>1</sup>. Resumidamente, as etapas consistiram: (i) no mapeamento do espectro da literatura multidisciplinar sobre o tema, com a utilização do *software* CiteSpace como ferramenta de apoio; na (ii) leitura extensiva e categorização dos dados selecionados, com base em uma revisão bibliográfica, além dos resultados encontrados na primeira fase; na (iii) identificação e nomeação dos conceitos, suportada pela revisão bibliográfica e pelo procedimento de estudo de escopo; na (iv) segmentação e categorização dos conceitos; na (v) integração dos conceitos; e na (vi) sintetização, resintetização e construção de sentido aos conceitos. Porém, ao seu final, o modelo proposto não foi validado de modo a verificar sua utilidade, eficácia e aplicabilidade ao ambiente ao qual foi projetado – um dos pressupostos da *Design Science* (DRESCH, 2013).

<sup>1</sup> Revisões do tipo *escopo* possuem o objetivo de examinar a extensão, o alcance e a natureza de uma área de pesquisa, assim como fornecer uma indicação inicial do tamanho potencial e da natureza da literatura disponível sobre um tópico específico (PARÉ *et al.*, 2015).

Já a etapa de Sugestão teve como objetivo sugerir uma possível solução satisfatória ao problema de pesquisa em questão. Assim, a partir do modelo identificado e selecionado na literatura (etapa anterior), foi realizada a coleta de dados junto a especialistas da área de gestão ambiental e Tecnologia da Informação que atuam no setor público. Desse modo, foram realizadas entrevistas e aplicado um questionário, os quais serviram para identificar possíveis lacunas ou melhorias/adaptações que poderiam ser implementadas no modelo identificado previamente, assim como coletar informações a respeito de iniciativas de TI Verde. Logo, foram desenvolvidos e utilizados um roteiro de entrevistas (Apêndice B) e um questionário que foi respondido de forma eletrônica, através da plataforma Google Docs (Apêndice C). Esta etapa contou também com a análise de documentos institucionais públicos.

A terceira etapa, denominada de Desenvolvimento, Avaliação e Conclusão consistiu efetivamente na construção e validação do artefato – o modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior. É importante salientar que as especificidades do contexto organizacional, para o qual foi desenvolvido o artefato, e as informações obtidas através do cumprimento das etapas anteriores foram consideradas para fins de desenvolvimento do modelo. A avaliação ocorreu por meio da demonstração do modelo de TI Verde desenvolvido, além de entrevistas, ambas realizadas junto a gestores da Universidade Federal do Rio Grande/FURG, a fim de verificar o atendimento a critérios estabelecidos e a aplicabilidade do modelo para a instituição.

A seguir, são descritas, detalhadamente, as etapas da DSR e da pesquisa, na ordem em que foram realizadas nesta dissertação.

### 3.3 ETAPA DE CONSCIENTIZAÇÃO

A etapa de Conscientização consiste no procedimento teórico ou prático da organização sobre a compreensão do problema ou oportunidade, assim como na identificação dos objetivos ou metas necessárias para que o problema seja considerado satisfatoriamente resolvido (LACERDA *et al.*, 2013; DRESCH, 2013). É necessário, ainda, que o pesquisador compreenda o ambiente externo ao problema/oportunidade, além das funcionalidades, performance e os requisitos necessários a serem considerados nas etapas de desenvolvimento e avaliação do artefato a ser desenvolvido (DRESCH, 2013).

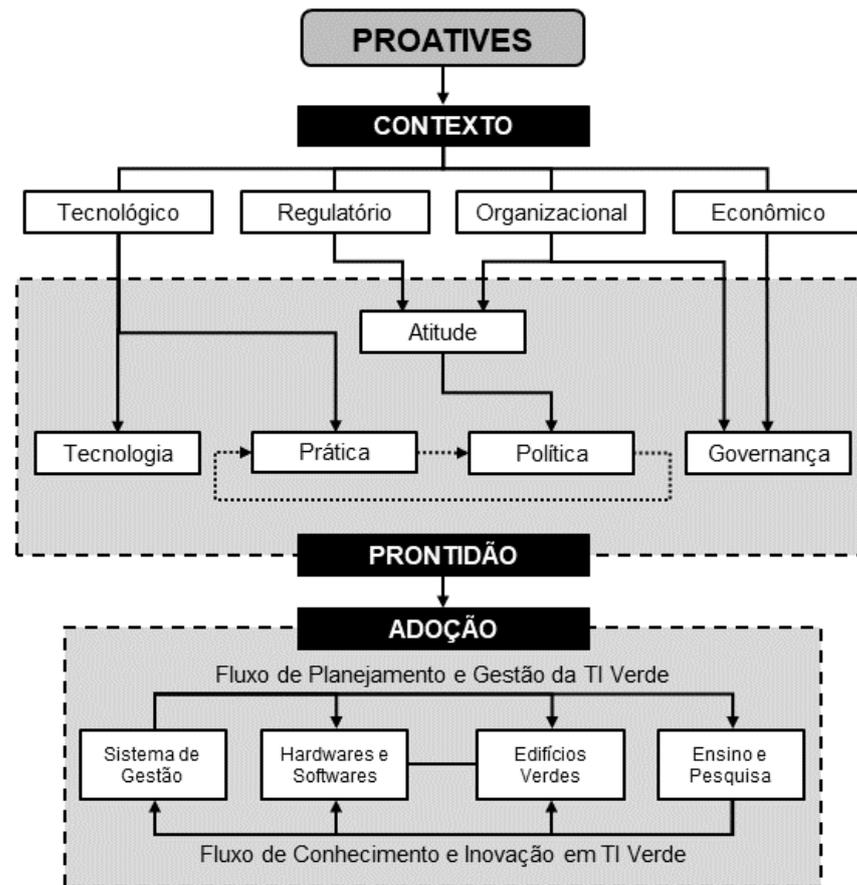
Assim, esta etapa, realizada a partir da identificação do problema de pesquisa a ser investigado (“como as Instituições Públicas Federais de Ensino Superior poderiam adotar, de forma eficiente, diferentes práticas de TI Verde?”), teve como meta alcançar uma solução

satisfatória para o mesmo, pois uma gestão voltada para a sustentabilidade na área de tecnologia, no contexto da Administração Pública, mais precisamente das Instituições Públicas de Ensino Superior, poderia resultar em um melhor uso dos recursos tecnológicos, dos investimentos realizados e da adoção de práticas de TI Verde, contribuindo não só para o desenvolvimento sustentável das instituições, como também para o aumento do valor público - visto que, nas organizações em geral, a TI compreende todos os aspectos relacionados aos prédios e instalações que abrigam os servidores corporativos de redes de comunicação, instalações e equipamentos de energia e de refrigeração para fornecer serviços de dados, como manuseio e armazenamento, hospedagem de sites, intranet, Internet, telecomunicações e redes de computadores (ANTHONY; MAJID, 2016).

Como forma de atender ao primeiro objetivo específico dessa pesquisa, além de compreender melhor o problema a ser estudado e também identificar estudos anteriores com foco no mesmo problema ou análogo, foi possível identificar diferentes modelos, práticas e elementos que serviram de base para a realização dessa dissertação. À vista disso, foi selecionado o *framework* desenvolvido por Costa Júnior (2020), denominado PROATIVES (Figura 11), como modelo preliminar desse estudo.

Segundo Costa Júnior (2020), o PROATIVES pode ser explicado e definido como um modelo que apresenta uma proposta de adoção a TI Verde estruturada a partir de três constructos sequenciais: contexto, prontidão e adoção. O constructo Contexto consiste no estado atual das forças internas e externas à instituição, que interferem e motivam a adoção a TI Verde. Assim, primeiramente, é necessário realizar uma análise do contexto da instituição, baseada nos fatores tecnológico, regulatório, organizacional e econômico.

Figura 11 – Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior (PROATIVES)



Fonte: Costa Júnior (2020, p. 36).

Os fatores que compõem o constructo Contexto podem ser definidos como: tecnológico (o nível de tecnologia da informação que está disponível ao setor de educação e com qual profundidade outras organizações desse setor utilizam essas tecnologias); regulatório (regulamentações e normas, obrigatórias ou voluntárias, vigentes no local de atuação da instituição, principalmente associadas ao consumo energético e descarte de lixo eletrônico, e qual a maturidade governamental no tratamento da questão ambiental); organizacional (nível de responsabilidade social corporativa, conscientização da liderança e da comunidade acadêmica e a forma como a instituição lida com a importância das práticas de TI Verde, desde o trato com seus fornecedores até o descarte correto); e econômico (possibilidade de obter ganhos econômicos por meio da redução de custos com o uso eficiente dos recursos de TI, eficiência no consumo energético e até mesmo ganho de receita através de patentes desenvolvidas em pesquisa). Em síntese, esse constructo busca compreender quais tecnologias estão disponíveis atualmente, o que consta no cenário regulatório, como as

universidades tratam esse assunto e o quanto essas tecnologias e sistemas estão maduros em termos econômicos.

Já o constructo Prontidão diz respeito ao nível de preparação e capacidade que uma instituição possui para adotar a TI Verde, levando em consideração ativos, recursos e processos disponíveis para desenvolver e gerenciar infraestrutura e pessoas. Em resumo, a prontidão é o que a organização tem implementado atualmente e se está preparada para implementar estratégias e tecnologias verdes em sua organização, sendo influenciada pelos fatores de Contexto. As cinco dimensões constantes no constructo Prontidão são: atitude, política, prática, tecnologia e governança.

A dimensão atitude é influenciada pelos contextos regulatório e organizacional, pois envolve as regulamentações vigentes e o nível de conscientização da liderança sobre a adoção a TI Verde. Assim, essa dimensão pode ser definida como o nível de conscientização e cuidado da instituição com a questão da TI Verde, além das crenças gerenciais na eficiência energética e na infraestrutura técnica de TI.

A dimensão política é, portanto, influenciada pela dimensão atitude, pois através da atitude dos integrantes da organização serão determinadas as políticas a serem adotadas. Desta forma, as políticas envolvem o âmbito estratégico da universidade e a declaração institucional de fomento a práticas de TI Verde. As políticas podem ser pensadas sob três perspectivas: fornecimento, através do processo e decisão de compras; operações e serviços com foco no impacto ambiental; e, fim de vida, como coleta, descarte e/ou reciclagem de dispositivos.

Já a dimensão de práticas está diretamente relacionada às políticas, pois enquanto as políticas envolvem a etapa de planejamento, as práticas representam efetivamente a aplicação dessas iniciativas. Assim, a dimensão de práticas é a materialização da política em ações de TI Verde. Algumas práticas podem ser citadas como: reciclagem e descarte de equipamentos de TI, conscientização para redução de papel em impressões, gerenciamento de energia e etc.

A dimensão tecnologia, a qual é influenciada pelo contexto tecnológico, consiste, de fato, na infraestrutura técnica de TI (componentes e sistemas), as quais podem ser transformadas em uma plataforma sustentável através de tecnologias limpas, do gerenciamento de fluxo de ar e sistema de refrigeração de *datacenter*, e sistema de fornecimento de energia. Algumas tecnologias sustentáveis podem ser apontadas como: aplicativos computacionais eficientes, virtualização de servidores, ensino virtual e *e-learning*, uso de dispositivos funcionais para impressão, visando reduzir o desperdício de papel e o consumo energético e etc.

Por fim, a dimensão governança, a qual é influenciada pelos contextos organizacional e econômico, apresenta dois fundamentos: a previsão estratégica, e os recursos e métricas. Estes fundamentos abrangem o compromisso de gerenciamento, alocação de recursos, gestão de projetos, desenvolvimento de processos e estruturas para dar suporte à TI Verde, assim como o rastreamento de benefícios advindos dessas iniciativas. Em síntese, pode-se concluir que o nível de prontidão de uma universidade é, sobretudo, um diagnóstico de maturidade da instituição para implementar as estratégias, práticas e políticas de TI Verde.

O terceiro e último constructo, que trata da Adoção, pode ser entendido como a execução em si das estratégias, práticas e políticas de TI Verde. A ideia central da Adoção é propor possíveis práticas para implementar a TI Verde em uma instituição de ensino superior, tendo em vista o estudo de escopo realizado pelo autor, no qual foram identificadas quatro modalidades de práticas: sistema de gestão; *hardwares* e *softwares*; edifícios verdes; e ensino e pesquisa. Dentro de cada modalidade existem diversas estratégias, práticas e políticas sustentáveis relacionadas à TI, as quais se relacionam entre si. Podem gerar tanto o fluxo do planejamento e da gestão da TI Verde, através de um bom sistema de gestão que consegue planejar e gerir a implementação das tecnologias de *hardware*, *software* e edifícios verdes, como podem suportar o desenvolvimento do ensino e da pesquisa na área, quando geram um fluxo de conhecimento e inovação através do ensino e da pesquisa, proporcionando um ciclo virtuoso de adoção integrada.

A modalidade denominada Sistema de Gestão lida com a parte organizacional da universidade e consiste na estrutura que irá suportar e apoiar a adoção e a manutenção das práticas e políticas da instituição. Possui cinco componentes principais: o Gerenciamento de energia (que trata do desenvolvimento de um sistema inteligente para monitorar e gerenciar os dispositivos elétricos e eletrônicos); o Modelo de governança, estratégia e liderança (que aborda o desenvolvimento de um modelo de governança, alinhado com as melhores práticas de TI Verde e que suporte uma estratégia bem definida, de longo prazo, e uma liderança conscientizada e atuante); as Métricas de desempenho (que trata da definição de métricas de desempenho operacional da universidade em relação à TI Verde); o Sistema de descarte e reciclagem (que aborda o desenvolvimento de um sistema inteligente de descarte e reciclagem, que seja eficiente na análise do ciclo de vida dos equipamentos de TI); e, por fim, o Programa de conscientização (que trata do desenvolvimento de um programa de conscientização baseado em fatores que influenciam os indivíduos e o coletivo a adotar TI Verde).

A segunda modalidade diz respeito aos *hardwares* e *softwares*, os quais consistem, efetivamente, das partes tecnológicas da TI. Os principais componentes são: *Datacenters* (utilização de infraestrutura física e virtual de *datacenters* que sejam amigáveis ao meio ambiente); Virtualização (utilização de *hardware* e *software* para virtualização e computação em nuvem, visando utilizar o mínimo possível de recursos físicos); Computação com eficiência energética (utilização dos mais variados tipos de *hardwares* e *softwares* para uma eficiência energética durante sua operação); Rede (garantir o funcionamento da rede local e Internet na instituição); e Laboratórios de informática (utilização, manutenção e gerenciamento eficientes de *hardware* e utilização de *softwares* que sejam executados com eficiência energética).

Outra modalidade que representa outro pilar tecnológico da adoção a TI Verde são os edifícios verdes. Essa modalidade consiste nas instalações prediais que suportam o conceito de sustentabilidade e eficiência energética, além de contar com aplicações de *hardware* e *software* de suporte. Os principais componentes de edifícios verdes são: Tecnologias para edifícios verdes (utilização de métodos, técnicas e tecnologias da informação que apoiem as instalações prediais a serem mais amigáveis ao meio ambiente); Energias renováveis (utilização de instalações responsáveis pela geração e distribuição de energias renováveis); Escritórios verdes (estações de trabalho que utilizem *hardware* com eficiência energética e *software* para controle do consumo energético, consumo de papel, dentre outros); Bibliotecas verdes (utilização de *hardware* e *software* sustentável que suporte o funcionamento das bibliotecas, como digitalização de conteúdo, economia de papel e minimização do consumo energético); e Casas dos estudantes verdes (utilização de métodos, técnicas e tecnologias que auxiliem especialmente na redução do consumo de energia e no descarte adequado de resíduos dos dormitórios universitários).

Por fim, a modalidade de ensino e pesquisa, que consiste na construção de programas que busquem não somente treinar e conscientizar a comunidade acadêmica sobre o tema, mas também tem o objetivo de produzir inovação, gerando métodos, metodologias, ferramentas e estratégias de gestão, além de tecnologias de *hardware*, *software* e edifícios verdes. Os principais componentes de ensino e pesquisa visando a Adoção a TI Verde são: Graduação e Pós-Graduação (desenvolvimento de cursos de graduação e pós-graduação na área de TI Verde, ou inclusão de disciplinas sobre o tema em cursos já existentes, ou ainda inclusão de tópicos sobre o tema em ementas de disciplinas correlacionadas); Cursos de extensão (desenvolvimento de cursos extracurriculares sobre TI Verde para formação e conscientização não só da comunidade acadêmica, como também de entidades externas à universidade,

profissionais que já estão no mercado ou da comunidade geral); *E-learning* (desenvolvimento de infraestrutura verde e/ou projetos pedagógicos sobre TI Verde para educação a distância); Projetos de pesquisa (desenvolvimento de projetos de pesquisa para inovação em TI Verde, para implementação em organizações de maneira geral, e também, de forma a auxiliar a implementação na própria universidade); e Parcerias e eventos (desenvolvimento de parcerias com empresas, instituições de fomento, instituições governamentais ou não governamentais, para desenvolvimento de ações de ensino, pesquisa e extensão, além da realização de eventos com foco em TI Verde).

Salienta-se que o PROATIVES foi o modelo selecionado da literatura, devido as suas especificidades, contexto e classe de problemas que pretende solucionar. Porém, o mesmo não foi validado, a fim de verificar sua aplicabilidade ao ambiente ao qual foi projetado. A seguir, é descrita a etapa de Sugestão, dando prosseguimento às fases da pesquisa e aos ciclos da DSR.

### 3.4 ETAPA DE SUGESTÃO

A etapa de Sugestão compreende as atividades de desenvolver uma, ou mais, alternativas de artefato, considerando os resultados da etapa de conscientização para a solução dos problemas, sendo um processo essencialmente criativo e tendo como resultado a identificação do artefato que será desenvolvido nas etapas seguintes (MANSON, 2006; LACERDA *et al.*, 2013).

Desta forma, a partir da etapa anterior, na qual foi selecionado um modelo preliminar da literatura, e a fim de sugerir uma possível solução satisfatória para o problema de pesquisa em questão, foram realizadas entrevistas semiestruturadas, em conjunto com a aplicação de um questionário estruturado online contendo diferentes iniciativas de TI Verde, a servidores públicos que atuam em Instituições Públicas de Ensino. O objetivo desta etapa foi coletar informações para auxiliar no desenvolvimento de um novo modelo, que fosse capaz de capturar a estrutura da realidade e o contexto dessas instituições, de modo a resultar em uma representação útil. Desse modo, atendendo ao segundo objetivo específico dessa dissertação, propor adaptações no(s) modelo(s) identificado(s) na literatura, tendo em vista o contexto das Instituições Públicas de Ensino Superior.

A seguir, são apresentadas as técnicas utilizadas na coleta e análise dos dados obtidos, apresentando o perfil dos participantes do estudo, a forma de realização das entrevistas e aplicação do questionário, assim como os instrumentos de coleta utilizados.

### **3.4.1 Coleta de dados**

As técnicas de coleta de dados utilizadas foram a realização de entrevistas semiestruturadas, em conjunto com a aplicação de um questionário estruturado, e a análise documental. Dessa forma, os dados foram obtidos de fontes primárias, por meio das entrevistas e do questionário, e de fontes secundárias, através de documentos formais provenientes de instituições públicas, como: o Plano de Logística Sustentável/PLS, a Cartilha Agenda Ambiental na Administração Pública/A3P, o Guia Nacional de Contratações Sustentáveis – AGU/CGU, a legislação vigente sobre o tema, dentre outros.

Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013), as entrevistas semiestruturadas consistem em um roteiro de assuntos ou perguntas preestabelecidas, as quais permitem que as respostas sejam comparadas com o mesmo conjunto de perguntas, refletindo diferenças entre os respondentes e não entre as perguntas. Também dá autonomia ao entrevistador para fazer outras perguntas, de modo a apurar conceitos ou coletar mais informações sobre o tema, não incluídas anteriormente no instrumento de pesquisa e que foram surgindo ao longo da entrevista. Já o questionário estruturado foi elaborado com perguntas fechadas, a fim de obter respostas mais rápidas e precisas (MARCONI; LAKATOS, 2003) acerca de iniciativas de TI Verde disponíveis no mercado e que poderiam ser aplicadas no contexto das instituições de ensino.

Já a pesquisa documental, de acordo com Gil (2002), é muito semelhante à pesquisa bibliográfica. O autor destaca a principal diferença entre elas como sendo a natureza das fontes, tendo em vista que a pesquisa bibliográfica se utiliza, sobretudo, das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, e a pesquisa documental se constitui de materiais sem tratamento analítico, ou que podem ser recriados de acordo com os objetos da pesquisa.

### **3.4.2 Participantes**

A escolha dos participantes levou em consideração a expertise do entrevistado com o tema, a atuação profissional no setor público e a oportunidade de entrevista, a partir da disponibilidade do convidado em realizá-la (BONI; QUARESMA, 2005). Os participantes das entrevistas, e que também responderam ao questionário estruturado, foram: (i) técnicos administrativos em educação e (ii) docentes – todos servidores públicos federais atuantes em instituições de ensino e pesquisadores na área de TI Verde.

O convite para participar da pesquisa foi realizado por e-mail, detalhando os objetivos e as etapas do estudo (Apêndice D). Após a resposta com o aceite dos especialistas, foi encaminhado um novo e-mail (Apêndice E) contendo a carta de apresentação da pesquisa, o modelo preliminar com a explicação de seus constructos e o link do questionário estruturado a ser preenchido de forma eletrônica, através do Google Docs, para posteriormente ser marcada a entrevista pessoal. Este procedimento resultou em quatro (04) convites feitos e aceitos. No Quadro 4, são apresentadas algumas informações sobre os participantes da pesquisa.

Quadro 4 - Participantes da pesquisa

<b>Código</b>	<b>Sexo</b>	<b>Cargo</b>	<b>Formação</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Tempo na Instituição</b>
<b>01</b>	Feminino	Docente	Administração	Mestrado	4 anos
<b>02</b>	Feminino	TAE - Administrador	Administração	Mestrado	11 anos
<b>03</b>	Masculino	Docente	Administração	Doutorado	17 anos
<b>04</b>	Feminino	TAE- Administrador	Administração	Mestrado	10 anos

Fonte: Dados da pesquisa

### **3.4.3 Realização das entrevistas e aplicação do questionário**

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os quatro (04) participantes do estudo de forma individual, sendo todas elas à distância, utilizando recursos de videoconferência. As entrevistas tiveram como objetivo obter informações para identificar possíveis lacunas ou melhorias/adaptações que poderiam ser implementadas no modelo preliminar identificado. Utilizou-se o critério de saturação dos dados na definição do número de entrevistas, tendo em vista a convergência do conteúdo das respostas (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Com relação ao questionário estruturado, o mesmo foi utilizado para reduzir o tempo da entrevista e facilitar o preenchimento das respostas quanto às práticas de TI Verde que os respondentes julgavam ser implementáveis ou não em Instituições Públicas de Ensino Superior. Complementarmente, deveriam indicar se o investimento necessário e o retorno financeiro esperado para cada prática seriam baixos, médios ou altos.

No Quadro 5, são apresentados detalhes das entrevistas realizadas. Todas foram gravadas em meio digital (totalizando aproximadamente quatro horas de áudio), as quais foram, posteriormente, transcritas, gerando um documento contendo 37 páginas, o qual é abordado com maior profundidade na seção de resultados.

Quadro 5 – Resumo das entrevistas

Entrevistado	Instituição	Forma da entrevista	Tempo de duração	Páginas transcritas
<b>01</b>	IFRJ	Videoconferência	01:55:52	17
<b>02</b>	IFSul	Videoconferência	00:34:39	08
<b>03</b>	FURG	Videoconferência	00:40:34	05
<b>04</b>	UFSM	Videoconferência	00:55:48	07
<b>Total</b>	-	-	<b>04:06:53</b>	<b>37</b>

Fonte: Dados da pesquisa

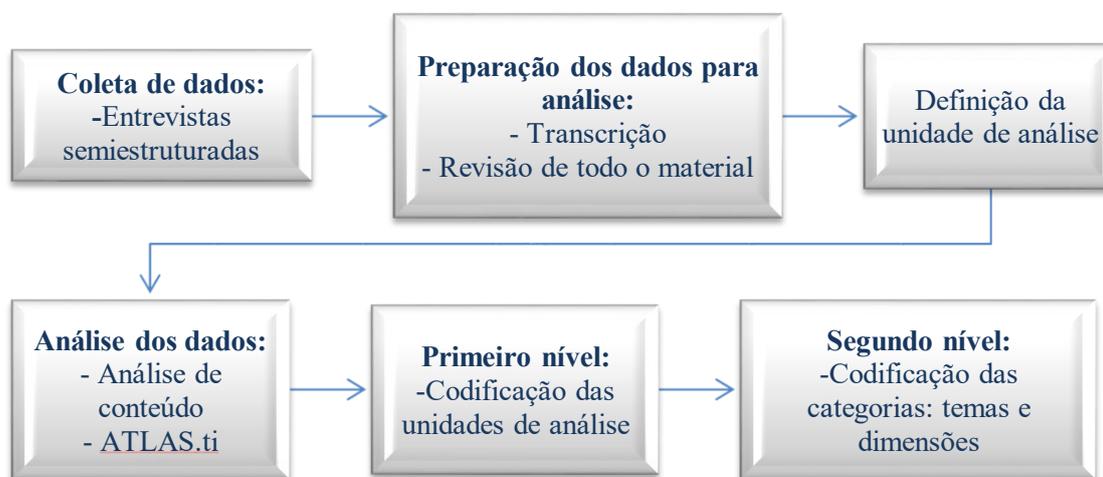
### 3.4.4 Análise das entrevistas com os especialistas

Para a análise das entrevistas foram seguidas as orientações de Sampieri, Collado e Lucio (2013). Desta forma, realizou-se a transcrição literal das entrevistas, sendo utilizada uma codificação para identificar cada entrevistado, de forma a garantir o princípio da confidencialidade, por questões de ética. De acordo com os mesmos autores, após as transcrições serem feitas, deve ser realizada a preparação dos dados para análise, com a revisão e leitura de todo o material, a fim de explorar o sentido geral dos dados.

Após essa revisão, foram definidas as unidades de análise, que são segmentos de dados, podendo ser definidos como palavras, linhas, parágrafos, dentre outras, desde que tenham significado (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Foi utilizado o *software* ATLAS.ti para auxiliar e facilitar na organização e análise dos dados. O tratamento dos dados foi realizado por meio da análise de conteúdo, que é uma técnica que objetiva identificar o que está sendo dito sobre um determinado tema, sendo usada para descrever e interpretar a matéria de toda classe de documentos e textos, assim como extrair conteúdo do objeto analisado (VERGARA, 2008).

Seguindo as orientações de Sampieri, Collado e Lucio (2013), os dados foram codificados, em primeiro nível, a partir das diferentes unidades de análise identificadas, as quais compuseram as categorias. Após a revisão e análise de todos os dados, ocorreu a codificação das categorias em temas e dimensões, de acordo com cada constructo do modelo preliminar analisado. Na Figura 12 são ilustrados os diferentes passos realizados até a análise e interpretação dos dados.

Figura 12 – Fluxo da Análise de Dados



Fonte: Dados da pesquisa

Já os dados de fontes secundárias foram utilizados com o intuito de complementar e apoiar o desenvolvimento do modelo proposto. Desta forma, a triangulação foi utilizada como estratégia de pesquisa de validação dos dados. Salienta-se que na pesquisa qualitativa, os dados quando coletados de diferentes fontes e métodos podem oferecer uma maior riqueza, amplitude e profundidade (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013). Neste estudo, a triangulação utilizada ocorreu por meio de diferentes fontes: primárias (entrevistas com administradores e docentes) e secundárias (documentos institucionais).

A seguir, é descrita a etapa de desenvolvimento, avaliação e conclusão, consistindo na última fase da DSR, assim como desta pesquisa.

### 3.5 ETAPA DE DESENVOLVIMENTO, AVALIAÇÃO E CONCLUSÃO

A última etapa da DSR consistiu efetivamente na construção e avaliação do artefato proposto. Assim, através das informações obtidas por meio do cumprimento das etapas anteriores, foi possível definir uma nova sugestão de artefato, a fim de responder a principal questão de pesquisa proposta nesta dissertação. Complementarmente, foi realizada a sua avaliação e confirmação do modelo.

#### 3.5.1 Etapa Desenvolvimento

A etapa Desenvolvimento da DSR refere-se ao processo de construção do artefato para a solução do problema identificado, além de gerar conhecimento que seja útil para a classe de

problemas relacionada à pesquisa, a melhoria de sistemas e/ou artefatos já existentes e a criação de novas soluções, resultando, assim, em um artefato em estado funcional (LACERDA *et al.*, 2013). Desse modo, a partir das etapas de Conscientização e Sugestão foi desenvolvido o modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior, com o objetivo de torná-las mais sustentáveis.

De modo geral, o modelo proposto foi desenvolvido com base no modelo preliminar denominado PROATIVES, assim como nos demais modelos, práticas e elementos identificados a partir da revisão da literatura, em pesquisa documental, sendo, ainda, consideradas as principais legislações vigentes sobre o tema e algumas sugestões de alterações ao modelo preliminar, a partir dos dados coletados junto a quatro especialistas.

A partir dessas considerações, uma nova versão do modelo de TI Verde foi concebida pela autora da pesquisa, mantendo a estrutura original de três constructos sequenciais: Contexto, Prontidão e Adoção, sendo realizadas alterações na estrutura interna dos constructos, as quais serão explicitadas na seção Resultados. Assim, dando continuidade a esta etapa, após o desenvolvimento do artefato, foi necessário assegurar a validade da pesquisa, através de procedimentos de avaliação, os quais são descritos na próxima subseção.

### **3.5.2 Etapa Avaliação**

A avaliação do artefato desenvolvido é uma etapa crucial do processo de pesquisa baseada na DSR e pode ser caracterizada como o processo rigoroso que busca verificar o desempenho do artefato no ambiente para o qual foi projetado, tendo em vista as soluções que se propôs alcançar (LACERDA *et al.*, 2013). Podem ser utilizados diversos métodos de avaliação, como: observacional, analítico, experimental, teste e descritivo, e, além disso, o artefato pode ser avaliado sobre diversos critérios, tais como: funcionalidade, consistência, utilidade, usabilidade, adequação à organização e outros atributos de qualidade relevantes (HEVNER *et al.*, 2004). Ademais, Lacerda *et al.* (2013) destacam que os modelos desenvolvidos com base na DSR devem ser avaliados em termos de sua fidelidade com os fenômenos do mundo real, completude, nível de detalhe, robustez e consistência interna.

Desse modo, a fim de atender ao ciclo de design da DSR, em que é necessário avaliar o artefato criado pela pesquisa, optou-se pela realização de uma avaliação descritiva, em que se buscou demonstrar a aplicabilidade do modelo de TI Verde desenvolvido a partir da avaliação de pessoas envolvidas nas decisões relacionadas à área de TI e de sustentabilidade em uma instituição pública de ensino superior. À vista disso, a escolha dos entrevistados foi

baseada nas suas atuações nas áreas citadas, além de suas participações na construção dos principais planos referentes à área tecnológica e gestão ambiental da instituição.

Nesse sentido, a etapa de avaliação consistiu na demonstração do modelo sustentável de TI proposto (Apêndice F), juntamente com o plano de ações elaborado (Apêndice G), além de entrevistas semiestruturadas (Apêndice H) realizadas junto a dois gestores da universidade, sendo um deles integrante da Coordenação de Gestão Ambiental – CGA da Universidade investigada e o outro diretor do Centro de Gestão de Tecnologia da Informação – CGTI da mesma Universidade, conforme informações apresentadas no Quadro 6. Destaca-se que cada entrevista foi realizada remotamente via webconferência, sendo conduzidas de forma individual e com duração aproximada de 30 minutos cada. Posteriormente, as gravações foram transcritas e analisadas individualmente, a fim de compreender as percepções dos entrevistados sobre a aplicabilidade do modelo de TI Verde proposto na respectiva instituição.

Quadro 6 – Avaliadores do modelo

<b>Código</b>	<b>Sexo</b>	<b>Cargo</b>	<b>Função</b>	<b>Formação</b>	<b>Escolaridade</b>	<b>Tempo na Instituição</b>
<b>A01</b>	Masculino	Engenheiro-Área	Coordenador	Engenharia Química	Mestrado	7 anos
<b>A02</b>	Masculino	Analista de TI	Diretor	Engenharia da Computação	Mestrado	9 anos

Fonte: Dados da pesquisa

Por fim, na etapa Conclusão, são apresentadas, de forma sintetizada, todas as fases do processo, justificando as contribuições do estudo para a classe de problemas relacionados à pesquisa, bem como a comunicação dos resultados obtidos à comunidade acadêmica e aos profissionais beneficiados com a solução satisfatória concebida (LACERDA *et al.*, 2013).

Ressalta-se que os resultados obtidos nessa etapa permitiram atender ao terceiro objetivo específico dessa dissertação, assim como o objetivo geral: propor um modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior. O próximo capítulo apresenta os resultados do estudo.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se os resultados obtidos nessa pesquisa com as suas respectivas análises, que resultaram na constituição e, posteriormente, validação do artefato proposto. Destaca-se o (4.1) desenvolvimento do modelo de TI Verde e a (4.2) demonstração e avaliação do modelo proposto.

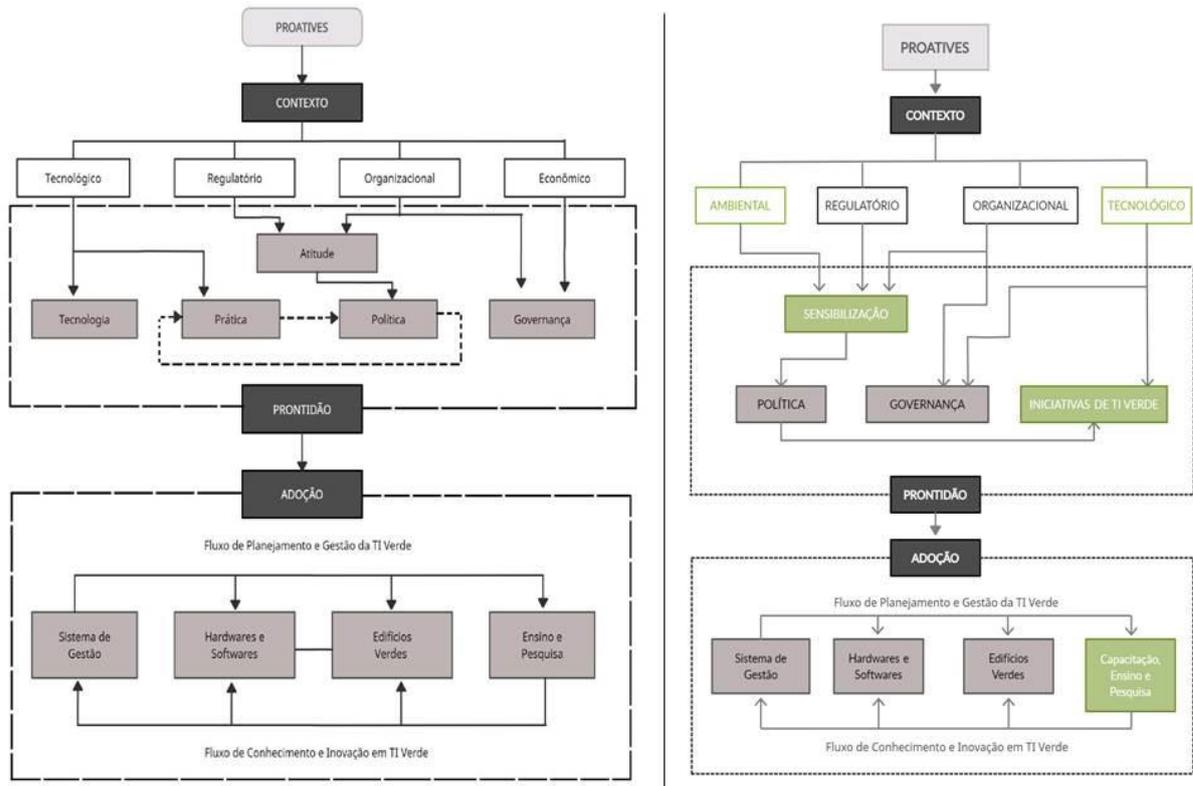
### 4.1 DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE TI VERDE

A partir da análise dos dados coletados, foi possível confirmar e identificar lacunas e possíveis pontos de melhoria ou adaptações a serem implementadas no modelo preliminar identificado. Desta forma, os especialistas confirmaram a proposta sequencial do modelo inicialmente elaborado, mas ainda assim sugeriram mudanças nos componentes de cada bloco. Além disso, a pesquisa na legislação vigente, a pesquisa documental e a revisão da literatura fizeram parte da constituição do artefato.

O modelo originalmente proposto, denominado PROATIVES, está estruturado em três constructos sequenciais, conforme definido preliminarmente e intitulados: Contexto, Prontidão e Adoção. A Figura 13 apresenta o modelo preliminar e o novo modelo desenvolvido na pesquisa, incluindo as modificações sugeridas pelos especialistas, as quais estão destacadas em cores diferentes para fins de comparação. Na visão geral do modelo, têm-se os fatores que interferem e motivam a adoção da TI Verde, sendo eles: o Ambiental, o Regulatório, o Organizacional e o Tecnológico; as dimensões que demonstram o nível de preparação e capacidade que a instituição possui para adotar a TI Verde, definidas por: Sensibilização, Política, Governança e Iniciativas de TI Verde; e as modalidades que traduzem a execução em si das estratégias, práticas e políticas de TI Verde por parte da instituição, sendo elas: Sistema de Gestão, *Hardware*s e *Software*s, Edifícios Verdes e Capacitação, Ensino e Pesquisa.

Considera-se que o modelo proposto consiste em um guia para orientar as instituições públicas de ensino superior quanto às ações a serem realizadas e na identificação dos principais aspectos necessários para implementar práticas de TI Verde de forma eficaz. Além disso, o modelo desenvolvido nessa pesquisa pode ser adaptado de acordo com as especificidades e a realidade de qualquer instituição que possui um ambiente organizacional semelhante às instituições públicas de ensino superior.

Figura 13 – Modelo preliminar e Modelo desenvolvido



Fonte: Dados da pesquisa

A seguir, são especificados cada bloco do novo modelo de TI Verde proposto, com suas categorias de análise e respectivas confirmações e/ou modificações, com relação ao modelo preliminar.

#### 4.1.1 Construto Contexto

O constructo Contexto é definido por consistir no estado atual das forças internas e externas da instituição, que interferem e motivam a adoção da TI Verde (COSTA JÚNIOR, 2020; MOLLA, 2008). Salienta-se que as categorias desse bloco foram pré-definidas de acordo com os fatores constantes no modelo preliminar (I, II e III) e, além disso, uma nova categoria emergiu a partir da análise das entrevistas (IV), conforme descritas no Quadro 7.

Quadro 7 – Constructo Contexto

Categorização	Contexto
I	Regulatório
II	Organizacional
III	Tecnológico
IV	Ambiental

Fonte: Dados da pesquisa

O fator **Regulatório** é caracterizado por compreender regulamentações e normas, obrigatórias ou voluntárias, vigentes no contexto das instituições públicas de ensino superior (COSTA JÚNIOR, 2020). Assim, através das entrevistas realizadas com os especialistas foi possível confirmar esse fator como um importante motivador da adoção à TI Verde, como citado pelo Entrevistado 01 “[...] eu fiz alguns estudos que a partir do resultado das entrevistas mostrou que o aspecto legislação pesava muito para se adotar TI Verde [...]” e pelo Entrevistado 02: “[...] o regulatório eu acho que é uma lei que vem de cima pra baixo que a gente é obrigado a cumprir, então eu penso que sim, o regulatório [...]”.

Em todas as entrevistas foi citada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Nº 12.305/2010) como um aspecto determinante para a adoção de práticas de TI Verde, como mencionado pelo Entrevistado 01: “[...] a política nacional dos resíduos sólidos. E é geralmente a que a gente mais usa para trabalhar essa questão de descarte, de nível de toxicidade de componentes químicos [...]” e pelo Entrevistado 02:

*“[...] a gente tem bastantes orientações, nem todas são leis... a gente tem instruções normativas... Lei da eficiência, hoje a gente tem que trabalhar com produtos com eficiência, tem a questão de não utilizar materiais pesados nos equipamentos de TI, então a gente trabalha também com essa questão de política de resíduos sólidos na TI”. (Entrevistado 02)*

Com base nas legislações vigentes, pode-se elencar as principais orientações governamentais no que tange à TI Verde, e classificá-las em três grupos: (a) quanto à aquisição de bens e serviços; (b) quanto à utilização e descarte de insumos e equipamentos; e (c) quanto à eficiência energética (SAN MARTIN, 2018). No Quadro 8, são descritas as referidas regulamentações que perpassam por aspectos relacionados à TI Verde, as quais abrangem o contexto regulatório em que as instituições públicas de ensino superior estão inseridas.

Quadro 8 - Leis e normas associadas à TI Verde

	<b>Leis e Normativas</b>	<b>Descrição</b>
<b>Aquisições de bens e serviços governamentais</b>	Lei nº 12.349 de 15 de dezembro de 2010	Incluiu a promoção do desenvolvimento nacional sustentável entre os princípios a serem garantidos na licitação.
	Decreto nº 7.746, de 2012	Regulamentou o art. 3º da Lei Nº 8.666/1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes gerais para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e instituiu a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP.
	Decreto nº 10.024, de 2019	Regulamentou a licitação, na modalidade pregão, na forma eletrônica, para a aquisição de bens e a contratação de serviços comuns, incluídos os serviços comuns de engenharia, o que pode acarretar na diminuição da necessidade do uso de impressão destes processos.
	Instrução Normativa nº 1, de 2010	Estabeleceu critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras na Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, devendo os gestores públicos considerar variáveis de sustentabilidade em todas as etapas necessárias à aquisição de bens e serviços.
	Portaria SLTI/MP nº 2/2010	Trata sobre as especificações padrão de bens de Tecnologia da Informação no âmbito da Administração Pública Federal. Em atendimento à IN n. 1/2010 da SLTI/MP, determina que a Administração Pública federal direta, autárquica e fundacional deve contemplar preferencialmente as especificações de bens com configurações aderentes aos computadores sustentáveis, também chamados TI Verde, utilizando, assim, materiais que reduzam o impacto ambiental.
<b>Utilização e descarte de insumos e equipamentos</b>	Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010	Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispoendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.
	Decreto nº 7.404, de 2010	Estabeleceu normas para execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos.
	Decreto nº 5.940, de 2006	Instituiu a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, a fim de incentivar de forma efetiva a reciclagem e reutilização dos insumos e resíduos gerados.
	Decreto nº 9.373, de 2018	Dispôs sobre a alienação, a cessão, a transferência, a destinação e a disposição final ambientalmente adequadas de bens móveis no âmbito da administração pública federal direta, autárquica e fundacional.
	Decreto nº 54.946, de 2019	Dispôs sobre o Programa SUSTENTARE, que trata da destinação e do descarte de ativos eletroeletrônicos fora de uso de órgãos e de entidades do Estado do Rio Grande do Sul, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS e a Política Estadual de Resíduos Sólidos.
<b>Eficiência energética</b>	Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001	Instituiu a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia que visa à alocação eficiente de recursos energéticos e à preservação do meio ambiente.
	Decreto nº 9.864, de 2019	Regulamentou a Lei nº 10.295/2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dispôs

		sobre o Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética.
	Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima, a qual estabelece critérios de preferência nas licitações e concorrências públicas para propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais, e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Já o fator **Organizacional** corresponde basicamente ao nível de responsabilidade social corporativa, assim como a forma que a instituição lida com a importância das práticas de TI Verde (COSTA JÚNIOR, 2020; MOLLA, 2008). Ao ressaltar este fator motivacional, o Entrevistado 01 apontou que:

*“[...] é importante propor iniciativas que dentro da universidade, inclusive, resultem em normativas, diretrizes, estratégias, políticas novas que incentivem tanto à sustentabilidade nas edificações, nos prédios verdes, quanto na prática, na pesquisa e desenvolvimento, e a inovação [...]” (Entrevistado 01)*

Como forma de institucionalizar a sustentabilidade na área de TI dentro da instituição, o Entrevistado 03 citou algumas políticas, programas ou documentos formais que devem abranger e regulamentar o tema, como: *“[...] incluir o tema no Plano de Desenvolvimento Institucional [PDI], ter uma política ambiental, ter um comitê gestor de informática ou planejamento estratégico de TI [PETI] que envolva a sustentabilidade”*. Complementarmente, o Entrevistado 01 expôs que:

*“[...] o Plano de Desenvolvimento Institucional e o Projeto Político-Pedagógico se conversam para que as universidades possam trabalhar tanto a questão universidade como organização, quanto universidade enquanto produtora de conhecimento, de inovação, de tecnologia, de metodologias [...] a partir disso, a gente pode trazer elementos para trabalhar na área de TI Verde vinculado a esses documentos “guarda-chuvas” das universidades [...]” (Entrevistado 01)*

O Entrevistado 04 ainda citou a existência de normas ISO, mas tratando do tema sustentabilidade de uma forma geral: *“[...] tem as normas ISO, mas nada específico de TI”*. O Entrevistado 02 relatou também que: *“[...] a gente tem o governo que tem feito atividades a nível nacional buscando a sustentabilidade, a gente tem guias de contratações sustentáveis que a gente é obrigado a usar... tem manuais que a gente utiliza que alguns são institucionais e outros são a nível nacional [...]”*.

Ademais, pode-se citar alguns instrumentos orientadores e normas que permitem auxiliar os gestores e servidores a incorporarem critérios de gestão socioambiental em suas atividades rotineiras, tais como: o **Plano de Logística Sustentável/PLS**, o qual consiste em uma ferramenta de planejamento com o objetivo de permitir o estabelecimento de práticas de

sustentabilidade e racionalização de gastos, conforme dispõe o Art. 16 do Decreto nº 7746/2012; a **Agenda Ambiental na Administração Pública/A3P**, que é um programa que busca incorporar os princípios da responsabilidade socioambiental nas atividades da Administração Pública; o **Guia Nacional de Contratações Sustentáveis – AGU/CGU**, o qual consta de informações legais, do ponto de vista ambiental, sobre objetos que fazem parte das licitações e contratações dos órgãos públicos e, em diferentes níveis, acarretam algum tipo de impacto relevante no meio ambiente, seja na fase de fabricação, utilização ou descarte; a **ABNT NBR ISO 14001/2015**, cuja norma especifica os requisitos para um sistema de gestão ambiental que as organizações podem usar para aumentar seu desempenho ambiental.

O fator **Tecnológico**, por sua vez, consiste no nível de tecnologia da informação que está disponível ao setor de educação e com qual profundidade outras organizações desse setor utilizam essas tecnologias (COSTA JÚNIOR, 2020). Através dos resultados encontrados pela aplicação do questionário estruturado contendo práticas e tecnologias de TI Verde, o qual foi elaborado com base nos estudos de Lunardi, Frio e Brum (2011) e Lunardi, Simões e Frio (2014), foi possível identificar e confirmar um conjunto de ações que poderiam ser implementadas em instituições públicas de ensino superior. Algumas práticas listadas no instrumento aplicado foram excluídas pelos especialistas, não se confirmando como potenciais iniciativas de TI Verde que poderiam ser implementadas em instituições de ensino superior, como o aproveitamento do calor para outros fins, o aproveitamento da água, os sistemas de controle (emissão de gases, qualidade da água) e o uso de sistemas para projetar produtos mais eficientes. Além disso, duas novas iniciativas de TI Verde foram sugeridas pelos especialistas, conforme pergunta aberta no final do questionário, sendo elas a adoção da ecofonte e do processo eletrônico e/ou assinatura eletrônica. O Quadro 9 apresenta os resultados após a análise do questionário estruturado, o qual propôs um total de 35 práticas e tecnologias aplicáveis às instituições públicas de ensino superior, como forma de tornar a área de tecnologia dessas instituições mais sustentável.

Quadro 9 – Práticas de TI Verde aplicáveis às Instituições Públicas de Ensino Superior

Categories de Práticas de TI Verde	Práticas Verdes aplicadas à área de TI	Aplicável?	Investimento	Retorno
Práticas de Conscientização	1. Campanhas de conscientização	sim	\$-\$\$	★★-★★★★
	2. Preferência por fornecedores verdes	sim	\$-\$\$\$	★★-★★★★
	3. Política de sustentabilidade	sim	\$-\$\$	★★-★★★★
	4. Videoconferência/teletrabalho	sim	\$-\$\$	★★★
	5. Comitês de sustentabilidade	sim	\$-\$\$	★-★★★★
	6. Análise de eficiência energética	sim	\$-\$\$\$	★★-★★★★
	7. Prédios verdes	sim	\$\$\$	★★★
Datacenter Verde	8. Consolidação de servidores	sim	\$\$-\$\$\$	★★-★★★★
	9. Consolidação de <i>desktops</i>	sim	\$\$-\$\$\$	★★-★★★★
	10. Modernização do <i>datacenter</i>	sim	\$\$-\$\$\$	★★-★★★★
	11. Terceirização de servidores	sim	\$\$	★★
Descarte e Reciclagem	12. Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos de informática	sim	\$	★★-★★★★
	13. Descarte correto de materiais e equipamentos de informática	sim	\$	★★-★★★★
	14. Recolhimento de materiais e equipamentos de informática para descarte ou reciclagem	sim	\$-\$\$	★-★★★★
	15. Distribuição interna ou doação de equipamentos de informática fora de uso	sim	\$	★-★★★★
	16. Estímulo para os recicladores	sim	\$-\$\$	★-★★★★
	17. <i>Trade-in</i> (incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo)	sim	\$	★-★★★★
Fontes Alternativas de Energia	18. Uso de energias renováveis	sim	\$\$-\$\$\$	★★★
Hardware	19. Aquisição de equipamentos mais eficientes	sim	\$\$-\$\$\$	★★-★★★★
	20. Substituição de monitores CRT por LCD ou LED	sim	\$\$	★★★
	21. Aquisição de produtos sem componentes nocivos	sim	\$-\$\$\$	★★-★★★★
	22. Produtos novos com componentes reciclados	sim	\$-\$\$	★★-★★★★
	23. Aumento do ciclo de vida dos produtos	sim	\$-\$\$\$	★★-★★★★
Impressão	24. Terceirização de impressoras	sim	\$-\$\$	★★★
	25. Monitoramento de impressões	sim	\$	★★★
	26. Digitalização de documentos	sim	\$	★★-★★★★
	27. Impressão frente e verso	sim	\$	★★-★★★★
	28. Consolidação de impressoras/uso de multifuncionais	sim	\$-\$\$\$	★★★
	29. Uso de papel reciclado ou reflorestado	sim	\$-\$\$	★★-★★★★
Software	30. Programação dos computadores para desligar fora do turno de trabalho	sim	\$	★★★
	31. Configuração automática dos computadores para desligar/hibernar quando em inatividade	sim	\$	★★★
	32. Sistemas de gerenciamento de energia	sim	\$-\$\$	★★-★★★★
	33. Aplicativos eficientes	sim	\$\$-\$\$\$	★★-★★★★
	34. Ecofonte	sim	\$	★★
	35. Processo eletrônico/assinatura eletrônica	sim	\$-\$\$\$	★★-★★★★

Fonte: Adaptado de Lunardi, Frio e Brum (2011) e Lunardi, Simões e Frio (2014).

Legenda: Investimento: \$-Baixo, \$\$-Médio, \$\$\$-Alto; Retorno financeiro: ★-Baixo, ★★-Médio, ★★★-Alto

Ressalta-se que o fator **Econômico**, caracterizado pela possibilidade de obter ganhos econômicos por meio da redução de custos com o uso eficiente dos recursos de TI, eficiência no consumo energético e até mesmo ganhos de receita através de patentes desenvolvidas em pesquisa (COSTA JÚNIOR, 2020), não foi percebido como uma categoria isolada, mas sim compreendido dentro do fator **Tecnológico**, ficando subentendido que os investimentos financeiros ou ganhos econômicos estariam vinculados às tecnologias e iniciativas de TI Verde que poderiam ser implementadas em uma instituição, tendo em vista que essas iniciativas devem envolver mais ou menos investimentos de capital, assim como os benefícios financeiros e ambientais decorrentes de sua implementação. À vista disso, o Entrevistado 03 apontou que:

*“[...] o [fator] econômico está vinculado às tecnologias verdes que vão ser implantadas, pois elas que vão envolver investimentos que vão ser destinados, assim como as expectativas de redução de custos e de impactos ambientais que estão associados. O investimento não está na lei, não está no contexto organizacional, ele vai estar associado a uma questão de custos e o quanto vai me custar cada uma dessas tecnologias e se eu vou poder implementar essas tecnologias ou não [...]” (Entrevistado 03)*

Desse modo, através dos resultados obtidos no questionário estruturado (Quadro 9), cada iniciativa de TI Verde pode ser classificada em termos de viabilidade econômica, ou seja, aquelas que exigiriam baixos, médios ou altos investimentos e a sua estimativa de retorno financeiro, se baixo, médio ou alto.

Como lacunas encontradas no constructo Contexto, foi sugerido por todos os quatro entrevistados a inclusão do fator **Ambiental** como sendo um importante motivador para a adoção da TI Verde, gerando assim, uma nova categoria para esse bloco. Desse modo, este fator consistiria na busca da instituição por benefícios ambientais, tendo em vista as preocupações com o meio ambiente e os problemas ocasionados pelas operações de TI.

*“[...] uma coisa que eu não percebi no teu modelo quando tu falas de TI Verde, e de contexto, foi a questão ambiental... tu não falaste em nenhum momento, lá em cima, de preocupações ambientais. Na questão da adoção tu comentas de práticas de edifícios verdes, só que lá no contexto tu não trabalhaste nada ambiental. Então, o contexto que é onde a instituição está inserida que vai favorecer que ela desdobre ações de sustentabilidade para responder demandas desse contexto, então esse contexto tem que prever alguma coisa de sustentabilidade [...]” (Entrevistado 01)*

*“[...] acho que existe a necessidade da pessoa sem uma legislação específica, por questões de entendimento, de propósito, ela querer fazer por si... nesse sentido que eu digo essa questão pelo ambiente mesmo. Às vezes não tem uma lei, mas tu tens aquela preocupação e tu queres realizar algo sobre aquilo. Então, eu penso que deva ter o fator ambiental específico por preservação mesmo, por essa questão mais de pensar no futuro, nas próximas gerações [...]” (Entrevistado 02)*

*“[...] inclusão do fator ambiental no modelo, que leve em consideração preocupações com geração de lixo eletrônico, consumo de energia, consumo de*

*papel, com danos ambientais no geral. E que relacione com os benefícios ambientais esperados, como: redução de custos, melhoria da imagem e reputação, contribuir para igualdade social [...]” (Entrevistado 03)*

*“[...] a questão do fator ambiental. A atitude que o indivíduo tem perante a todas as suas ações, tanto as suas escolhas de compra quanto as questões de descarte, como se portar no dia a dia, no uso de recursos, questões como imprimir frente e verso, evitar o máximo de imprimir [...]” (Entrevistado 04)*

Assim, para compor esse novo fator do constructo Contexto, utilizou-se como base o estudo de Lunardi, Simões e Frio (2014) que identificou os principais benefícios gerados por meio da adoção de práticas de TI Verde pelas organizações. Como resultado, os autores encontraram nove categorias de benefícios esperados: **redução de custos; redução de insumos; redução de consumo de energia; imagem institucional; redução de emissão de gases; redução do lixo eletrônico; maior ciclo de vida; economia de espaço físico; e economia de papel.** Nesse sentido, incluem-se os principais objetivos, inseridos no contexto Ambiental, que os gestores devem analisar a fim de se obter os benefícios ambientais para a instituição por meio da implementação de práticas de TI Verde associadas a eles.

#### 4.1.2 Constructo Prontidão

Este bloco é caracterizado por identificar o nível de preparação e capacidade que a instituição possui para adotar a TI Verde, além do que já possui implementado, envolvendo ativos, recursos e processos disponíveis para desenvolver e gerenciar infraestrutura e pessoas (COSTA JÚNIOR, 2020; MOLLA, 2008; MOLLA; COOPER; PITTAYACHAWAN, 2009). As categorias desse constructo foram pré-definidas de acordo com as dimensões constantes no modelo preliminar, sendo mantidas duas originais (Política e Governança), enquanto a dimensão Atitude foi renomeada para Sensibilização, sendo apontada pelos especialistas como mais adequada para a operacionalização do modelo. Pelo mesmo motivo, foi realizada a junção das dimensões Prática e Tecnologia em uma única dimensão, a qual foi denominada Iniciativas de TI Verde, conforme apresentas no Quadro 10.

Quadro 10 – Constructo Prontidão

Categorização	Prontidão
I	Sensibilização
II	Política
III	Iniciativas de TI Verde
IV	Governança

Fonte: Dados da pesquisa

A dimensão **Atitude** foi definida como o nível de conscientização e cuidado da instituição com a questão da TI Verde, além das crenças gerenciais na eficiência energética e na infraestrutura técnica de TI (COSTA JÚNIOR, 2020). Porém, para uma melhor adequação a sua definição e operacionalização no modelo, esta dimensão foi renomeada para **Sensibilização**, conforme sugerido pelo Entrevistado 03: “[...] a dimensão atitude é vista mais como uma questão de ações de conscientização ou sensibilização [...]” e pelo Entrevistado 01:

*“[...] sugiro renomear o que estás chamando de atitude... a definição está certa, mas a palavra não está sendo sinônimo daquilo que tu estás explicando, então eu sugiro trocar esse termo atitude por um que seja menos abstrato e mais aplicado, colocando, por exemplo, o nível de conscientização e deixando o mais aplicado por questão de prática mesmo [...]” (Entrevistado 01)*

Desta forma, a dimensão **Sensibilização** compreende ações voltadas a conscientizar a comunidade acadêmica, assim como medir o nível de consciência ambiental que a organização possui, através da análise de sua cultura e de que forma está institucionalizada em sua filosofia, vocação, missão e diretrizes constantes nos seus documentos formais, de modo a institucionalizar o compromisso da universidade com as questões ambientais que envolvam a área de TI, pois de acordo com os estudos de Jenkin, Webster e McShane (2011) e Alkali *et al.* (2017) o comportamento da organização e o incentivo dado aos seus servidores são fatores determinantes para o sucesso das práticas de TI Verde desenvolvidas e implantadas em uma instituição. Nesse sentido, destacam-se alguns apontamentos feitos pelos entrevistados, como o do Entrevistado 01: “[...] acho que políticas de treinamento, cursos de capacitação, desenvolvimento de metodologias, indicadores e sistemas de monitoramento dos indicadores, servem para que a gente crie ferramentas ou bases para a gente tomar atitudes [...]” e do Entrevistado 04, que mencionou: “[...] promover cursos, capacitação dos servidores [...]” como forma de sensibilizar a Alta Administração e os demais servidores da instituição.

Complementarmente, destacam-se outras falas sobre essa dimensão, apontadas pelos especialistas:

*“[...] essa questão de despertar consciência, de desenvolver uma missão, uma visão, de ser responsável por criar uma cultura organizacional que preze pelas questões ambientais, isso é muito importante porque a cultura é o que direciona a ação dos indivíduos. Ah, por que eu faço isso? Não sei, é cultural [...] imprimir o papel é a prática, agora ter a consciência, a crença de que isso tem um valor, um custo, o impacto de poluição, de resíduos, é o que vai dar o start na minha prática” (Entrevistado 01)*

*“[...] campanha de sensibilização, ela é muito importante sempre para a gente nortear essas atitudes, além de um planejamento para nortear essas práticas, essas*

*ações, e depois um acompanhamento desse planejamento, onde tivesse tanto questões financeiras, quanto questões de cultura do usuário [...]” (Entrevistado 02)*

*“[...] seria muito importante ter dentro do Plano de Desenvolvimento Institucional da instituição uma dimensão ambiental e dentro tivesse algo relacionado à tecnologia, além da existência de uma política de sustentabilidade interna da instituição. Além disso, ter campanhas de conscientização para que a alta administração oriente os servidores, como: apagar a luz ao sair, desligar o ar condicionado, o computador, programar os computadores em modo espera/hibernar, o uso consciente do papel [...]” (Entrevistado 03)*

Ressalta-se, ainda, que essa dimensão está diretamente associada aos contextos Ambiental, o qual compreende os problemas ambientais existentes e a busca por soluções e benefícios ambientais decorrentes da adoção da TI Verde; Regulatório, que se caracteriza pela existência de regulamentações e normas, obrigatórias ou voluntárias, que estimulam a adoção da TI Verde; e Organizacional, que se refere ao nível de responsabilidade social corporativa que influencia a adoção de práticas sustentáveis ligadas à área de TI nas instituições. Assim, entende-se que estes três motivos (ambiental, regulatório e organizacional) estimulam os gestores a criar uma cultura organizacional mais consciente com as questões ambientais e, desse modo, impulsionam a elaboração de ações e programas de sensibilização na instituição. Além disso, uma cultura organizacional mais consciente influencia diretamente a proposição de políticas de sustentabilidade na instituição que, por sua vez, amparam a adoção de iniciativas de TI Verde, conforme apontado pelo Entrevistado 01: *“[...] tu vais ter o nível de conscientização que vai criar, remodelar ou adaptar a política, que vai orientar a ação... aí a política executada vai dar suporte para a aplicação de TI Verde na prática [...]”*.

Já a dimensão **Política** é caracterizada por envolver o âmbito estratégico da universidade e a declaração institucional de fomento a práticas de TI Verde (COSTA JÚNIOR, 2020). Dessa forma, é importante que se tenham políticas na instituição que levem em consideração todo o ciclo de vida dos equipamentos e serviços de TI, desde o processo de decisão de compras, as operações e serviços com foco no impacto ambiental e no fim de vida dos produtos tecnológicos, além da coleta, do descarte e/ou reciclagem desses resíduos eletrônicos (COSTA JÚNIOR, 2020; MOLLA; COOPER; PITTAYACHAWAN, 2009). À vista disso, destaca-se o comentário do Entrevistado 03:

*“[...] é importante regulamentar o processo de compra de equipamentos tecnológicos, considerando critérios de sustentabilidade.. o uso racional de recursos, em termos de energia e utilização dos equipamentos... o descarte, evitar equipamentos perdidos, em caso de não ter mais utilidade. Tudo isso deve estar presente no PDI ou na política de sustentabilidade da instituição, como uma estratégia [...]” (Entrevistado 03)*

Destaca-se, ainda, que políticas internas voltadas à sustentabilidade, que sejam bem definidas, vão proporcionar que ações e estratégias sejam planejadas e realizadas dentro da instituição, além de contribuir para a informação quanto aos impactos que a TI pode causar, como relatado pelo Entrevistado 02: “[...] *políticas que demonstrem, monitorem e evidenciem os impactos ambientais e também financeiros decorrentes das operações de TI, para estimular a realização de ações sustentáveis na instituição [...]*”. Adicionalmente, o Entrevistado 01 também destaca que:

*“[...] a política de TI Verde tem a função social de informar o usuário sobre os impactos positivos e também negativos para ajudar a despertar a questão de consciência e, em paralelo, desenvolver os programas e as políticas, não só de TI Verde, mas políticas de conscientização também [...]” (Entrevistado 01)*

Por fim, ressalta-se que quanto maior o nível de conscientização dos gestores de uma instituição, melhor será o desenvolvimento e a presença de políticas ambientais institucionais e, conseqüentemente, mais eficazes serão as ações e estratégias para se adotar TI Verde, conforme também mencionou o Entrevistado 01: “[...] *o poder da liderança, do exemplo, da iniciativa, do incentivo e da motivação vai induzir esse comportamento. Então, temos que trabalhar muito a questão de política, ação e consciência para funcionar e virar uma prática*”.

A dimensão **Prática** no modelo preliminar era definida como a materialização da política da instituição em ações de TI Verde, enquanto a dimensão **Tecnologia** caracterizava-se como sendo a infraestrutura técnica de TI (componentes e sistemas), as quais poderiam ser transformadas em uma plataforma sustentável, através de tecnologias limpas (COSTA JÚNIOR, 2020). Contudo, foi sugerido pelos especialistas a junção dessas duas dimensões (Prática e Tecnologia) em uma única dimensão, denominada **Iniciativas de TI Verde**, sendo considerada mais adequada para o entendimento e operacionalização do modelo, conforme citado pelo Entrevistado 03: “*acredito que a dimensão Prática se sobrepõe à dimensão Tecnologia*”. Lunardi, Simões e Frio (2014) apontam que as instituições ao adotarem diferentes iniciativas de TI Verde, as quais envolvem tanto práticas e estratégias quanto tecnologias, além de tornar seus sistemas mais eficientes e eficazes, também afirmam seu comprometimento com a preservação do planeta. Salienta-se que esta dimensão, além de ser influenciada pela dimensão Política, também sofre influência do fator Tecnológico, tendo em vista que consiste nas tecnologias que estão disponíveis no contexto em que as instituições públicas de ensino estão inseridas.

Assim, as iniciativas de TI Verde corresponderiam a todas as práticas e as tecnologias existentes, que estejam sendo executadas em qualquer nível de desenvolvimento ou que a instituição está pronta para implementar. Para isso, a instituição pode fazer um mapeamento de seus processos e uma auditoria de sua infraestrutura técnica, a fim de analisar a sua situação atual e planejar a implementação de outras ações sustentáveis, conforme citado pelo Entrevistado 02: “[...] mapear os processos que a instituição desempenha, e dentro desses processos ver o que é mecânico ainda e o que pode melhorar [...]”. Já o Entrevistado 03 apontou o “[...] planejamento com relação aos equipamentos que já possui com os seus respectivos tempos de vida e levantamento financeiro dos seus custos, fazendo a distribuição de investimentos e estratégias a serem implementadas, levando em consideração o custo e os ganhos” como uma importante medida a ser tomada. Complementarmente, o Entrevistado 01 sugeriu que:

*“[...] faria uma auditoria de TI pra verificar o nível de desenvolvimento da tecnologia atual existente, para verificar o quanto essa tecnologia é eficiente e, claro, vinculada ao planejamento estratégico de TI ou à TI Verde... e, de acordo com as políticas, eu buscava desenvolver métricas de quanto eu quero reduzir a poluição, o consumo de energia, os custos de TI e a partir dessa definição eu faria uma auditoria que iria identificar onde estou e onde eu quero chegar, e a ligação desses dois pontos seria a estratégia que eu vou adotar para chegar nesse resultado [...]” (Entrevistado 01)*

A dimensão **Governança** abrange o compromisso de gerenciamento, previsão estratégica, alocação de recursos, gestão de projetos, desenvolvimento de processos e estruturas para dar suporte à TI Verde na instituição (COSTA JÚNIOR, 2020; MOLLA; COOPER; PITTAYACHAWAN, 2009). Ressalta-se que a partir das políticas institucionais bem definidas, cria-se uma base para desenvolver estratégias consistentes, conforme apontado pelo Entrevistado 01: “[...] desenvolver bem as políticas, que elas sejam claras, políticas de conscientização, processos mais estratégicos, processos de fiscalização de fornecedor, desenvolvimento de cadeia de fornecimento verde [...]”. O Entrevistado 02 complementa ao relatar que: “[...] políticas de conscientização para que os gestores entendam que a TI é uma parte estratégica da organização e vai envolver praticamente todos os processos [...] [além disso] às vezes, as implementações não precisam ser caras, elas têm que ser bem pensadas [...]”.

Com relação às estruturas responsáveis para dar suporte à TI Verde, destaca-se que ao realizar a análise de cada prática sustentável na área de TI se pode atribuir a responsabilidade a cada setor da instituição e definir os principais envolvidos no processo, como apontado pelo Entrevistado 01: “[...] quando tu começa a desmembrar as práticas, tu consegues mapear na

*universidade quem poderia ser responsável por qualquer coisa [...]”*. O mesmo entrevistado ainda destacou:

*“[...] poderias mostrar que cada um, cada órgão da instituição poderia ser responsável por materializar aquilo ali, e aí dentro dessa tua distribuição de tarefas, vamos dizer assim, poderias apontar como cada uma dessas unidades seriam importantes, ou qual é o papel que assumiram para que aquilo ali se consolidasse [...]” (Entrevistado 01)*

Além disso, a existência de comitês ou comissões que integrem diferentes setores da instituição, com o intuito de promover ações multidisciplinares e sistêmicas para que se tenha um maior nível de conscientização quanto à importância de questões sustentáveis, poderiam respaldar uma adoção mais consistente de práticas de TI Verde, como ressaltado pelo Entrevistado 02: *“[...] teria que ter algum foro, comitê... algum colegiado voltado a questões de TI Verde que consiga pensar isso de uma forma mais sistêmica”*. Complementarmente, os demais entrevistados relataram a necessidade de: *“[...] desenvolver uma articulação com todos os gestores que estariam relacionados com a implementação dessas práticas de TI Verde [...]” (Entrevistado 01)*; *“[...] no comitê de sustentabilidade deveria ter alguém da área de tecnologia ou o comitê gestor” (Entrevistado 03)*; e *“[...] precisaria de várias pessoas envolvidas, uma integração com outras áreas da universidade, uma integração de setores [...]” (Entrevistado 04)*.

Salienta-se que a dimensão Governança é influenciada pelos fatores Organizacional e Tecnológico. O primeiro fator consiste no nível de comprometimento dos gestores, assim como a forma que a instituição lida com a importância das práticas de TI Verde, enquanto o segundo corresponde às tecnologias sustentáveis disponíveis para o contexto em que as instituições de ensino estão inseridas, envolvendo os custos de implementação e os retornos financeiros esperados. Nesse sentido, o Entrevistado 01 destacou que a: *“[...] governança tem a ver com políticas, com processos, regras e diretrizes que são estipuladas para gerenciar uma determinada ação ou prática [...]”*.

#### **4.1.3 Constructo Adoção**

O bloco Adoção se caracteriza pela execução em si das estratégias, práticas e políticas de TI Verde, por parte da instituição. Além disso, destaca-se que cada modalidade constante nesse constructo possui diversas iniciativas de TI Verde, as quais se relacionam entre si. Assim, através de um ciclo de adoção integrada, o sistema de gestão deve planejar e gerir a

implementação de práticas de conscientização, de tecnologias de *hardware*, *software* e edifícios verdes, e suportar o desenvolvimento da capacitação, do ensino e da pesquisa na área, assim como a capacitação, o ensino e a pesquisa devem provocar o fluxo de conhecimento e inovação nas outras três modalidades presentes neste constructo (COSTA JÚNIOR, 2020).

Ressalta-se que as categorias do constructo Adoção foram pré-definidas de acordo com as modalidades constantes no modelo preliminar, sendo incluída o termo Capacitação à modalidade de Ensino e Pesquisa (IV), tendo em vista a importância de se destacar as ações de formação e capacitação dos servidores da instituição sobre TI Verde. No Quadro 11 estão descritas as categorias desse bloco.

Quadro 11 – Constructo Adoção

<b>Categorização</b>	<b>Adoção</b>
I	Sistema de Gestão
II	<i>Hardwares e Softwares</i>
III	Edifícios Verdes
IV	Capacitação, Ensino e Pesquisa

Fonte: Dados da pesquisa

A modalidade **Sistema de Gestão** envolve a parte organizacional da universidade e consiste na estrutura que irá suportar e apoiar a adoção e a manutenção das práticas e políticas da instituição (COSTA JÚNIOR, 2020), além de compreender as práticas de TI Verde ligadas às categorias de conscientização, descarte e reciclagem, e impressão.

Algumas práticas sustentáveis que caracterizam esta modalidade podem ser apontadas, conforme os estudos de Lunardi, Frio e Brum (2011): práticas de conscientização e sensibilização, preferência por fornecedores verdes, comitês de sustentabilidade, descarte correto de materiais e equipamentos de informática, terceirização de impressoras, uso de papel reciclado ou reflorestado, dentre outras relacionadas.

Ressalta-se a necessidade de definição de uma estrutura formal na instituição para sustentar a adoção da TI Verde. Essa estrutura deve consistir da parte estratégica, compreendendo o planejamento e o gerenciamento das ações a serem implantadas. Dessa forma, dependendo de cada realidade institucional, o modelo proposto poderia ficar sob a responsabilidade da Diretoria de Tecnologia da Informação ou do Sistema/Coordenação de Gestão Ambiental, órgãos ligados à reitoria, ou ainda através de uma integração de setores, como apontado pelo Entrevistado 03: “[...] deve ter um comitê de sustentabilidade, que deveria ter alguém da área de tecnologia [...]” e complementado pelo Entrevistado 04: “[...]”

*precisaria de uma integração de setores, com várias áreas da universidade, além do pessoal da tecnologia [...]”*. O Entrevistado 02 destaca a necessidade de envolver tanto a área de tecnologia quanto à área de sustentabilidade da instituição.

*“[...] dentro da Diretoria de Tecnologia da Informação, que deveria estar ligada diretamente ao reitor né, por entender que a TI é estratégica... e permeando nos núcleos de gestão ambiental [da instituição]. Acho que o fórum de TI, a gente tem um fórum de TI onde ficam todos os especialistas e debatem vários temas [...]”*  
(Entrevistado 02)

Tendo em vista que essa dimensão consiste em um componente bastante estratégico, o planejamento referente às ações de TI Verde a serem implementadas na instituição deve ser realizado com base em uma definição temporal, contendo ainda a previsão de investimentos necessários e de indicadores ou métricas para avaliar resultados preliminares ou parciais obtidos, conforme apontado pelo Entrevistado 03: *“[...] planejamento, que seria um instrumento no qual consta a questão temporal e das práticas. Colocar a questão de investimentos para fazer a distribuição ao longo do tempo, podendo ser 1, 3 ou 5 anos [...]”*.

Quanto aos indicadores, estes devem ser definidos com base nas ações que se planeja adotar, de modo que possibilite demonstrar o desempenho de cada ação, assim como o que se espera alcançar. Alguns exemplos de indicadores foram citados pelo Entrevistado 01, como: *“[...] desenvolver indicadores de consumo de energia, indicadores de gastos com determinados fornecedores dos serviços de TI da universidade... a gente pode desenvolver diversas métricas, eu acho assim, em termos de comparação né, do que se consome [...]”* e complementado pelos Entrevistados 03 e 04, os quais também sugeriram como avaliar possíveis ganhos da aplicação do modelo:

*“[...] consumo de papel, por compra de resmas; controle mensal das impressões; consumo de energia; número de videoconferências e participantes; viagens, com relação a diárias e combustível; indicador de reutilização ou doações; descarte dos equipamentos, que seria referente ao lixo eletrônico [...]”* (Entrevistado 03)

*“[...] a questão do papel né, do próprio histórico de aquisição. Fazer um histórico do que foi consumido nos últimos anos e, ao longo do tempo, poderia ter essa quantidade de pacotes de compras de folhas, e insumos também, energia em termo de quilowatts, valor da conta de luz, e lixo eletrônico através do registro do que foi descartado [...]”* (Entrevistado 04)

A modalidade **Hardwares e Softwares** consiste, efetivamente, na parte tecnológica da TI (COSTA JÚNIOR, 2020), compreendendo as práticas ligadas às categorias de *Hardwares*, *Softwares* e *Datacenter* Verdes. Dessa forma, exemplos de práticas sustentáveis que caracterizam esta modalidade podem ser apontadas, conforme os estudos de Lunardi, Frio e Brum (2011), como: substituição de monitores CRT por LCD ou LED, aumento do ciclo de

vida dos produtos, sistemas de gerenciamento de energia, modernização do *datacenter*, consolidação de servidores, dentre outras.

Destaca-se que ações relacionadas ao ciclo de vida dos equipamentos de TI poderiam ser efetuadas, levando em consideração seu tempo de vida útil, a distribuição interna conforme as necessidades de cada setor, a compra de peças para substituição, a fim de aumentar o tempo de vida, o reaproveitamento das peças, conforme apontado pelo Entrevistado 04: “[...] *compras de peças para substituir e otimizar a vida útil dos [equipamentos]*”, além de outras ações que visem o gerenciamento adequado do ciclo de vida do parque tecnológico da instituição:

*“[...] hoje, a gente tenta comprar padronizado, [de forma] que as peças sejam compatíveis... a gente busca uma padronização nesse sentido, que ajuda também no ciclo de vida do produto, uma vez que isso pode arrumar o produto com uma peça de outro [equipamento] que porventura tenha estragado uma outra peça, fazer uma recondução [...]” (Entrevistado 02)*

Ressalta-se que ao analisar o parque tecnológico da instituição, a decisão quanto às novas aquisições deve considerar critérios de sustentabilidade, equipamentos mais eficientes, além de *softwares* de gerenciamento, a fim de subsidiar melhor a tomada de decisão por parte dos gestores, conforme mencionado pelo Entrevistado 01: “[...] *aplicativo de gerenciamento de consumo de energia, de papel, de controle de dados, de fluxo, tudo que pudesse tornar o trabalho mais eficiente e fornecer dados para tomada de decisão [...]*” e complementado pelo Entrevistado 02: “[...] *utilizar esses softwares, esses hardwares pra agilizar os processos e ao mesmo tempo economizar papel, horas de computador ligado [...]*”. Assim, estas ações vão refletir na eficiência energética e no desempenho da instituição como um todo.

*“[...] eu acho que dá para a gente buscar algumas coisas mais relacionadas à eficiência energética, uma arquitetura de TI de rápido software, equipamentos mais eficientes - não só energeticamente, mas operacionalmente - e que facilite também a desmontagem, a reciclagem e que usem produtos, componentes que não sejam tão nocivos assim ao meio ambiente [...]” (Entrevistado 01)*

Já a modalidade **Edifícios Verdes** consiste nas instalações prediais que suportam o conceito de sustentabilidade e eficiência energética, assim como compreender aplicações de *hardware* e *software* para suporte (COSTA JÚNIOR, 2020). Assim, pode-se citar o uso de energias renováveis, constante na categoria Fontes Alternativas de Energia (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011), através de recursos renováveis, como energia solar, hídrica, eólica, dentre outras, como uma prática característica dessa modalidade. Além disso, outra ação que pode ser apontada diz respeito à qualificação do sistema de iluminação, por meio da utilização

de lâmpadas LED, as quais são mais eficientes energeticamente e não possuem componentes nocivos em sua composição.

Destaca-se que práticas de gestão sustentável na execução de novos prédios, assim como nas atividades envolvendo reformas, devem ser realizadas através de um planejamento de obras e utilização de padrões sustentáveis na construção civil, conforme apontado pelo Entrevistado 01: “[...] padrões construtivos que valorizem, por exemplo, orientação solar, luz natural, ventilação natural, para eliminar o consumo de ar-condicionado em excesso para o frio e para o calor [...]”, pelo Entrevistado 02: “[...] claraboia nos prédios pra não ter que ligar as luzes dos corredores, tudo com iluminação natural, além de painel solar pra alimentar todo o Campus [...]” e pelo Entrevistado 04: “[...] na construção civil, utilizar materiais com critérios ecológicos [...]”. Enfim,

*“[...] todas as boas práticas de gestão de sustentabilidade na execução de um prédio público, porque tem todo um resíduo, todo um procedimento para executar/produzir um prédio que precisa ser sustentável... não posso jogar o resíduo da minha construção no rio, não posso jogar em um aterro sem reciclar parte desse material, até a eficiência na gestão da obra, na execução da construção para serem utilizados materiais que sejam reciclados, inclusive quando a gente fala de reformas [...]” (Entrevistado 01)*

Através de um conceito amplo de Edifício Verde, pode-se apontar outras ações, além das já mencionadas, como as relatadas pelo Entrevistado 02: “[...] mobiliário que é com madeira de reflorestamento [...] coleta seletiva no edifício todo [...] a gente usa processo eletrônico, a gente não usa quase impressão [...] todos os nossos produtos têm eficiência A [...]”, e pelo Entrevistado 03: “[...] colocação de sensores de movimento, a fim de economizar energia [...]”.

Por fim, a modalidade **Ensino e Pesquisa** foi definida por consistir na construção de programas que busquem não somente treinar e conscientizar a comunidade acadêmica sobre o tema, mas também com o objetivo de produzir inovação, gerando métodos, metodologias, ferramentas e estratégias de gestão, além de tecnologias de *hardware*, *software* e edifícios verdes (COSTA JÚNIOR, 2020). Entretanto, essa modalidade teve o seu nome modificado por sugestão dos especialistas, sendo alterada para **Capacitação, Ensino e Pesquisa**, com a finalidade de incluir e frisar a importância das ações de formação e capacitação para os servidores e gestores da instituição, a fim de afetar positivamente o alcance da sustentabilidade na instituição (JNR; MAJID; ROMLI, 2019), conforme citado pelo Entrevistado 03: “[...] a modalidade de Ensino e Pesquisa pode ser ampliada para modalidade de Capacitação, Ensino e Pesquisa, para deixar especificada a importância dessa ação [...]” e pelo Entrevistado 04: “[...] é preciso ter conhecimento técnico para poder

*aderir a TI Verde [...]”.* Além disso, o poder que a liderança proporciona para a instituição, através de ações de sensibilização e da formulação de políticas e programas de sustentabilidade envolvendo a área de tecnologia são essenciais para uma adoção consistente da TI Verde, conforme apontado pelo Entrevistado 01: *“[...] o poder da liderança, do exemplo, da iniciativa, do incentivo, da motivação vai induzir o comportamento das pessoas [...]”.*

Logo, essa modalidade, além de consistir na construção de programas que busquem não somente treinar e conscientizar a comunidade acadêmica sobre o tema, mas também com o objetivo de produzir inovação, além de tecnologias de *hardware*, *software* e edifícios verdes, também visa à criação/disponibilização de cursos de formação e capacitação para os servidores, a fim de se produzir uma cultura organizacional e uma rotina administrativa mais sustentável, como ressaltado pelo Entrevistado 02: *“[...] as pessoas precisam entender que o caminho é a tecnologia da informação e que esse caminho precisa ser mais sustentável [...]”.*

Assim, algumas ações podem ser apontadas, como as mencionadas pelo Entrevistado 03: *“[...] realização de workshops para a comunidade acadêmica, projetos de pesquisa, cursos ou mini cursos para os servidores, parcerias e projetos com institutos da área de TI da universidade [...]”*, e complementado pelo Entrevistado 04: *“[...] cursos de capacitação, gerando conhecimento, porque na universidade, o serviço público tem todo um estímulo pra capacitação dos servidores e acho que o próprio setor de sustentabilidade poderia focar mais na área de TI [...]”.*

*“[...] desenvolver eventos, semanas acadêmicas, projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação também com áreas da engenharia na universidade para trabalhar com sustentabilidade nas construções, incluir disciplinas nas grades curriculares de todos os cursos, assim a gente começa a tornar a sustentabilidade uma pauta mais legítima [...]” (Entrevistado 01)*

A próxima seção descreve as atividades realizadas na avaliação e validação do modelo de TI Verde desenvolvido.

## 4.2 DEMONSTRAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Após o desenvolvimento do novo modelo de TI Verde proposto na etapa anterior, procedeu-se a sua avaliação e validação para verificar a aplicabilidade do artefato no ambiente para o qual foi projetado. Desta forma, a etapa de avaliação se deu através de um ciclo composto por dois momentos: primeiramente, pela demonstração do modelo desenvolvido

junto a gestores de uma universidade pública federal, sendo um deles gestor da área de Tecnologia da Informação e o outro gestor da área de Gestão Ambiental; e, posteriormente, pela realização de entrevistas semiestruturadas com os referidos gestores.

A demonstração consistiu de uma apresentação em que foi feita a simulação da implementação do modelo na Universidade investigada, a qual é definida por ser uma Instituição Federal de Ensino Superior localizada no extremo sul do país, fundada em 1969 e voltada para os ecossistemas costeiros e oceânicos. A FURG se caracteriza por ser uma Instituição educacional de natureza fundacional pública, gratuita, integrante da Administração Federal Indireta, dotada de autonomia didático-científica e administrativa e de gestão financeira e patrimonial. A Instituição possui uma estrutura multicampi, com um campus principal, situado em Rio Grande, e outros três campi nas cidades de Santo Antônio da Patrulha, São Lourenço do Sul e Santa Vitória do Palmar. Atualmente, a FURG oferece um total de 148 cursos, dentre eles os de graduação, residência, especialização, mestrado e doutorado. Além disso, a instituição possui mais de 11.800 alunos matriculados nos diversos cursos ofertados, cerca de 900 docentes e mais de 1.200 técnicos administrativos em educação (FURG, 2021).

Destaca-se que foi realizada uma análise documental na instituição, de modo a preencher cada componente do modelo com a sua realidade e as suas especificidades organizacionais. Foram utilizados alguns dados secundários disponibilizados sob a forma de documentos retirados do *site* da instituição, como: o Projeto Político-Pedagógico/PPP; o Projeto Pedagógico Institucional/PPI; o Plano de Desenvolvimento Institucional/PDI; a Resolução N° 032/2014 – Política Ambiental da FURG; o Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação/PETI; e o Plano de Gestão Socioambiental A3P – FURG.

Além disso, foi apresentada uma planilha com ações a serem implementadas na instituição, contendo as seguintes informações: planejamento de quatro anos, com as respectivas estimativas orçamentárias anuais e totais; os responsáveis e envolvidos no processo de implementação de cada ação referente às práticas de TI Verde na universidade; indicadores de desempenho para cada ação; e os objetivos ambientais esperados a partir da adoção de cada prática.

A apresentação teve como objetivo avaliar o modelo de TI Verde proposto quanto: a sua estrutura e definição; aplicabilidade para as Instituições Públicas de Ensino Superior; adequação à organização (se poderia orientar os gestores e servidores na seleção e adoção de diferentes práticas ligadas à área de tecnologia na sua instituição, tornando-a, dessa forma, mais sustentável); e se apresentava uma sequência lógica para a sua implementação em uma

Instituição Pública de Ensino Superior. Cada bloco do modelo foi apresentado, explicado e justificado, com a ajuda da pesquisadora responsável pelo estudo, assim como os questionamentos apresentados pelos entrevistados. Após a demonstração do modelo, foi realizada a entrevista de validação com cada um dos dois gestores (Apêndice H).

Essa nova etapa de entrevistas teve por objetivo abordar os aspectos de funcionalidade, consistência, usabilidade, utilidade e adequação à organização do modelo proposto, levando-se em consideração a percepção dos entrevistados quanto a sua aplicabilidade, bem como a identificação de possíveis ajustes e melhorias. As perguntas feitas aos gestores foram simples e concisas, tendo por finalidade discutir e avaliar se o modelo proposto apresentava uma sequência lógica para a sua implementação na instituição, assim como as principais dificuldades. No Quadro 12, são destacadas as falas consideradas mais relevantes das entrevistas realizadas em relação à aplicabilidade do modelo proposto.

Quadro 12 - Apresentação dos resultados das entrevistas realizadas no ciclo de avaliação

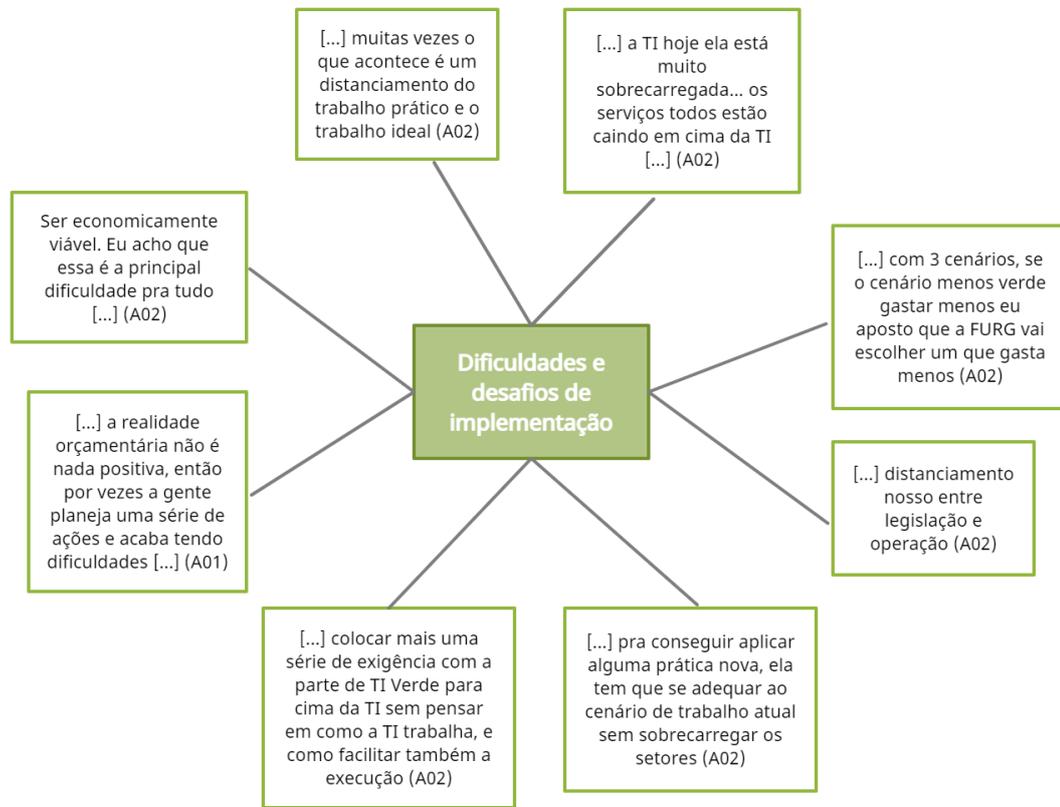
Característica validada	Evidências coletadas
Funcionalidade (HEVNER <i>et al.</i> , 2004)	<p><b>A01:</b> "... eu acho que esses passos sugeridos por ti foram muito bem fundamentados, estão estruturados e a partir dessa fundamentação, que envolve toda uma complexidade de informação que tu já levantaste da instituição com toda uma questão regulatória, uma questão organizacional interna, isso fundamenta e dá um lastro muito grande pra que tu possas estruturar e sugerir passos de implementação...".</p> <p><b>A01:</b> "... eu acho que 4 anos é um prazo viável, pois esse período está adequado, considerando essa grande diversidade de ações que tu colocaste ali na planilha, e também acho que é um prazo interessante né, que vai mais ou menos alinhado com a gestão...".</p> <p><b>A02:</b> "... o modelo proposto, pelo que eu vi ali, eu acho que funcionaria uma aplicação dele e também eu acho muito legal se isso fosse incluído dentro de todos esses documentos que vocês citaram ali, do PDTI e o próprio PETI, no sentido de conseguir incluir essas práticas lá dentro".</p> <p><b>A02:</b> "Acho que sim, inclusive conversa com os planos que a gente têm da FURG, acho que 4 anos é o prazo do PDTI também, inclusive vai ter um novo PDTI ano que vem, então, na construção dele poderia incluir itens de TI Verde".</p>
Consistência (HEVNER <i>et al.</i> , 2004)	<p><b>A01:</b> "... o modelo está muito bem estruturado na forma desses três blocos, contexto, prontidão e adoção... e eu gostei muito da amplitude que tu deste para cada um desses blocos, envolvendo, por exemplo, ali na questão ambiental, a questão regulatória, a questão organizacional, a questão do marco tecnológico, a amplitude de cada um dos blocos...".</p> <p><b>A02:</b> "... o formato do modelo não tem o que dizer, a primeira imagem, que tu mostraste que são três blocos, aquilo ali pra mim é perfeito e ter também uma capacitação, uma orientação, divulgar isso, tem que estar daqui a pouco dentro de um instrumento legislativo, seja dentro da FURG ou seja tipo execução de TI, que são esses os planos... perfeito, eu acho que é isso mesmo, tem que conseguir aproximar da realidade".</p>
Usabilidade (HEVNER <i>et al.</i> , 2004)	<p><b>A01:</b> "... Então, eu acho que sim, que são adequados, com uma sequência lógica de aplicação, de uma série de ações que tu sugeres, com certeza, isso vai agregar muito em critério sustentável, tu tocaste em alguns pontos ali, que de fato são pontos que a gente tem que melhorar. No meu ponto de vista, foram muito bem salientados e adotar cada vez mais esses critérios de sustentabilidade na aquisição de equipamentos, algumas ações simples que tu tocaste nas tuas proposições...".</p>

	<p><b>A01:</b> “... sim, é viável, e o que reforça essa viabilidade na verdade é o grande conjunto de ações que já vem sendo feitas nesse sentido. A FURG já tem uma série de ações aí que são enquadradas nessa temática de TI Verde, então o que reforça a aplicabilidade desse modelo que tu sugeriste com esse período de tempo. Ele é viável para ser aplicado, com certeza”.</p> <p><b>A02:</b> “Digamos que a meta seja adaptação, sei lá, diminuição de gastos energéticos com equipamentos de TI, aí as metas são: campanhas de conscientização, diminuição de 20% de energia elétrica dos computadores do parque e análise de diminuição do desempenho dos servidores [máquinas] da FURG... vamos dizer que essa seja uma meta, então sim, eu acho que é viável e é bom para a instituição, viável aplicar”.</p>
Utilidade (HEVNER <i>et al.</i> , 2004)	<p><b>A01:</b> “... o conjunto de informações que tu trazés dá para ter essa linha base com “aonde a gente precisa atacar com maior ênfase, quais são os principais desafios para isso, se é orçamentário, se não é orçamentário, organizacional”... e acho que dá uma linha muito interessante, assim, de por onde começar e quais são os maiores desafios para adoção dessas práticas de TI Verde nas instituições”.</p> <p><b>A01:</b> “... acho que é muito útil e, além disso, é uma ferramenta que pode ser utilizada alinhada ao planejamento, PDI e PPI e nos próprios planos de ação anuais, porque todo o teu trabalho está fundamentado no PPI e no PDI... esse modelo que tu propuseste com esse conjunto de ações, dá uma desmembrada e facilita na hora de montar um plano de ação para uma determinada unidade. Também facilita a enxergar com mais clareza as ações... então, eu acho que esse modelo é muito interessante e vem com uma ferramenta que pode ser útil no planejamento e nos planos de ações anuais...”.</p> <p><b>A02:</b> “Eu acho que sim, eu acho que o principal aspecto é que torne [isso] uma preocupação, porque hoje, como gestor, eu não me preocupo com essas questões, eu as coloco quando é conveniente... então, eu acho que ele é útil porque tem legislações, tem aspectos que até a própria universidade se comprometeu que vai seguir, então acho que é útil nesse sentido, oficializar as coisas, digamos assim”.</p>
Adequação à organização (HEVNER <i>et al.</i> , 2004)	<p><b>A01:</b> “... Então, acho que sim, esses espaços estão muito bem fundamentados, tem um lastro muito grande de informações, de endosso para fazer essa proposição, e implementar essas práticas de TI Verde nas instituições, acho que as ações estão muito bem estruturadas”.</p> <p><b>A01:</b> “... é perfeitamente viável a aplicabilidade na instituição, na FURG, porque já tem um lastro, já tem uma série de ações sendo encaminhadas, [embora] muitas delas carecem de aperfeiçoamento, de uma conscientização maior. Mas tudo isso relata e reforça a importância e justifica, na verdade, a possibilidade de aplicar toda essa questão de TI Verde na universidade”.</p> <p><b>A02:</b> “Então, eu acho que sim, acho que aqueles questionários que vocês colocaram atende a maior parte das questões que nos envolvem ali mesmo... se esse modelo permitir mapear essas questões e incluir elas lá dentro [PDTI e PDTIC], então ótimo, funciona bem, porque é onde diz o que eu tenho que fazer durante os 4 anos na área de TI...”.</p>

Fonte: Dados da pesquisa

O roteiro de entrevistas também questionou os participantes do estudo quanto às principais dificuldades de se implementar o modelo desenvolvido na instituição. A Figura 14 ilustra alguns dos desafios e dificuldades apontadas pelos entrevistados com relação à implementação do modelo.

Figura 14 - Desafios e dificuldades para implementação do modelo proposto na instituição



Fonte: Dados da pesquisa

Quanto às principais dificuldades para se implementar o modelo de TI Verde, os entrevistados apontaram a escassez orçamentária em que vivem as instituições públicas. Assim, destacaram que práticas que não dependam tanto do orçamento, e sim da parte organizacional da universidade poderiam ser mais rápidas e fáceis de serem implementadas. Além disso, o entrevistado A02, o qual atua na área de TI da instituição, apresentou uma visão mais crítica e destacou uma série de desafios que a universidade se depara para poder implementar algumas práticas de TI Verde, como por exemplo, a inclusão de critérios sustentáveis nos termos de referência dos processos de compra de equipamentos, que partem do setor de TI, tendo em vista o desconhecimento sobre o tema e à legislação pertinente e a alta demanda operacional nesse setor. Porém, relatou que a inclusão de estratégias e metas específicas dentro dos planos operacionais da área de TI, relacionados ao tema TI Verde, poderia ser uma solução para estes desafios, além do apoio da alta administração com relação às legislações que abordam o tema.

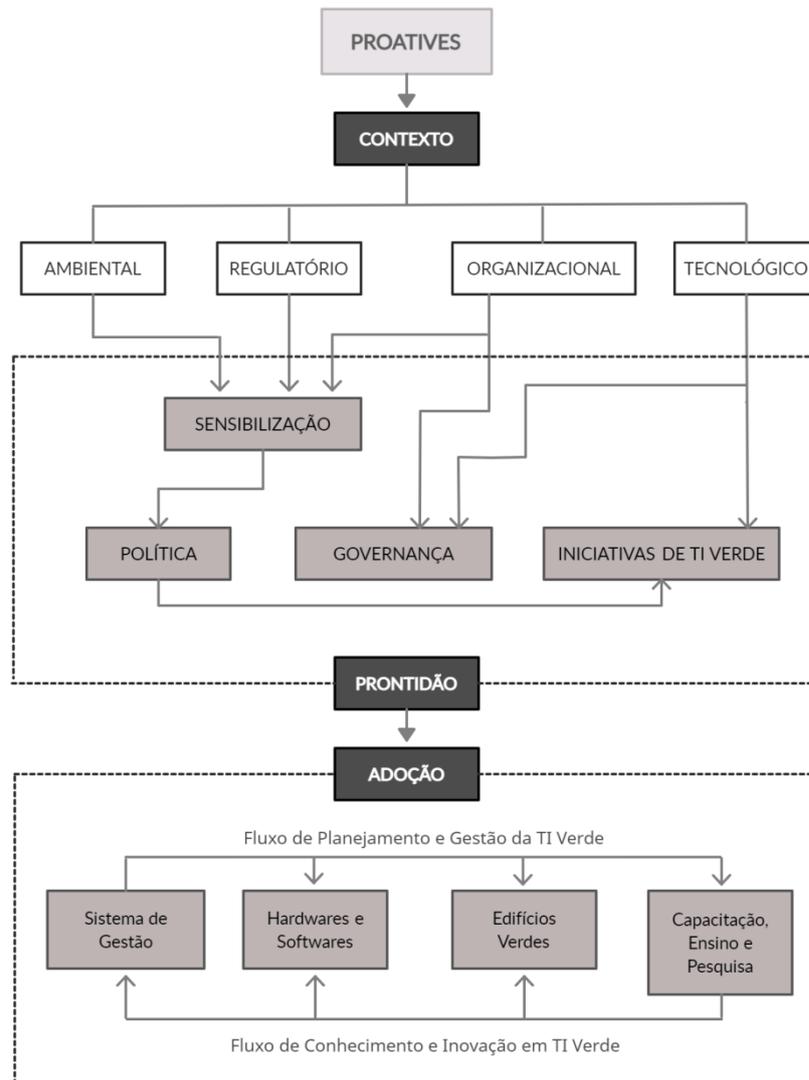
Por fim, os resultados da análise confirmaram a utilidade prática do modelo desenvolvido na instituição, em que foram identificados como pontos positivos: (i) a

amplitude dada em cada bloco, com um conjunto de dados muito bem fundamentados para dar suporte à adoção do modelo na instituição; (ii) a aplicabilidade e a abrangência do tema TI Verde, até então, desconhecidos pelos entrevistados; (iii) a demonstração das práticas já existentes na universidade, que não eram percebidas como TI Verde e os dados constantes nos documentos formais que também estão ligados à essa temática na instituição; e (iv) o modelo contribui para firmar o comprometimento que a FURG já assumiu com programas governamentais quanto à adoção de práticas sustentáveis em diferentes âmbitos da instituição, acrescentando, agora, os espaços envolvendo recursos tecnológicos.

Destaca-se, também, que quanto ao questionamento sobre possíveis alterações, exclusões ou inclusões ao modelo apresentado, os avaliadores não apontaram melhorias específicas, pois consideraram a nova versão do modelo desenvolvido completo e abrangente. Entretanto, forneceram informações quanto às principais dificuldades e desafios percebidos para implementar o modelo, citadas anteriormente, as quais vão além de aspectos relacionados à implementação do artefato, envolvendo questões culturais e organizacionais internas da instituição.

Por fim, conclui-se que o modelo de TI Verde desenvolvido e validado nessa pesquisa (Figura 15) se mostrou uma solução satisfatória para auxiliar as organizações na seleção e adoção de diferentes práticas de sustentabilidade ligadas à área de tecnologia, tornando-as, nesse sentido, mais sustentáveis.

Figura 15 – Modelo de TI Verde validado



Fonte: Dados da pesquisa

O capítulo seguinte apresenta o plano de ação proposto nessa pesquisa.

## 5 PLANO DE AÇÃO

A partir da análise dos resultados, foi possível desenvolver e validar um artefato útil e aplicável às Instituições Públicas de Ensino Superior. Desta forma, este capítulo traz como proposta de intervenção, o plano de ação para implementar o modelo de TI Verde na instituição estudada, assim como orientar outras instituições semelhantes a adotá-lo. Por meio dos resultados encontrados nas diversas etapas da pesquisa, observaram-se algumas ações fundamentais para que se facilite, tanto a adoção quanto o acompanhamento de práticas sustentáveis voltadas à área de tecnologia, além de certas fragilidades e desafios que a instituição deve levar em consideração ao implementar o modelo proposto. Assim, é descrita a seguir uma lista de recomendações que devem ser observadas anteriormente à implementação do modelo na instituição e, logo após, apresenta-se o plano de ações a ser implementado na FURG, a fim de orientar os gestores da Universidade na seleção e adoção de diferentes práticas sustentáveis ligadas à área de tecnologia.

**1. Envolvimento da Alta Administração:** a participação da alta gestão demonstra-se fundamental para o engajamento dos servidores no processo de adoção de qualquer plano sustentável na área de tecnologia. Assim, devem nomear e compor comissões de apoio à implantação, além de participarem e auxiliarem na sensibilização dos demais gestores e servidores da instituição para que o processo de mudança de cultura ocorra de forma natural.

**2. Estrutura de Governança:** deve-se definir uma estrutura dentro da instituição, preferencialmente ligada à autoridade máxima do órgão, como por exemplo, o Sistema de Gestão Ambiental – SGA, que fique responsável pela implementação e acompanhamento do modelo. Além disso, a criação formal de comissões permanentes, envolvendo membros das pró-reitorias e institutos que estejam estrategicamente ligados à adoção e acompanhamento de práticas de TI Verde em seus respectivos setores de atuação é fundamental, tendo em vista a multidisciplinaridade do tema. Sugere-se a inclusão de participantes que atuem em diferentes áreas da instituição, como: compras, tecnologia da informação, gestão ambiental, infraestrutura, dentre outras. Assim, com a definição de uma estrutura formal e a criação de comissões permanentes ligadas a ela, ficariam bem estabelecidos os responsáveis e os envolvidos nesse processo, facilitando o monitoramento e a execução das diferentes iniciativas propostas no plano.

**3. Capacitação:** esta ação se mostra essencial para o processo de implementação do modelo, pois é através do conhecimento sobre o tema e o nível de sensibilização dos servidores que a instituição atingirá as metas traçadas com relação às iniciativas propostas no plano. De acordo com o que foi apontado nas entrevistas finais do estudo, o setor de TI da universidade estudada confirmou a necessidade de um maior envolvimento e capacitação na área de sustentabilidade e, mais especificamente, em TI Verde, assim como os demais envolvidos no processo de implantação do modelo.

**4. Planejamento:** a partir da definição da estrutura responsável pela implementação e capacitação dos envolvidos, deve-se partir para o desenvolvimento do plano de ações de TI Verde proposto para a Universidade. Primeiramente, é importante que se analise e priorize os objetivos ambientais que a instituição deseja alcançar através da aplicação do modelo de práticas sustentáveis, como: redução de custos, redução do consumo de energia, economia de papel, melhoria da imagem institucional, diminuição da geração de lixo eletrônico, entre outros objetivos. Além disso, no plano deve constar estimativa orçamentária anual e a total para um período de 4 anos, ou outro que a instituição considerar adequado, estando o plano e suas ações alinhadas de acordo com a realidade organizacional e financeira da instituição. Deve-se analisar as práticas que não possuem elevados custos, aquelas dependendo apenas da atuação da gestão e atitude dos servidores, como por exemplo, a definição de critérios de sustentabilidade nas compras envolvendo equipamentos tecnológicos, o monitoramento das impressões realizadas nas diferentes unidades, dentre outras, e defini-las como prioridade. Complementarmente, deve-se atribuir a cada ação os seus setores responsáveis, por meio das comissões, assim como a definição de indicadores de desempenho para cada prática, a fim de facilitar o seu acompanhamento e estimar os resultados obtidos. Por fim, deve-se discutir e reavaliar periodicamente o plano elaborado (a cada início de exercício, por exemplo), de modo a permitir a inserção de novas iniciativas ou mudanças no plano, conforme o entendimento da comissão gestora. Destacam-se algumas sugestões advindas das diferentes entrevistas realizadas, como explicitar a inserção de ações, políticas e estratégias de TI Verde no Plano de Desenvolvimento Institucional – PDI, seja dentro do eixo da gestão ambiental ou da gestão da informação, assim como a inclusão de objetivos e metas nos planos anuais de cada unidade da organização, principalmente nos planos estratégicos e operacionais da área de TI.

**5. Plano de ação:** por meio das recomendações anteriores e de acordo com o modelo de TI Verde desenvolvido neste estudo foi possível propor uma série de ações a serem

implementadas na FURG, assim como orientar outras instituições públicas de ensino superior a adotá-las. Nesse sentido, dividiu-se a proposta de adoção de iniciativas de TI Verde em quatro modalidades: Sistema de Gestão (envolvendo práticas ligadas à Conscientização, Descarte e Reciclagem, e Impressão); *Hardwares e Softwares* (envolvendo as práticas ligadas aos *Hardwares, Softwares e Datacenter* Verdes); os Edifícios Verdes (contendo as práticas ligadas às Fontes Alternativas de Energia); e Capacitação, Ensino e Pesquisa (cujas práticas visam à construção de programas que busquem treinar e conscientizar a comunidade acadêmica sobre o tema, além de capacitar os servidores da instituição). O plano, contendo todas as informações referentes às ações propostas, está disposto no Apêndice G. No Quadro 13 estão descritas, de forma resumida, as propostas de ações a serem implementadas na instituição, conforme cada uma das quatro modalidades de adoção.

Quadro 13 – Proposta de adoção de práticas de TI Verde

Modalidade	Práticas de TI Verde
Sistema de Gestão	Programa de conscientização/sensibilização
	Padronização das compras de equipamentos de TI
	Definição de critérios de sustentabilidade nas compras de equipamentos
	Compra de peças para substituição
	Aquisição de produtos sem componentes nocivos
	Utilização de videoconferência/teletrabalho
	Aprimoramento do ambiente virtual de aprendizagem para todos os níveis de ensino
	Sistema de descarte e reciclagem
	Distribuição interna ou doação de equipamentos de informática fora de uso
	Terceirização de impressoras
	Monitoramento de impressões
	Digitalização de documentos
	Impressão frente e verso
	Uso de papel reciclado ou reflorestado
<i>Hardwares e Softwares</i>	Implementação do Sistema Eletrônico de Informações (SEI)
	Programação dos computadores para desligar fora do turno de trabalho
	Configuração automática dos computadores para desligar/hibernar quando em inatividade
	Sistemas de gerenciamento de energia
	Ecofonte
	Consolidação de impressoras/uso de multifuncionais
	Aquisição e renovação de equipamentos de TI
	Modernização do <i>datacenter</i>
Edifícios Verdes	Instalação de Sensores de movimento
	Energia solar (placas solares)
	Qualificação dos sistemas de iluminação
Capacitação, Ensino e Pesquisa	Desenvolvimento de eventos e semanas acadêmicas que integrem todas as áreas da instituição
	Estímulo à capacitação profissional dos servidores de TI frente às novas tecnologias
	Promoção de cursos de capacitação e formação continuada para servidores, envolvendo temas como sustentabilidade e tecnologia

Fonte: Dados da pesquisa

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou contribuir para o campo de pesquisas empíricas sobre o tema TI Verde no contexto público, tendo em vista a necessidade de desenvolver novos estudos sobre essa temática e sua aplicabilidade na Administração Pública, em especial nas Instituições de Ensino Superior. Considerando que nos ambientes acadêmicos a TI representa uma ferramenta essencial para a execução de suas atividades diárias, contribuindo para um melhor e mais eficaz funcionamento do ensino, da pesquisa e gestão dessas instituições, nota-se a importância de se alinhar os objetivos organizacionais com o uso da TI aos aspectos voltados à sustentabilidade, criando, assim, ambientes de trabalho com características mais ecológicas. Logo, uma gestão preocupada com questões relacionadas à TI Verde na instituição mostra-se capaz de contribuir para a preservação ambiental, servir de exemplo para outros tipos de organizações e ainda conscientizar os futuros profissionais que estão em formação.

À vista disso, essa pesquisa teve o intuito de contribuir com uma solução satisfatória para o problema identificado nesse estudo. Para tal, definiu-se como objetivo geral propor um modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior, como forma de responder à seguinte questão de pesquisa: *“Como as Instituições Públicas de Ensino Superior poderiam adotar, de forma eficiente, diferentes práticas de TI verde?”*. A fim de alcançar esse propósito foram definidos três objetivos específicos que foram atendidos através da realização das etapas metodológicas da DSR.

Como forma de atender ao primeiro objetivo específico – identificar modelos de TI Verde disponíveis na literatura – foi possível encontrar na literatura pesquisada diversas estratégias, políticas, práticas e modelos de TI Verde que serviram de base para a realização desse estudo. Complementarmente, foi identificado e selecionado um modelo preliminar, denominado PROATIVES, o qual foi desenvolvido originalmente por meio de um estudo de escopo, tendo por objetivo auxiliar a implementação de práticas e tecnologias sustentáveis nas universidades, que, entretanto, ainda não havia sido validado.

Quanto ao segundo objetivo específico – propor adaptações no(s) modelo(s) identificado(s) na literatura, tendo em vista o contexto das Instituições Públicas de Ensino Superior – foram realizadas entrevistas semiestruturadas e aplicado um questionário estruturado online contendo diferentes iniciativas de TI Verde que poderiam ser implementadas no contexto das instituições públicas de ensino. Ambos os instrumentos foram analisados por quatro especialistas em Gestão Ambiental e Tecnologia da Informação,

servidores públicos, sendo possível identificar lacunas, possíveis pontos de melhoria e adaptações a serem implementadas no modelo preliminar identificado, assim como confirmar a aplicação de práticas de TI Verde em instituições públicas de ensino superior, informando de forma ilustrativa os possíveis investimentos necessários e os retornos financeiros esperados. Os especialistas confirmaram a proposta do modelo inicialmente elaborado, sendo este estruturado a partir de três constructos sequenciais: Contexto (contendo as forças internas e externas da instituição que interferem e motivam a adoção da TI Verde), Prontidão (avaliando o nível de preparação e capacidade que a instituição possui para adotar a TI Verde, além do que já possui implementado) e Adoção (que corresponde à execução em si das estratégias, práticas e políticas de TI Verde, por parte da instituição). Ainda assim, mudanças nos componentes de cada constructo foram sugeridas, destacando-se (a) no constructo Contexto, a inclusão do fator Ambiental, tendo em vista os diversos objetivos ambientais que podem motivar a adoção da TI Verde na instituição e o fator Econômico foi compreendido dentro do fator Tecnológico, tendo em vista que os investimentos financeiros ou ganhos econômicos estariam vinculados às tecnologias e iniciativas de TI Verde; (b) no constructo Prontidão, trocou-se a nomenclatura da dimensão Atitude por Sensibilização, sendo compreendida como mais adequada para a operacionalização do modelo, da mesma forma que a junção das dimensões Prática e Tecnologia, em uma única dimensão denominada Iniciativas de TI Verde; e (c) no constructo Adoção, a inclusão do termo Capacitação na modalidade Ensino e Pesquisa, sendo esta compreendida como de suma importância para a formação e capacitação dos servidores da instituição sobre TI Verde. Destaca-se, ainda, a inclusão de aspectos relacionados à legislação vigente, bem como o uso de documentos institucionais e de aspectos presentes na literatura sobre o tema, fazendo parte da constituição e composição do novo modelo proposto.

Quanto ao último objetivo específico dessa pesquisa – validar o modelo proposto em uma Instituição Pública de Ensino Superior –, considera-se que ao longo do desenvolvimento do presente estudo, foi possível propor uma solução para a classe de problemas referente à adoção da TI Verde no ambiente público, por meio do desenvolvimento e validação de um modelo de TI Verde, bem como uma possível resposta para a questão norteadora da dissertação. Desta forma, a etapa de validação se deu através de um ciclo composto pela demonstração do modelo desenvolvido junto a dois gestores de uma universidade federal, sendo um deles diretor da área de Tecnologia da Informação e o outro coordenador da área de Gestão Ambiental, os quais, posteriormente, foram entrevistados de modo a avaliar diferentes

critérios de qualidade do modelo, bem como a sua aplicabilidade ao ambiente para o qual foi projetado.

Destaca-se que cada constructo do modelo foi preenchido pela autora da pesquisa, sendo o primeiro bloco (Contexto) elaborado com base na legislação vigente, documentos institucionais, práticas de TI Verde e objetivos ambientais identificados na literatura. O segundo bloco (Prontidão) associou as ações presentes na FURG com relação às etapas de sensibilização, política, governança e iniciativas de TI Verde. O último bloco (Adoção) especificou as ações e as práticas propostas a serem realizadas dentro das modalidades sistema de gestão, *hardwares* e *softwares*, edifícios verdes e capacitação, ensino e pesquisa. Para isso, foi desenvolvida uma planilha contendo as seguintes informações: planejamento de quatro anos, com as respectivas estimativas orçamentárias anuais e totais; os responsáveis e os envolvidos no processo de implementação e acompanhamento de cada ação referente às práticas de TI Verde na universidade; indicadores de desempenho para cada ação; e os objetivos ambientais esperados a partir da adoção de cada prática.

Os resultados das entrevistas de validação confirmaram o atendimento dos critérios de funcionalidade, consistência, usabilidade, utilidade e adequação à organização do modelo proposto, levando-se em consideração a percepção dos entrevistados quanto a sua aplicabilidade na instituição. Além disso, não foram apontadas melhorias específicas à estrutura do artefato apresentado, pois os avaliadores consideraram a nova versão do modelo desenvolvido completo e abrangente. Entretanto, forneceram informações quanto às principais dificuldades e desafios percebidos para implementar o modelo, compreendendo recursos orçamentários escassos no ambiente público e particularidades que vão além de aspectos relacionados à implementação do artefato, envolvendo questões culturais e organizacionais internas da instituição.

A realização dessa dissertação traz importantes contribuições, tanto teóricas quanto práticas. À vista disso, ressalta-se como um importante fator que contribui para a relevância desse estudo, o caráter inovador e diferenciado das pesquisas que utilizam a DSR, visto que esta metodologia permite a construção e validação de artefatos, com o objetivo de trazer soluções satisfatórias para problemas reais, podendo ser generalizados a uma classe de problemas. Assim, esta pesquisa contribui para a academia, pois (i) inclui na base de conhecimento um modelo de TI Verde validado especificamente para as Instituições Públicas de Ensino Superior, tendo em vista que esse campo de pesquisa ainda é pouco desenvolvido e consolidado, (ii) o modelo proposto pode contribuir para a resolução da mesma classe de problemas em outras instituições e (iii), sobretudo, pela aplicação da abordagem DSR para

desenvolver um artefato, podendo servir de referência para a realização de outros trabalhos acadêmicos que tenham a pretensão de utilizar essa metodologia para resolver problemas práticos vivenciados pelas organizações.

Além disso, traz importantes contribuições gerenciais, pois se acredita que o modelo desenvolvido possa servir como um guia prático, de modo a orientar os gestores das IES na seleção e adoção de diferentes práticas ligadas à área de tecnologia nas instituições onde atuam, tornando-as, dessa forma, mais sustentáveis, assim como na melhoria dos seus processos organizacionais, envolvendo o planejamento, o acompanhamento e a verificação dos resultados associados à gestão da TI Verde em suas instituições. Por fim, oportuniza à universidade cuja validação do modelo foi realizada, uma lista de recomendações que devem ser observadas anteriormente à implementação do modelo na instituição investigada, em conjunto com o plano de ações contendo diferentes iniciativas de TI Verde a serem implementadas.

Como limitações do estudo, aponta-se a realização de apenas um ciclo de validação do modelo em uma universidade pública e o envolvimento de apenas dois gestores, em função da pandemia da COVID19, a qual dificultou a realização de encontros presenciais, assim como a disponibilidade de outros gestores para participar das entrevistas. Por fim, com o objetivo de contribuir para um melhor aprofundamento do tema abordado, sugere-se para pesquisas futuras: (i) aplicar outros ciclos de validação do modelo aqui proposto, em outras universidades públicas e institutos federais de ensino; (ii) utilizar e adaptar o modelo em outros contextos da Administração Pública como, por exemplo, órgãos estaduais e municipais e até mesmo no setor privado; (iii) estudar a percepção da comunidade acadêmica, quanto ao impacto da adoção de práticas de TI Verde nas suas organizações; e (iv) explorar com maior profundidade a dimensão social do tripé da sustentabilidade em projetos que envolvam a TI Verde.

## REFERÊNCIAS

AININ, S.; NAQSHBANDI, M. M.; DEZDAR, S. Impact of adoption of Green IT practices on organizational performance. **Quality & Quantity**, v. 50, n. 5, p. 1929-1948, 2016.

ALKALI, A. U.; ABDUL-AZEEZ, I. A.; MANSOR, N. N. A.; CHIKAJI, A. I.; DODO, Y. A. Towards Low Carbon Universities in Nigeria: Agenda for Green Information Technology. **Chemical Engineering Transactions**, v. 56, p. 733-738, 2017.

ANTHONY JR, B.; MAJID, M. A. Development of a Green ICT Model for Sustainable Enterprise Strategy. **Journal of Soft Computing and Decision Support Systems**, v. 3, n. 3, p. 1-12, 2016.

BANDI, R. K.; BOSE, A.; SAXENA, A. Exploring Green IT awareness and adoption among Indian students. In: ACM SIGMIS CONFERENCE ON COMPUTERS AND PEOPLE RESEARCH. **Proceedings...** Newport Beach, USA, jun. 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATISTA, W.; SOUZA, M. TI Verde: Processo de Gestão de Descarte de Equipamentos de Informática na Universidade Federal de Rondônia. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 9, n. 2, p. 30-38, 12 nov. 2019.

BISCAINO, M. J. N. **A problemática do descarte do resíduo eletrônico no setor público gaúcho**. 2012. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul e Universidade Aberta do Brasil, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/71451>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

BONI, V.; QUARESMA S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica Em Tese**, v.2, n.1(3), p. 68-80, 2005.

BOSE, R.; LUO, X. Integrative framework for assessing firms' potential to undertake green IT initiatives via virtualization – a theoretical perspective. **Journal of Strategic Information Systems**, v. 20, p. 38-54, 2011.

BROOKS, S.; WANG, X.; SARKER, S. Unpacking Green IT: a review of the existing literature. **Proceedings of the Americas Conference on Information Systems (AMCIS)**, Lima, Peru, 2010.

CAI, S.; CHEN; X.; BOSE, I. The many faces of Green IT. **International Journal of Business Data Communications and Networking**, v. 8, n. 2, 2012.

CAVALCANTE, V. M. R. M.; ARAÚJO, B. D. L.; MENEZES, J. W. M. TI Verde: Estudo de caso e propostas de práticas sustentáveis no IFCE. **ETIC - ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, v. 8, n. 8, 2015.

COSTA JÚNIOR, N. D. **Proposta de Abordagem para Adoção a TI Verde para uma Universidade Sustentável**. 2020. 83f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Goiás - Regional Catalão, Catalão, 2020.

DAMASCENO, L. M. S.; ANDRADE, A. P.V. Práticas organizacionais ambientalmente corretas relacionadas com a Tecnologia de Informação: um estudo qualitativo em universidades brasileiras bem ranqueadas. In: ENCONTRO DA ANPAD, 37, 7 a 11 de setembro de 2013. **Anais...** Rio de Janeiro, 2013.

DAO, V.; LANGELLA, I.; CARBO, J. From green to sustainability: Information Technology and an integrated sustainability framework. **Journal of Strategic Information System**, v. 20, p. 63-79, 2011.

DEZDAR, S. Green information technology adoption: Influencing factors and extension of theory of planned behavior. **Social Responsibility Journal**, 2017.

DIAS, G. F. **Influência de Macro e Micro Fatores na Adoção de Práticas de TI Verde em Instituições de Ensino Superior Brasileiras**: uma pesquisa à luz da Teoria da Crença-Ação-Resultado. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

DIAS, G. F.; RAMOS, A. S. M.; SOUZA NETO, R. A.; BASTOS, E. de M. Tecnologia da Informação Verde: estudo à luz da Teoria Crença-Ação-Resultado. **Rev. adm. empres.**, São Paulo, v. 57, n. 6, p. 585-600, Dez. 2017. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75902017000600585&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902017000600585&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 dez. 2019.

DRESCH, A. **Design science e design scienceresearch como artefatos metodológicos para engenharia de produção**. 2013. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2013.

ELLIOT, S.; BINNEY, D. Environmentally sustainable ICT: Developing corporate capabilities and an industry relevant IS research agenda. In: PACIFIC ASIA CONFERENCE INFORMATION SYSTEMS (PACIS 2008). **Anais...** Suzhou, China, 2008.

FARIA, A. C.; SIQUEIRA, L. D.; MARTINS, M. S. TI Verde: mito ou realidade na indústria digital brasileira. **Revista Eletrônica de Sistemas de Informação**, v. 15, n. 1, p. 1, 2016.

FURG. **Institucional FURG**, 2021. Disponível em: <https://www.furg.br/a-furg/apresentacao>. Acesso em 15/12/2021.

GIANELLI, A. **Práticas sustentáveis em TI Verde no Instituto Federal de São Paulo: limites e possibilidades**. 2016. 100f. Dissertação (Mestrado Interdisciplinar em Educação, Ambiente e Sociedade) - Curso de Mestrado Interdisciplinar em Educação, Ambiente e Sociedade, Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, São João da Boa Vista, 2016.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HANIEF, S.; KARTIKA, L. G. S.; SRINADI, N. L. P.; NEGARA, K. R. Y. A Proposed Model of Green Computing Adoption in Indonesian Higher Education. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CYBER AND IT SERVICE MANAGEMENT (CITSM), 6. **Proceedings...** Medan, Indonesia, 2018.

HEVNER, A. R. *et al.* Design Science in Information Systems Research. **MIS Quarterly**, v. 28, n. 1, p. 75-105, 2004.

HEVNER, A. R. A three cycle view of design science research. **Scandinavian Journal of Information Systems**, v. 19, n. 2, p. 4, 2007.

HOOVER, J. 10 ideias para impulsionar os projetos de TI verde. **IT Fórum**, 2009. Disponível em: <<https://www.itforum365.com.br/10-ideias-para-impulsionar-os-projetos-de-ti-verde/>> Acesso em: 12 dez. 2019.

JENKIN, T. A.; WEBSTER, J.; MCSHANE, L. An Agenda for ‘Green’ Information Technology Systems Research. **Information and Organization**, v. 21, n. 1, p. 17-40, 2011.

JNR, B. A.; MAJID, M. A.; ROMLI, A. Green information technology adoption towards a sustainability policy agenda for government-based institutions: An administrative perspective. **Journal of Science and Technology Policy Management**, 2019.

KO, M.; CLARK, J.; KO, D. Investigating the impact of “green” information technology innovators on firm performance. **Journal of Information Technology Management**, v. 22, n. 2, 2011.

LACERDA, D. P. *et al.* Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2013000400001&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000400001&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 24 mar. 2021.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LUNARDI, G. L.; ALVES, A. P. F.; SALLES, A. C. TI verde e seu impacto na sustentabilidade ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 36. **Anais...** Rio de Janeiro, 2012.

LUNARDI, G. L.; ALVES, A. P. F.; SALLES, A. C. Desenvolvimento de uma escala para avaliar o grau de utilização da tecnologia da informação verde pelas organizações. **Rev. Adm.**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 591-605, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0080-21072014000300012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-21072014000300012&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

LUNARDI, G. L.; FRIO, R. S.; BRUM, M. M. Tecnologia da informação e sustentabilidade: levantamento das principais práticas verdes aplicadas à área de tecnologia. **Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia**, v. 4, n. SPE, p. 159-172, 2011.

LUNARDI, G. L.; SIMÕES, R.; FRIO, R. S. TI Verde: uma análise dos principais benefícios e práticas utilizadas pelas organizações. **REAd-Revista Eletrônica de Administração**, v. 20, n. 1, 2014.

MANSON, N. J. Is operations research really research? **ORiON**, v. 22, n. 2, p. 155-180, 2006.

MANSUR, R. **Governança de TI Verde: O Ouro Verde da Nova TI**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATSUDA, P. M.; PINOCHET, L. H. C. Análise das Principais Práticas de TI Verde com o Uso de Tecnologias Emergentes: Estudo Multicaso. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade-GeAS**, v. 6, n. 3, p. 87-105, 2017.

MOLLA, A. GITAM: A Model for the adoption of Green IT. In: AUSTRALASIAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ACIS), 19. **Proceedings...** Christchurch, New Zealand, december 2008.

MOLLA, A.; COOPER, V.; CORBITT, B.; DENG, H.; PESZYNSKI, K.; PITTAYACHAWAN, S.; TEOH, S. Y. E-readiness to G-readiness: Developing a green information technology readiness framework. **ACIS 2008 Proceedings**, paper 35, 2008.

MOLLA, A.; COOPER, V. A.; PITTAYACHAWAN, S. IT and eco-sustainability: Developing and validating a green IT readiness model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS (ICIS), 30. **Proceedings...** Phoenix, AZ, USA, december 2009.

MOURA, T. M. **Análise da Implementação de Práticas de TI Verde em um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia**. 2017. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Programa de Pós-graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

MURUGESAN, S. Harnessing Green IT: Principles and Practices. **IT Professional**, v. 10, n. 1, p. 24-33, 2008.

MURUGESAN, S.; GANGADHARAN G. R. Green IT: In a overview. In: MURUGESAN, S.; GANGADHARAN G. R. (eds.). **Harnessing Green IT: Principles and Practices**. New Jersey: Willey, 2012. p. 1-22.

PARÉ, G. *et al.* Synthesizing information systems knowledge: A typology of literature reviews. **Information & Management**, v. 52, n. 2, p. 183-199, 2015.

PENHA, M. **Adoção de Práticas de TI Verde em procedimentos da Polícia Militar do Estado de São Paulo**. 2017. 98f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2017.

PEREIRA, J. R. F. **Análise do grau de maturidade das práticas de TI verde no Hospital Universitário Onofre Lopes**. 2013. 80f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Departamento de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

PINOCHET, L. H. C.; SILVA, M. K. V.; MATSUDA, P. M. Avaliação dos consumidores da comunidade acadêmica de uma instituição de ensino superior pública em relação às práticas de TI Verde nas organizações. **REMark**, v. 14, n. 3, p. 377, 2015.

PINTO, T. M. C.; SAVOINE, M. M. Estudo sobre TI Verde e sua aplicabilidade em Araguaína. **Revista do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos (ITPAC)**, p. 4-15, 2011. Disponível em: <<https://assets.itpac.br/arquivos/Revista/42/3.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

ROSA, M. R.; SMEK, D. J. Práticas sustentáveis para utilização de recursos de TI na Administração Pública Federal. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v. 17, n. 3, p. 267-291, set./dez. 2017.

SALLES, A. C.; ALVES, A. P. F.; DOLCI, D.; LUNARDI, G. L. Adoção de práticas de TI Verde nas organizações: um estudo baseado em minicasos. In: ENCONTRO DE ADMINISTRAÇÃO DA INFORMAÇÃO (ENADI), 4. **Anais...** Bento Gonçalves, RS, Brasil, 4, 2013.

SALLES, A. C.; ALVES, A. P. F.; DOLCI, D.; LUNARDI, G. L. Tecnologia da informação verde: um estudo sobre sua adoção nas organizações. **RAC-Revista de Administração Contemporânea**, v. 20, n. 1, 2016.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SAN MARTIN, A. S. **Adoção da TI Verde em Organizações Públicas Federais no Rio Grande do Sul e o seu impacto na Sustentabilidade Ambiental**. 2018. 146f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Administração) - Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018.

SIMON, H. A. **The Sciences of the Artificial**. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

SORDI, J. O.; AZEVEDO, M. C.; MEIRELES, M. A pesquisa *design science* no Brasil segundo as publicações em administração da informação. **JISTEM J. Inf. Syst. Technol. Manag.**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 165-186, abr. 2015

SOUZA, M. A. S. **Avaliação da utilização de práticas da tecnologia da informação verde no Instituto Federal do Amazonas**. 2013. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

SURYAWANSHIA, K.; NARKHEDEB, S. Green ICT for Sustainable Development: A Higher Education Perspective. **Procedia Computer Science**, v. 70, p. 701-707, 2015.

TOMMASETTI, R. *et al.* Tecnologia e Sistema de Informação Verde: Estudo Bibliométrico Internacional nas Ciências Sociais Aplicadas. In: CONGRESSO NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE-ADCONT 2017, 8. **Anais...** 2017.

VAN AKEN, J. E. Management Research Based on the Paradigm of the Design Sciences: The Quest for Field-Tested and Grounded Technological Rules. **Journal of Management Studies**, v. 41, n. 2, p. 219-246, 2004.

VERGARA, S.C. **Métodos de Pesquisa em Administração**. 3 ed. São Paulo: Atlas,2008.

## APÊNDICE A – Carta de Apresentação



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA



### Prezados (as),

A presente pesquisa, intitulada “DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE TI VERDE PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR” tem por objetivo desenvolver e validar um modelo sustentável de TI específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior.

Atualmente, a TI representa uma parte significativa e crescente dos problemas ambientais que a sociedade se depara, sendo os problemas mais evidentes o alto consumo de energia (que contribui, também, para a emissão de gases), a quantidade de insumos não renováveis utilizados na produção de computadores e o descarte de equipamentos obsoletos. À vista disso...

*a TI Verde consiste em uma forma de diminuir os impactos causados pelas operações de TI, sendo definida como um conjunto de práticas sustentáveis para projetar, produzir, gerenciar e descartar computadores, servidores e subsistemas associados, bem como economizar energia elétrica, e outras práticas que venham a reduzir os impactos nocivos do comportamento humano sobre o meio ambiente*

Como forma de operacionalizar esse estudo, a pesquisa inclui a realização de entrevistas semiestruturadas e aplicação de um questionário estruturado, ambos com especialistas da área de Gestão Ambiental e/ou Tecnologia da Informação que atuem no setor público. Assim, ao participar dessa entrevista, você estará contribuindo para a obtenção de informações úteis que poderão nos auxiliar no desenvolvimento e validação de um modelo sustentável de TI específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior, que possa orientar os gestores na seleção e adoção de diferentes práticas ligadas à área de tecnologia nas instituições onde atuam, além de torná-las mais sustentáveis.

Com base na Revisão de Literatura, foi identificado e selecionado um modelo de adoção a TI Verde, considerado nesse estudo como modelo preliminar, o qual se pretende identificar possíveis lacunas e/ou melhorias a serem implementadas no mesmo, com o objetivo de aprimorá-lo e inseri-lo no contexto de Instituições Públicas de Ensino Superior. Desta forma, para responder as perguntas propostas aqui, será disponibilizada a estrutura do modelo preliminar, assim como suas definições.

Por fim, gostaríamos de contar com a sua participação neste estudo. As entrevistas serão gravadas e posteriormente transcritas, sendo absolutamente sigilosas - não constando seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo no relatório final ou qualquer publicação posterior sobre esta pesquisa. É nossa política a estrita confidencialidade dos dados.

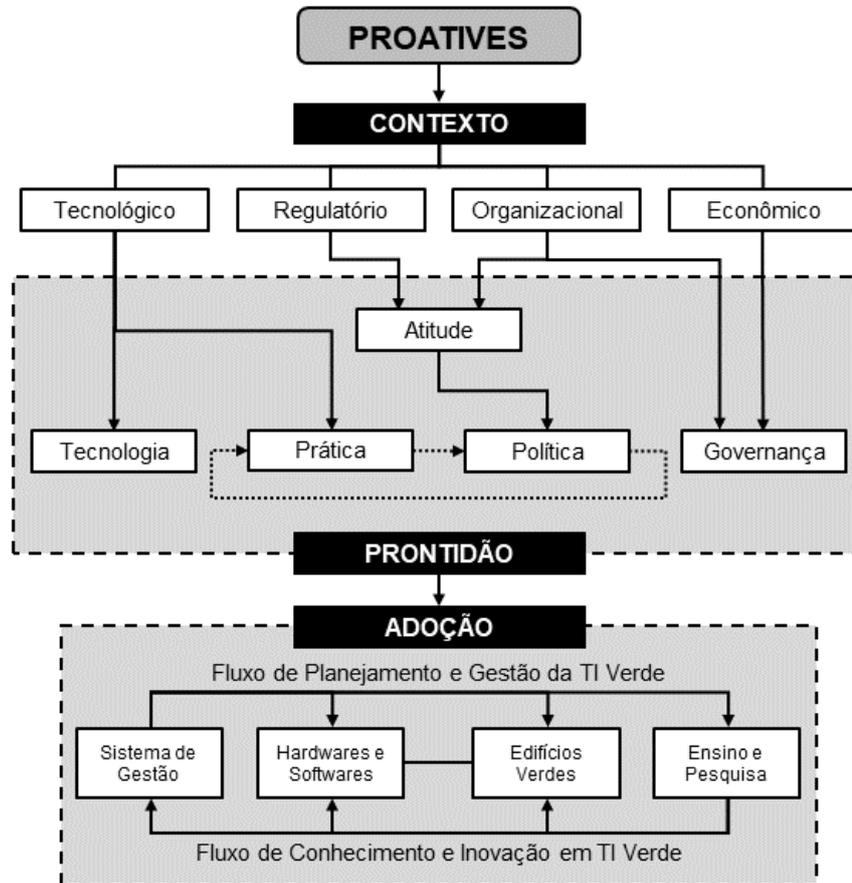
Agradecemos desde já sua colaboração, atenção e presteza na resposta.

**Dr. Guilherme Lerch Lunardi** – Professor Associado  
Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis - ICEAC/FURG  
E-mail: gllunardi@furg.br

**Eduarda Rodrigues Brundo** – Mestranda  
Mestrado Profissional em Administração Pública – PROFIAP/FURG  
E-mail: erbrundo@gmail.com



### Processo de Adoção a TI Verde no Ensino Superior (PROATIVES)



Fonte: Costa Júnior (2020)

O modelo apresenta uma proposta de adoção a TI Verde estruturada a partir de três constructos sequenciais: Contexto, Prontidão e Adoção.

**1. Contexto:** É o estado atual das forças internas (o quanto as pessoas e a liderança entendem como relevante) e externas (o quão importante é para o setor ao qual está inserindo; tecnologias disponíveis; regulamentações e até mesmo viabilidade econômica) da instituição que interferem e motivam a adoção da TI Verde. Possui quatro fatores: *tecnológico*, *regulatório*, *organizacional* e *econômico*.

- **Tecnológico:** o nível de tecnologia da informação que está disponível ao setor de educação e com qual profundidade outras organizações desse setor utilizam essas tecnologias.
- **Regulatório:** regulamentações e normas, obrigatórias ou voluntárias, vigentes no local de atuação da instituição, principalmente de consumo energético e descarte de lixo eletrônico, e qual a maturidade governamental no tratamento da questão ambiental.
- **Organizacional:** nível de responsabilidade social corporativa, conscientização da liderança e da comunidade acadêmica e a forma como a instituição lida com a importância das práticas de TI Verde, desde o trato com seus fornecedores até o descarte.
- **Econômico:** possibilidade de obter ganhos econômicos por meio da redução de custos com o uso eficiente dos recursos de TI, eficiência no consumo energético e até mesmo ganho de receita através de patentes desenvolvidas em pesquisa.

**2. Prontidão:** É o nível de preparação e capacidade que a instituição possui para adotar a TI Verde, envolvendo ativos, recursos e processos disponíveis para desenvolver e gerenciar infraestrutura e pessoas. Possui cinco dimensões: *atitude, tecnologia, prática, política e governança*.

- **Atitude:** nível de conscientização e cuidado da instituição com a questão da TI Verde, além das crenças gerenciais na eficiência energética e na infraestrutura técnica de TI.
- **Política:** envolvem o âmbito estratégico da universidade e a declaração institucional de fomento a práticas de TI Verde. As políticas podem ser pensadas sob três perspectivas: fornecimento, através do processo e decisão de compras; operações e serviços com foco no impacto ambiental; e, fim de vida, como coleta, descarte e/ou reciclagem de dispositivos.
- **Prática:** materialização da política em ações de TI Verde. Algumas práticas podem ser citadas como: reciclagem e descarte de equipamentos de TI, conscientização para redução de papel em impressões, gerenciamento de energia e etc.
- **Tecnologia:** consiste na infraestrutura técnica de TI (componentes e sistemas), as quais podem ser transformadas em uma plataforma sustentável através de tecnologias limpas, do gerenciamento de fluxo de ar e sistema de refrigeração de *datacenter* e sistema de fornecimento de energia.
- **Governança:** apresenta dois fundamentos: previsão estratégica; e recursos e métricas. Estes fundamentos abrangem o compromisso de gerenciamento, alocação de recursos, gestão de projetos, desenvolvimento de processos e estruturas para dar suporte a TI Verde, assim como, rastreamento de benefícios dessas iniciativas.

**3. Adoção:** É a execução em si das estratégias, práticas e políticas de TI Verde, por parte da instituição. Possui quatro modalidades: *sistema de gestão, hardware e software, edifícios verdes e ensino e pesquisa*. Ressalta-se que dentro de cada modalidade existem diversas estratégias, práticas e políticas sustentáveis relacionadas a TI, as quais se relacionam entre si.

- **Sistema de Gestão:** lida com a parte organizacional da universidade e consiste na estrutura que irá suportar e apoiar a adoção e a manutenção das práticas e políticas da instituição. Possui cinco componentes principais: Gerenciamento de energia; Modelo de governança, estratégia e liderança; Métricas de desempenho; Sistema de descarte e reciclagem; Programa de conscientização.
- **Hardwares e softwares:** consistem, efetivamente, das partes tecnológicas da TI. Os principais componentes são: *Datacenters* (utilização de infraestrutura física e virtual de *datacenters* que sejam amigáveis ao meio ambiente); Virtualização (utilização de *hardware* e *software* para virtualização e computação em nuvem, visando utilizar o mínimo possível de recursos físicos); Computação com eficiência energética (utilização dos mais variados tipos de *hardwares* e *softwares* para uma eficiência energética durante sua operação); Rede (garantir o funcionamento da rede local e Internet na instituição); Laboratórios de informática (utilização, manutenção e gerenciamento eficientes de *hardware* e utilização de *softwares* que sejam executados com eficiência energética).
- **Edifícios verdes:** consiste nas instalações prediais que suportam o conceito de sustentabilidade e eficiência energética, além de contar com aplicações de *hardware* e *software* de suporte. Os principais componentes de edifícios verdes são: Tecnologias para edifícios verdes; Energias renováveis; Escritórios verdes; Bibliotecas verdes; Casas dos estudantes verdes.
- **Ensino e pesquisa:** consiste na construção de programas que busquem não somente treinar e conscientizar a comunidade acadêmica sobre o tema, mas também com o objetivo de produzir inovação, gerando métodos, metodologias, ferramentas e estratégias de gestão, além de tecnologias de hardware, software e edifícios verdes. Os principais componentes de ensino e pesquisa são: Graduação e pós-graduação; Cursos de extensão; E-learning; Projetos de pesquisa; Parcerias e eventos.

## APÊNDICE B – Roteiro de Entrevista Semiestruturada



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA



**Título da pesquisa:** DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE TI VERDE PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR.

**Objetivo:** Propor um modelo de TI Verde específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior.

**Mestranda:** Eduarda Rodrigues Brundo

**Orientador:** Prof. Dr. Guilherme Lerch Lunardi

### A) Perguntas sobre Contexto:

1. Contexto regulatório: você tem conhecimento sobre alguma regulamentação nacional ou internacional vigente que abrangeria a área de TI, associada a questões de sustentabilidade, e que afetaria as instituições de ensino superior? Pense nas dimensões ambiental, econômica e social.
2. Contexto organizacional: você tem conhecimento de alguma política, programa ou documento formal que as instituições de ensino superior utilizam ou poderiam utilizar que abrange TI Verde ou questões associadas à sustentabilidade na área de TI?
3. Além dos fatores *tecnológico, econômico, regulatório e organizacional*, em sua opinião, existiriam outros fatores que motivariam a adoção da TI Verde?

### B) Perguntas sobre Prontidão:

1. Dimensão de atitude: Quais ações poderiam ser tomadas por parte da alta administração e do setor de TI de uma instituição de ensino superior para garantir uma melhor preparação e capacidade da instituição para adotar TI Verde, assim como tornar a atitude das pessoas mais favorável à adoção de tecnologias e ações mais sustentáveis?
2. Dimensão política: Quais ações ou políticas poderiam ser tomadas por parte da alta administração e do setor de TI de uma instituição de ensino superior para estimular o fornecimento/compra de tecnologias, seu uso e descarte com foco no impacto ambiental?
3. Dimensão de prática: Como uma Instituição de Ensino Superior poderia analisar a materialização dessas políticas e ações de TI Verde na prática?
4. Dimensão de tecnologia: Como uma IES poderia analisar a infraestrutura técnica (componentes e sistemas) existente, como forma de verificar o nível de preparação e estimular a adoção de tecnologias limpas?
5. Dimensão de governança: Quais estruturas ou mecanismos de governança poderiam estar presentes em uma instituição de ensino superior para dar suporte à adoção e ao acompanhamento das práticas de TI Verde?

6. Além das dimensões *atitude, política, prática, tecnologia e governança* existem outros aspectos que poderiam ser importantes na etapa de Prontidão, ou seja, essenciais para que a instituição possa dimensionar se está pronta para adotar a TI Verde ou para implementar suas práticas?

### **C) Perguntas sobre Adoção:**

#### **1. Modalidade Sistema de gestão:**

1. Qual a estrutura presente na instituição que melhor se adequaria para suportar e apoiar a adoção e manutenção das práticas de TI Verde presentes no modelo?
2. Como gerenciar o ciclo de vida dos equipamentos de TI, bem como descarte e reciclagem dos resíduos eletrônicos?
3. Quais métricas ou indicadores poderiam ser utilizados para rastrear os benefícios das iniciativas de TI Verde, em termos de papel, insumos, energia, lixo eletrônico, etc.?

#### **2. Modalidade *Hardwares e Softwares*:**

4. Ao definir pela adoção de uma tecnologia como *datacenter*, virtualização, computação com eficiência energética, rede e laboratórios de informática o que seria importante levar em consideração?
5. De que forma uma IES poderia utilizar aplicações de *softwares* de modo a tornar a instituição mais sustentável?

#### **3. Modalidade Edifícios Verdes:**

6. Para viabilizar a implementação de edifícios verdes em uma Instituição de Ensino Superior, o que poderia ser implementado? (pense em tecnologias, equipamentos e outros recursos arquitetônicos que poderiam ser incluídos ou adaptados aos prédios).

#### **4. Modalidade Ensino e Pesquisa:**

7. Quais ações ou estratégias poderiam ser empregadas para conscientizar, gerar conhecimento e inovação, fomentar projetos de pesquisa e ensino na área de TI Verde para a comunidade acadêmica e entorno?

...

8. Além das modalidades constantes na Adoção (*sistema de gestão, hardware e software, edifícios verdes e ensino e pesquisa*) existem outros aspectos que poderiam ser importantes nesta etapa, ou seja, essenciais para que a instituição possa adotar a TI Verde ou implementar suas práticas?

## APÊNDICE C – Questionário Estruturado



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA**



<b>BLOCO 1. INFORMAÇÕES GERAIS</b>
1.1. Nome da Instituição em que atua:
1.2. Setor em que você atua na Instituição (Aqui você deve colocar a unidade e o setor específico. Ex: Unipampa Câmpus Dom Pedrito – coordenadoria de Licitações; Furg - ICEAC)
1.3. Cargo ou função que ocupa (A pergunta refere-se ao cargo ao qual o respondente foi contratado. Se o respondente possui alguma função gratificada deve responder o cargo e função ocupados)
1.4. Há quanto tempo você trabalha na organização?
1.5. Sexo: Masculino ( ) Feminino ( ) Prefiro não opinar ( )
1.6. Idade:
1.7. Escolaridade (graduação, especialização, mestrado etc.)

<b>BLOCO 2. AS OPÇÕES ABAIXO CORRESPONDEM A DIFERENTES TECNOLOGIAS E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS APLICÁVEIS À ÁREA DE TI.</b>			
Assinale se a cada prática listada abaixo é possível ou não de ser implementada em uma IES. Se considerar implementável, classifique em termos de viabilidade econômica, ou seja, aquelas que exigiriam (baixo/médio/alto) investimento e a sua estimativa de retorno financeiro (baixo/médio/alto).			
<input type="radio"/> Poderia ser implementada em uma IES  <input type="radio"/> Dificilmente poderia ser implementada em uma IES			
	Baixo	Médio	Alto
Investimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Retorno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Aplicável?	Investimento	Retorno
<b>1. Campanhas de conscientização</b> (Correspondem a campanhas ou iniciativas internas com o objetivo de fazer com que o servidor tome consciência e reflita sobre suas ações na organização e o impacto no meio ambiente. Ex: cartazes de desligue a luz, desligue o computador ao sair, etc.)			
<b>2. Preferência por fornecedores verdes</b> (Fornecedores "verdes" são fornecedores com processos mais ecológicos que primam pela preservação ambiental na confecção e trato de seus produtos.)			
<b>3. Política de sustentabilidade</b> (Corresponde a um conjunto de ações estratégicas formalizadas com metas e prazos, a fim de diminuir os impactos causados pela organização no meio ambiente.)			
<b>4. Videoconferência/teletrabalho</b> (Correspondem às tecnologias que permitem o contato visual e sonoro entre pessoas que estão em			

lugares diferentes, diminuindo a necessidade de deslocamento e seus custos associados.)			
<b>5. Comitês de sustentabilidade</b> (Trata-se de um grupo formado por membros de diferentes áreas da instituição com o objetivo de discutir propostas para uma gestão estratégica com foco na sustentabilidade. Busca assessorar a alta administração em torno dos aspectos relacionados à sustentabilidade.)			
<b>6. Análise de eficiência energética</b> (Consiste em ações desenvolvidas para verificar a eficiência energética das instalações elétricas da organização e os seus índices de consumo de energia, considerando os equipamentos e as questões técnicas em torno do fornecimento e consumo de energia elétrica.)			
<b>7. Consolidação de servidores</b> (Corresponde à consolidação de servidores de dados subutilizados em poucas máquinas. Essa nova abordagem garante o isolamento dos servidores e apresenta as vantagens de aumentar a taxa de utilização de servidores, reduzir os custos operacionais, criar ambientes mais flexíveis e reduzir custos de administração de TI.)			
<b>8. Consolidação de desktops</b> (Corresponde à consolidação de computadores - terminais, thin clientes - através de virtualização. Proporciona vantagens no que tange a aumentar a sua taxa de utilização, reduzir os custos operacionais, criar ambientes mais flexíveis e reduzir os custos de administração, bem como de espaço físico.)			
<b>9. Modernização do datacenter</b> (Corresponde à modernização dos <i>datacenters</i> ou servidores da instituição, de modo a melhorar o desempenho dos equipamentos tecnológicos. <i>Datacenters</i> verdes não só economizam energia, como também reduzem a necessidade de ampliação da infraestrutura para lidar com a demanda crescente por energia e mais resfriamento.)			
<b>10. Terceirização de servidores</b> (Corresponde à transferência total ou parcial dos serviços de hospedagem/armazenamento de dados – servidores - à outra empresa, por meio contratual.)			
<b>11. Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos de informática</b> (Processo que visa transformar ou reutilizar materiais usados/descartados em novos produtos com vista a sua reutilização.)			
<b>12. Descarte correto de materiais e equipamentos de informática</b> (Corresponde ao desfazimento do lixo associado aos equipamentos de TI, conforme sua composição e propriedades. Exemplo: papel, metais, metais pesados e etc.)			
<b>13. Recolhimento de materiais e equipamentos de informática para descarte ou reciclagem</b> (A instituição recolhe equipamentos de informática não utilizados ou possui local para que estes sejam depositados para descarte, reciclagem ou uso por outras pessoas.)			
<b>14. Distribuição interna ou doação de equipamentos de informática fora de uso</b> (Corresponde à doação ou entrega, interna ou externa, de equipamento de informática entendidos como obsoletos, mas que ainda podem ser aproveitados em outros setores ou atividades.)			
<b>15. Estímulo para os recicladores</b> (A instituição possui convênio com alguma associação local para recolher e reciclar materiais e equipamentos de informática.)			
<b>16. Trade-in (incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo)</b> (A instituição possui normativas em seus contratos de compra exigindo que os fornecedores de equipamentos de informática se responsabilizem pelo descarte ou reciclagem desses equipamentos quando estes não estiverem mais em uso.)			
<b>17. Uso de energias renováveis</b> (A instituição faz uso de energias resultantes de recursos renováveis, como energia hídrica, geotérmica, solar, eólica e biomassa.)			

<b>18. Aquisição de equipamentos mais eficientes</b> (Corresponde à aquisição de equipamentos que consomem menos recursos, seja na sua produção, no consumo de energia e descarte.)			
<b>19. Substituição de monitores CRT por LCD ou LED</b> (Corresponde à troca de monitores CRT - mais antigos, que consomem mais energia - por monitores de LCD ou LED - mais novos, eficientes e compactos.)			
<b>20. Aquisição de produtos sem componentes nocivos</b> (A instituição evita adquirir insumos ou equipamentos de informática que possuem substâncias que podem causar danos agudos ou crônicos para a saúde dos seus profissionais.)			
<b>21. Produtos novos com componentes reciclados</b> (A instituição adquire insumos ou equipamentos de informática reciclados, a fim de que ainda gerem valor e sejam reutilizados, reduzindo-se a produção de lixo e aumentando a preservação dos recursos naturais.)			
<b>22. Aumento do ciclo de vida dos produtos</b> (A instituição adquire peças novas ou reaproveita peças de equipamentos fora de uso para aumentar o tempo de utilização dos equipamentos, como memória de computadores, HD, teclados e etc.)			
<b>23. Terceirização de impressoras</b> (Corresponde à locação de impressoras, scanners, multifuncionais e outros equipamentos relacionados à impressão por meio de contrato com outra empresa.)			
<b>24. Monitoramento de impressões</b> (Quando a instituição monitora o fluxo de impressões da organização, identificando o local ou o servidor que fez a solicitação.)			
<b>25. Digitalização de documentos</b> (Utilização de documentos digitais ou digitalizados em substituição aos documentos impressos.)			
<b>26. Impressão frente e verso</b> (Corresponde à utilização de impressões em ambos os lados da folha.)			
<b>27. Consolidação de impressoras/uso de multifuncionais</b> (Corresponde à utilização conjunta de impressoras, seja no mesmo andar ou ambiente, economizando hardware, gerenciamento e administração da infraestrutura.)			
<b>28. Uso de papel reciclado</b> (Corresponde à utilização de papel reciclado ou reflorestado nas impressões.)			
<b>29. Programação dos computadores para desligar fora do turno de trabalho</b> (Iniciativa utilizada para desligar computadores após o horário de funcionamento da instituição.)			
<b>30. Configuração automática dos computadores para desligar/hibernar quando em inatividade</b> (Corresponde à programação das máquinas - computadores e impressoras - para desligar, repousar ou hibernar quando em inatividade.)			
<b>31. Sistemas de gerenciamento de energia</b> (A instituição utiliza algum software que faz o gerenciamento do consumo de energia dos equipamentos de informática, seja individualmente ou por setor/laboratório.)			
<b>32. Aplicativos eficientes</b> (A instituição adquire, desenvolve ou programa aplicativos para que estes funcionem de forma mais eficiente.)			
<b>33. Prédios Verdes</b> (Os prédios da instituição aplicam conceitos de sustentabilidade como uso eficiente de energia, aproveitamento da água da chuva, torneiras automáticas, uso de materiais reciclados, sensores de movimento/fotocélula e etc.)			

### BLOCO 3. QUESTÃO DISCURSIVA (OPCIONAL)

Você tem conhecimento de outras estratégias ou tecnologias verdes - além destas - utilizadas por outras instituições públicas ou privadas que poderiam ser implementadas em uma IES? Em termos de viabilidade econômica, exigiriam baixo/médio/alto investimento e estimativa de retorno financeiro?

## **APÊNDICE D – Primeiro e-mail encaminhado aos especialistas (Convite de participação)**

Bom dia!

Meu nome é Eduarda, sou servidora da FURG e aluna do Mestrado Profissional em Administração Pública – PROFIAP/FURG, sendo orientada pelo prof. Guilherme Lunardi. Estamos realizando um trabalho intitulado “DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UM MODELO DE TI VERDE PARA INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO SUPERIOR”, o qual tem por objetivo desenvolver e validar um modelo sustentável de TI específico para as Instituições Públicas de Ensino Superior.

Identificamos um modelo preliminar de TI Verde na literatura que ainda não foi validado. Assim, pretendemos identificar possíveis lacunas e/ou melhorias a serem implementadas neste modelo e gostaríamos de contar com o seu conhecimento sobre o tema para avaliá-lo.

A nossa ideia seria enviar por e-mail um link de um formulário Google para ser preenchido de forma eletrônica (referente a práticas e tecnologias sustentáveis ligadas à área de TI) e um arquivo apresentando o modelo preliminar com suas dimensões e elementos, para em seguida realizarmos uma entrevista com você que deverá durar cerca de 1 hora. A sua participação seria fundamental nesta etapa da pesquisa!

Aguardamos o seu retorno para encaminhar o link, os anexos e agendar a entrevista, conforme a sua disponibilidade.

Agradeço desde já a sua atenção e esperamos contar com a sua colaboração!

Atenciosamente,

**Dr. Guilherme Lerch Lunardi**

Professor Associado do Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis - ICEAC/FURG  
e-mail: gllunardi@furg.br

**Mestranda Eduarda R. Brundo**

Assistente em administração – ProInfra/FURG  
e-mail: erbrundo@gmail.com

## **APÊNDICE E – Segundo e-mail encaminhado aos especialistas (Após o aceite de participação)**

Agradecemos pelo seu interesse em participar dessa pesquisa!

Segue em anexo a carta de apresentação desse estudo e o arquivo apresentando o modelo preliminar com suas dimensões e elementos. E, para acessar o questionário online, referente práticas e tecnologias sustentáveis ligadas à área de TI, basta clicar no link abaixo:

[https://docs.google.com/forms/d/1TK2rV-VYnf3\\_dy1WgwZa8VzBfd0X6RBb1xP3sdMtwhk/edit?ts=60c232ba](https://docs.google.com/forms/d/1TK2rV-VYnf3_dy1WgwZa8VzBfd0X6RBb1xP3sdMtwhk/edit?ts=60c232ba)

Ficamos no aguardo para combinarmos a data da entrevista. Mais uma vez agradecemos pela sua atenção e retorno!

Atenciosamente,

**Dr. Guilherme Lerch Lunardi**

Professor Associado do Instituto de Ciências Econômicas, Administrativas e Contábeis - ICEAC/FURG  
e-mail: gllunardi@furg.br

**Mestranda Eduarda R. Brundo**

Assistente em administração – ProInfra/FURG  
e-mail: erbrundo@gmail.com

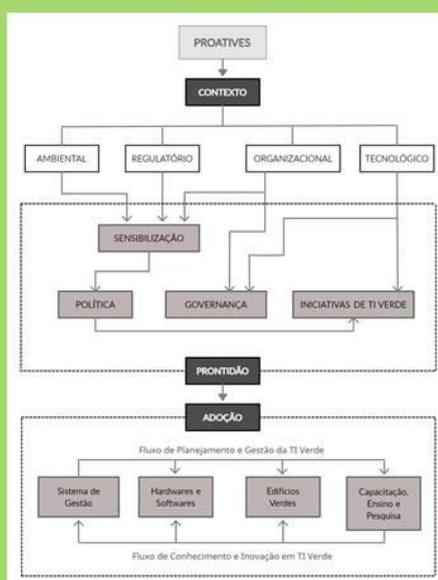
## APÊNDICE F – Demonstração do Modelo de TI Verde de acordo com os dados da FURG



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA



### Modelo de TI Verde proposto



Bloco\_1 - Contexto

Bloco\_2 - Prontidão

Bloco\_3 - Adoção

5

### Bloco 1 - Contexto

Legislação  
"pressionando"  
a FURG!

Diretrizes públicas  
que envolvem  
sustentabilidade e TI!

#### Ambiental

- **Objetivos ambientais**
- Lunardi, Simões e Frio (2014):
- **redução de custos (1º);**
- redução de insumos;
- **redução de consumo de energia (2º);**
- **imagem institucional (4º);**
- redução de emissão de gases;
- redução do lixo eletrônico;
- maior ciclo de vida;
- economia de espaço físico;
- **economia de papel (3º).**

Quais objetivos ambientais a FURG quer atingir?

#### Regulatório

- **Aquisições de bens e serviços governamentais:**
- - Lei nº 12.349/2010; Decreto nº 7.746/2012; Decreto nº 10.024/2019; Instrução Normativa nº 1/2010; Portaria SLTI/MP nº 2/2010.
- **Utilização e descarte de insumos e equipamentos:**
- - Lei Nº 12.305/2010; Decreto nº 7.404/2010; Decreto nº 5.940/2006; Decreto Federal nº 9.373/2018; Decreto Estadual 54.946/2019.
- **Eficiência energética:**
- - Lei Nº 10.295/2001; Decreto nº 9.864/2019; Lei Nº 12.187/2009.

#### Organizacional

- **Política/Programa/Documento formal:**
- Projeto Político-Pedagógico/PPP
- Projeto Pedagógico Institucional/PPI
- **Plano de Desenvolvimento Institucional/PDI**
- **Política Ambiental da Instituição**
- **Planejamento Estratégico de Tecnologia da Informação/PETI**
- Plano de Logística Sustentável/PLS (Decreto nº 7746/2012)
- **Agenda Ambiental na Administração Pública/A3P**
- **Guia Nacional de Contratações Sustentáveis – AGU/CGU**
- ABNT NBR ISO 14001/2015

9

## Bloco 1 – Contexto

### Tecnológico

- Lunardi, Frio e Brum (2011)
- Questionário estruturado

Práticas de TI Verde existentes! Quais a FURG quer implementar?

#### Legenda:

- \$ baixo investimento
- \$\$ médio investimento
- \$\$\$ alto investimento
- \* baixo retorno
- \*\* médio retorno
- \*\*\* alto retorno

Categorias de Práticas de TI Verde	Práticas Verdes aplicadas à área de TI	Aplicável ?	Investimento	Retorno
Práticas de Conscientização	1. Campanhas de conscientização	sim	\$-\$\$	★★- ★★★
	2. Preferência por fornecedores verdes	sim	\$-\$\$\$	★★- ★★★
	3. Política de sustentabilidade	sim	\$-\$\$	★★- ★★★
	4. Videoconferência/teletrabalho	sim	\$-\$\$	★★★
	5. Comitês de sustentabilidade	sim	\$-\$\$	*- ★★★
	6. Análise de eficiência energética	sim	\$-\$\$\$	★★- ★★★
	7. Prédios verdes	sim	\$\$\$	★★★
Datacenter Verde	8. Consolidação de servidores	sim	\$\$-\$\$\$	★★- ★★★
	9. Consolidação de desktops	sim	\$\$-\$\$\$	★★- ★★★
	10. Modernização do datacenter	sim	\$\$-\$\$\$	★★- ★★★
	11. Terceirização de servidores	sim*	\$\$	★★

10

## Bloco 1 - Contexto

Descarte e Reciclagem	12. Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos de informática	sim	\$	★★- ★★★	Hardware	19. Aquisição de equipamentos mais eficientes	sim	\$\$-\$\$\$	★★- ★★★
	13. Descarte correto de materiais e equipamentos de informática	sim	\$	★★- ★★★		20. Substituição de monitores CRT por LCD ou LED	sim	\$\$	★★★
	14. Recolhimento de materiais e equipamentos de informática para descarte ou reciclagem	sim	\$-\$\$	*- ★★★		21. Aquisição de produtos sem componentes nocivos	sim	\$-\$\$	★★- ★★★
	15. Distribuição interna ou doação de equipamentos de informática fora de uso	sim	\$	*- ★★★		22. Produtos novos com componentes reciclados	sim	\$-\$\$	★★- ★★★
	16. Estimulo para os recicladores	sim	\$-\$\$	*- ★★★		23. Aumento do ciclo de vida dos produtos	sim	\$-\$\$	★★- ★★★
	17. Trade-in (incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo)	sim*	\$	*- ★★★		24. Terceirização de impressoras	sim	\$-\$\$	★★★
	18. Uso de energias renováveis	sim	\$\$-\$\$\$	★★★		25. Monitoramento de impressões	sim	\$	★★★
Fontes Alternativas de Energia					Impressão	26. Digitalização de documentos	sim	\$	★★- ★★★
						27. Impressão frente e verso	sim	\$	★★- ★★★
						28. Consolidação de impressoras/uso de multifuncionais	sim	\$-\$\$	★★★
						29. Uso de papel reciclado ou reflorestado	sim	\$-\$\$	★★- ★★★

11

## Bloco 1 - Contexto

Software	30. Programação dos computadores para desligar fora do turno de trabalho	sim	\$	★★★
	31. Configuração automática dos computadores para desligar/hibernar quando em inatividade	sim	\$	★★★
	32. Sistemas de gerenciamento de energia	sim	\$-\$\$	★★- ★★★
	33. Aplicativos eficientes	sim	\$\$-\$\$\$	★★- ★★★
	34. Ecofonte	sim	\$	★★
	35. Processo eletrônico/assinatura eletrônica	sim	\$-\$\$	★★- ★★★

12

## Bloco 2 – Prontidão

O que a FURG faz para sensibilizar?

### Sensibilização

- Workshop de sustentabilidade
- Campanhas/cartazes de conscientização
- Filosofia/vocação: "...A Instituição prima pela formação acadêmica marcada pela qualidade formal e política, fundamentada em metodologias que destaquem a sensibilidade solidária para com o meio ambiente, do qual somos inextricavelmente parte constituidora, determinante e determinada..." (PPP, 2004, p. 14).
- Missão: "Promover o avanço do conhecimento e a educação plena com excelência, formando profissionais capazes de contribuir para o desenvolvimento humano e a melhoria da qualidade socioambiental" (PPI, 2011/2022, p.11).
- Dentre as diretrizes, se destaca: "Na formação comprometida com as questões socioambientais e o desenvolvimento humano, científico e tecnológico" (PPI, 2011/2022, p. 11).

14

## Bloco 2 – Prontidão

Diretrizes definidas pela FURG que "envolvem" TI Verde!

### Política

- **PPI/PDI:**
- Dentre os objetivos estratégicos do PPI, constam:
  - fomentar ações de ensino, pesquisa e extensão, visando à produção de conhecimento, tecnologia e inovação, em benefício de uma sociedade mais justa e ambientalmente sustentável;
- **- intensificar as ações de formação e qualificação dos servidores;**
  - desenvolver núcleos e estruturas para a integração de áreas e implementação de programas estratégicos nas áreas da educação, saúde, cultura, tecnologia e inovação e meio ambiente.
- **No PDI:**
- -Eixo IX – Infraestrutura: **Qualificar os sistemas de iluminação** (tornando-os mais eficientes); Priorizar a utilização dos conceitos de eficiência e qualidade ambiental nos projetos de reformas, nas novas edificações e na aquisição de equipamentos.
- -Eixo X – Gestão Ambiental: **Implementar o Plano de Sustentabilidade da Agenda Ambiental da Administração Pública (A3P-FURG)**; Incentivar a reflexão sobre os temas da sustentabilidade.
- -Eixo XI – Gestão da Informação: **Consolidar a política de descarte para o acervo bibliográfico; Ampliar e qualificar a infraestrutura e as ferramentas para a realização de webconferências e de reuniões a distância;** Compatibilizar os sistemas informatizados da Universidade com os sistemas informatizados governamentais.
- -Eixo XIII – Gestão Institucional: Prospectar oportunidades de grande impacto nas áreas da educação, saúde, cultura, meio ambiente, tecnologia e inovação; **Qualificar a utilização do Sistema de Emissão de Documentos (SEDOC/FURG); Implementar o Sistema Eletrônico de Informações (SEI).**

15

## Bloco 2 – Prontidão

### Política

- **Resolução Nº 032/2014 – Política Ambiental: (Art. 3º)**
- Dentre os objetivos, constam:
- II - **adotar práticas para a aquisição de materiais e serviços com critérios sustentáveis;**
- III – **promover ações para que o uso e o consumo de recursos sejam feitos de modo ecoeficiente;**
- IV – gerenciar de modo ecoeficiente os resíduos sólidos e efluentes gerados;
- V – desenvolver e adotar tecnologias para a sustentabilidade;
- VI – incorporar os temas da sustentabilidade nas ações de ensino, pesquisa e extensão, nos currículos de graduação e pós-graduação e nas ações de capacitação dos servidores;

### Política

- **Plano Estratégico de Tecnologia da Informação – PETI:**
- Dentre os objetivos e metas, destacam-se:
- Meta 11: **Implantar no âmbito da FURG a tramitação eletrônica de documentos;**
- Meta 13: **Instituir no âmbito da FURG o Plano anual de Contratações de TIC;**
- Meta 26: Definir a Política de aquisição e renovação de equipamentos de informática;
- Meta 28: Disseminar às regras e legislações referentes aos procedimentos de manutenção e baixa de equipamentos;
- Meta 34: **Disponibilizar um ambiente virtual de aprendizagem para todos os níveis de ensino;**

### Política

- Meta 46: Desenvolver projeto para emissão de diplomas em formato digital;
- Meta 73: **Estimular a capacitação profissional dos servidores de TI frente às novas tecnologias;**
- Meta 76: Difundir o uso do MConf (Webconferência);
- Meta 78: **Conceber um plano de renovação e ampliação do parque computacional;**
- Meta 79: Qualificar os laboratórios de informática;
- Meta 90: **Promover ações que visem reduzir o uso de papel e impressão.**

16

## Bloco 2 – Prontidão

### Política

- **Plano de Gestão Socioambiental A3P – FURG**
- Dentre as ações, destacam-se:
- Eixo 1 - **Uso Racional dos Recursos Naturais e Bens Públicos** (Programa 1.1 – Uso racional da Energia; Programa 1.4 – Uso Racional de material de consumo de Secretaria e Administração);
- Eixo 2 – **Gerenciamento de Resíduos** (Programa 2.1 – Gestão adequada de resíduos sólidos; Programa 2.2 – Gerenciamento de resíduos perigosos);
- Eixo 4 – **Sensibilização e Capacitação dos Servidores** (Programa 4.1 – Sensibilização e Capacitação dos Servidores);
- Eixo 5 – **Contratações Públicas Sustentáveis** (Programa 5.1 – Contratações Sustentáveis);
- Eixo 6 – **Construções Sustentáveis** (Programa 6.1 – Promoção de infraestrutura sustentável).

17

## Bloco 2 – Prontidão

### Iniciativas de TI Verde

- Análise das práticas e tecnologias verdes desenvolvidas e/ou em desenvolvimento na instituição

Práticas de TI Verde existentes hoje na FURG!

Legenda:

✓	pouco desenvolvida
✓	em desenvolvimento
✓	bem desenvolvida
✗	não praticada

Práticas de TI Verde	2021		2018
	Desenvolvimento	Desenvolvimento	Desenvolvimento
Campanhas de conscientização	✓	✓	✓
Preferência por fornecedores verdes	✓	✓	✓
Política de sustentabilidade	✓	✗	✗
Videoconferência/teletrabalho	✓	✓	✓
Comitês de sustentabilidade	✓		
Análise de eficiência energética	✓		
Prédios verdes	✓		
Consolidação de servidores	✓	✓	✓
Consolidação de <i>desktops</i>	✓	✗	✗
Modernização do <i>datacenter</i>	✓	✓	✓
Terceirização de servidores	✓	✗	✗

Observação:

\* Respostas repassadas pelo CGTI em 2018 (SAN MARTIN, 2018) e atualizadas neste estudo

18

## Bloco 2 – Prontidão

Reciclagem de peças, cartuchos e equipamentos de informática	✓	✓
Descarte correto de materiais e equipamentos de informática	✓	✓
Recolhimento de materiais e equipamentos de informática para descarte ou reciclagem	✓	✓
Distribuição interna ou doação de equipamentos de informática fora de uso	✓	✓
Estímulo para os recicladores	✗	
<i>Trade-in</i> (incentivo à entrega do equipamento antigo na compra de um novo)	✗	
Uso de energias renováveis	✗	
Aquisição de equipamentos mais eficientes	✓	✓
Substituição de monitores CRT por LCD ou LED	✓	✓
Aquisição de produtos sem componentes nocivos	✗	✗

Produtos novos com componentes reciclados	✗	✗
Aumento do ciclo de vida dos produtos	✓	✗
Terceirização de impressoras	✓	✓
Monitoramento de impressões	✓	✓
Digitalização de documentos	✓	✓
Impressão frente e verso	✓	✓
Consolidação de impressoras/uso de multifuncionais	✓	✓
Uso de papel reciclado ou reflorestado	✓	✓
Programação dos computadores para desligar fora do turno de trabalho	✗	✗
Configuração automática dos computadores para desligar/hibernar quando em inatividade	✗	✗
Sistemas de gerenciamento de energia	✗	✗
Aplicativos eficientes	✗	
Ecofonte	✗	
Processo eletrônico/assinatura eletrônica	✓	

9

## Bloco 2 – Prontidão

### Governança

- **REITORIA/Sistema de Gestão Ambiental (SGA):** Atividades administrativas e operacionais voltadas para o desenvolvimento e implementação da Política Ambiental da Universidade, que integra princípios e objetivos que visam fomentar valores e práticas voltados para a sustentabilidade no ensino, na pesquisa, na extensão e nas atividades administrativas, em um processo de melhoria contínua; *sensibilização*.
- **PROINFRA/Coordenação de Gestão Ambiental (CGA) e Diretoria de Obras (DOB):** Gerenciamento de resíduos da Instituição; Apoio para os processos licitatórios; Capacitações relacionadas à área; *Projetos e prédios verdes*.
- **PROITI/Centro de Gestão de Tecnologia da Informação (CGTI):** *Auxiliar na especificação, aquisição e conferência de recursos de TI; Propor políticas e diretrizes da área de TI ao Comitê Gestor de Tecnologia da Informação e Comunicação /CGTIC; Zelar pela eficiente aplicação dos recursos de TI disponíveis; Prospectar novas tecnologias e metodologias de desenvolvimento de sistemas informatizados.*

### Governança

- **PROGRAD:** Inserção de conteúdos de sustentabilidade nas grades curriculares dos cursos de graduação.
- **PROPESP:** Incentivar o desenvolvimento de projetos de pesquisa em nível de graduação, através de Programas Internos e externos (EPEC, CNPq, FAPERGS), e de pós-graduação (CNPq, CAPES).
- **PROGEP:** *Cursos de capacitação para servidores.*
- **PROEXC:** Contribuir em projetos de extensão capazes de gerar e disseminar novos conhecimentos que contribuam efetivamente com os diversos setores da sociedade.
- **PROPLAD:** *Licitações com critérios sustentáveis.*

“Espaços” da FURG que tratam hoje de questões associadas à TI Verde!

20

## Bloco 3 – Adoção (proposição)

Pensamos nisso...

### Sistema de Gestão

- Práticas ligadas à Conscientização, Descarte e Reciclagem e Impressão.
- Estrutura que irá suportar e apoiar a adoção e a manutenção das práticas e políticas da instituição.
- Planejamento, no qual conste a questão temporal das práticas, com investimentos distribuídos ao longo do tempo.
- Métricas ou indicadores de desempenho.

### Hardwares e Softwares

- Práticas ligadas aos *Hardwares, Softwares e Datacenter Verdes*.
- Consistem, efetivamente, das partes tecnológicas da TI.

### Edifícios Verdes

- Práticas ligadas às Fontes Alternativas de Energia.
- Consiste nas instalações prediais que suportam o conceito de sustentabilidade e eficiência energética, além de contar com aplicações de *hardware* e *software* de suporte.

### Capacitação, Ensino e Pesquisa

- Construção de programas que busquem não somente treinar e conscientizar a comunidade acadêmica sobre o tema, mas também com o objetivo de produzir inovação, além de tecnologias de *hardware*, *software* e edifícios verdes.
- Capacitação dos servidores da instituição.

22

## APÊNDICE G – Plano de Ações de TI Verde

Modalidades	Ações	Fonte	Responsável/ Envolvidos	Planejamento				Orçamento previsto	Indicadores	Objetivos ambientais esperados
				2022	2023	2024	2025			
Sistema de Gestão	Programa de conscientização/sensibilização	A3P/Política ambiental	SGA/CGA/CGTI	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00	1. Nº de campanhas	1,2,3,4,5,6,7,9
	Padronização das compras de equipamentos de TI	CGU/manual-MG	CGTI/PROPLAD	R\$ -				R\$ -	1. % compras de TI padronizadas	1,2,6,7
	Definição de critérios de sustentabilidade nas compras de equipamento de TI	Política Ambiental/A3P/manual-MG	CGTI/PROPLAD	R\$ -	1. Nº equip. sustentáveis 2. Evolução	2,3,4,5,6				
	Compra de peças para substituição	entrevistas	CGTI	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00	R\$ 20.000,00	1. Nº peças compradas 2. Evolução	1,2,4,6,7
	Aquisição de produtos sem componentes nocivos	Política Ambiental/A3P/manual-MG	CGTI/PROPLAD	R\$ -	1. Nº produtos adquiridos sem comp. nocivos	4,6,10				
	Utilização de videoconferência/teletrabalho	PDI/PETI	Reitoria/PROITI	R\$ -	1. Nº videoconferência 2. Evolução	1,2,3,4,5				
	Aprimorar o ambiente virtual de aprendizagem para todos os níveis de ensino	PETI	CGTI/PROGRAD/PROPESP	R\$ -	1. Nº de melhorias	1,2,4,9				
	Comitês de sustentabilidade	entrevistas	SGA/CGA/CGTI							4
	Sistema de descarte e reciclagem	A3P/Política ambiental	CGA/CGTI	R\$ -	1. Nº equip. descartados	4,5,6,8				
	Distribuição interna ou doação de equipamentos de informática fora de uso		CGTI	R\$ -	1. Nº equip. reutilizados	1,2,4,6,7,8				
	Terceirização de impressoras		PROPLAD/SGA	R\$ 281.000,00	R\$ 281.000,00	R\$ 281.000,00	R\$ 281.000,00	R\$ 1.124.000,00	1. Nº de impressões 2. Impressões/servidor	1,2,3,5,6,8,9
	Monitoramento de impressões		PROPLAD/SGA/CGTI	R\$ -	1. Nº de impressões 2. Evolução mensal	1,2,9				
	Digitalização de documentos		Reitoria/CGTI	R\$ -	1. Nº doc. Digitalizados	1,2,4,8,9				
	Impressão frente e verso		SGA/CGTI	R\$ -	1. Nº impressões 2 lados 2. % impressoras programadas	1,2,7,8,9				
	Uso de papel reciclado ou reflorestado		SGA/PROPLAD	R\$ 19.000,00	R\$ 22.000,00	R\$ 22.000,00	R\$ 22.000,00	R\$ 85.000,00	1. Nº resmas recicladas 2. % resmas recicladas	4

Hardwares e Softwares	Implementar o Sistema Eletrônico de Informações (SEI)	PETI/PDI	Reitoria/ PROITI		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	1. Nº processos digitalizados	1,2,4,5,8,9
	Programação dos computadores para desligar fora do turno de trabalho		CGTI	R\$ -	1. Nº computadores programados 2. % computadores programados	1,3,4,5,7				
	Configuração automática dos computadores para desligar/hibernar quando em inatividade		CGTI	R\$ -	1. Nº computadores programados 2. % computadores programados	1,3,4,5,7				
	Sistemas de gerenciamento de energia		CGTI	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00	1. Consumo de energia 2. Evolução do consumo	1,3,4,5
	<del>Aplicativos eficientes</del>							R\$ -		1,3,4,5
	Ecofonte		Reitoria/CGTI	R\$ -	1. Nº computadores programados	1,2				
	Consolidação de impressoras/uso de multifuncionais		PROPLAD/SGA	R\$ -	1. Nº multifuncionais 2. % multifuncionais	1,2,3,6				
	<del>Consolidação de servidores</del>		PROITI							1,2,3,5,6,8
	Aquisição e renovação de equipamentos de TI	PETI	PROITI	R\$ 1.094.500,00	R\$ 1.094.500,00	R\$ 1.094.500,00	R\$ 1.094.500,00	R\$ 4.378.000,00	1. Nº equip. adquiridos 2. Média do tempo de vida dos equip.	1,2,3,5
	<del>Consolidação de desktops</del>		PROITI					R\$ -		1,3,4,5,6,7,8
	Modernização do <i>datacenter</i>		PROITI	R\$ 200.000,00	R\$ 200.000,00		R\$ -	R\$ 400.000,00	1. % de uso/ociosidade 2. Consumo de energia	1,2,3,5,6,8
<del>Terceirização de servidores</del>		PROITI					R\$ -			

Edifícios Verdes	Padrões construtivos que valorizem a orientação solar e ventilação natural	entrevistas						R\$ -		1,2,3,4,5	
	Sensores de movimento	entrevistas	PROINFRA	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00			R\$ 15.000,00	1. Nº sensores instalados	1,2,3,5,6,7	
	Torneiras automáticas	entrevistas						R\$ -		1,4	
	Uso de cartão de acesso	entrevistas						R\$ -			
	Energia solar (placas solares)	entrevistas	PROINFRA	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.300.000,00	R\$ -	R\$ 1.300.000,00	1. Economia gerada com energia solar 2. % de energia alternativa	1,3,4	
	Promoção de infraestrutura sustentável (novas construções e reformas)	PDI/A3P	PROINFRA					R\$ -			1,3,4
	Qualificar os sistemas de iluminação	PDI	PROINFRA	R\$ 72.000,00	R\$ 72.000,00	R\$ 72.000,00	R\$ 72.000,00	R\$ 288.000,00	1. Nº lâmpadas trocadas 2. Economia gerada	1,3	
Capacitação Ensino e Pesquisa	Projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação nas áreas de conhecimento	Política Ambiental/ entrevistas						R\$ -		4	
	Desenvolvimento de linhas de pesquisa dentro dos cursos de graduação e pós-graduação	Política Ambiental						R\$ -		4	
	Desenvolver eventos, semanas acadêmicas que integrem todas as áreas da instituição	entrevistas	SGA	R\$ -		R\$ -		R\$ -	1. Nº oficinas 2. Número de inscritos	1,2,3,4,5,6,7,9	
	Estimular a capacitação profissional dos servidores de TI frente às novas tecnologias	PETI	PROITI	R\$ 5.000,00	R\$ 5.000,00			R\$ 10.000,00	1. Nº servidores capacitados	1,2,3,4,5,6,7,9,10	
	Promover cursos de capacitação e formação continuada para servidores com temas de sustentabilidade	Política Ambiental/A3P	SGA/PROGEP	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 4.000,00	1. Nº servidores capacitados 2. Nº oficinas	1,2,3,4,5,6,7,9	
	Incorporar temas de sustentabilidade nos currículos de graduação e pós-graduação	Política Ambiental						R\$ -	1. Nº cursos c/ alteração 2. % de cursos alterados	1,2,3,4,5,6,7,9,10	
				R\$ 1.687.000,00	R\$ 1.690.000,00	R\$ 2.777.500,00	R\$ 1.477.500,00	R\$ 7.632.000,00			

Objetivos ambientais esperados:

1- redução de custos; 2 – redução de insumos; 3 – redução de consumo de energia; 4 – imagem institucional; 5 – redução da emissão de gases; 6 – redução do lixo eletrônico; 7 – maior ciclo de vida; 8 – economia de espaço físico; 9 – economia de papel; 10 – saúde.

## APÊNDICE H – Roteiro para validação do modelo de TI Verde



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA



### **Apresentação**

Este roteiro de validação do modelo de TI Verde constitui uma das etapas do trabalho desta dissertação, cujo objetivo foi avaliar se o modelo proposto está bem definido; é aplicável para as instituições públicas de ensino superior; pode orientar os gestores e servidores na seleção e adoção de diferentes práticas ligadas à área de tecnologia nas instituições onde atuam, tornando-as, dessa forma, mais sustentáveis; representa uma sequência lógica para a sua implementação em uma Instituição Pública de Ensino Superior.

### **Parte 1 – Demonstração do modelo de TI Verde**

Apresentação em *Power Point* explicando os principais passos a serem desenvolvidos na instituição para a adoção do modelo proposto, contendo os dados da Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Além disso, a partir da análise documental da instituição, foi realizada a demonstração de uma planilha contendo a proposição de práticas de TI Verde com informações quanto à estimativa orçamentária anual (previsão para 4 anos) e a total; os responsáveis e os envolvidos no processo de implementação e acompanhamento das ações; indicadores de desempenho; e os objetivos ambientais esperados com a adoção de cada prática.

### **Parte 2 – Entrevista**

Na entrevista, foram feitas perguntas acerca da aplicabilidade do modelo de Tecnologia da Informação Verde:

1. A estrutura e os componentes do modelo proposto estão adequados? (o que achou interessante ou mais interessante; o período de 4 anos está adequado; quem ficaria responsável pela elaboração e acompanhamento na instituição?)
2. Os passos sugeridos estão adequados e representam uma sequência lógica para a implementação de práticas de TI Verde em uma Instituição Pública de Ensino Superior, a fim de torná-la mais sustentável?
3. As informações presentes no modelo podem auxiliar no conhecimento do nível de maturidade da Universidade relacionado às práticas sustentáveis de TI que a instituição já adota e no planejamento futuro de ações sustentáveis?
4. Você acha que o modelo proposto seria útil para a universidade? Em quais aspectos?
5. Você acredita que a implantação desse modelo de TI Verde seria viável na Instituição? Por quê? E quais seriam as principais dificuldades de implantação?
6. Você faria alguma alteração/exclusão/inclusão no modelo de TI Verde proposto? Quais?