



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA - BAHIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DIDÁTICO PARA
CURSOS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO UTILIZANDO RASPBERRY
PI

LUCAS ALVES SANTOS

Vitória da conquista – Bahia

Julho 2018

LUCAS ALVES SANTOS

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DIDÁTICO PARA
CURSOS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO UTILIZANDO RASPBERRY
PI

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao curso de Ciência da Computação, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista - Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Me. Gidevaldo Novais dos Santos

Vitória da conquista – Bahia
Julho 2018

____/Lucas Alves Santos,

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DIDÁTICO PARA CURSOS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO UTILIZANDO RASPBERRY PI / Lucas Alves Santos, de, Vitória da Conquista, Bahia.

44p.: il.; 30 cm

Monografia apresentada ao Curso de Ciência da Computação, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, sob a orientação do Prof. Me. Gidevaldo Novais dos Santos.

1. Tecnologia da Informação. 2. TI Verde. 3. Thin Client. 4. Laboratório Didático. 5. Raspberry Pi. 6. Windows Server. I. Gidevaldo Novais dos Santos.

CDD – _____

(Nome da bibliotecária): _____

Bibliotecária CRB _____

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE VITÓRIA DA CONQUISTA / BAHIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MONOGRAFIA

PROPOSTA DE CRIAÇÃO DE LABORATÓRIO DIDÁTICO PARA
CURSOS DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO UTILIZANDO RASPBERRY
PI

Autor: Lucas Alves Santos

Orientador: Prof. Me. Gidevaldo Novais dos Santos

Este exemplar corresponde à redação final da monografia defendida por Lucas Alves Santos, aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 31.07.2018

Assinatura: _____

Prof. Me. Gidevaldo Novais dos Santos

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Hélio Lopes dos Santos

Prof. Dr. Roque Mendes Prado Trindade

Prof. Me. Gidevaldo Novais dos Santos
Orientador

Vitória da Conquista -2018

AGRADECIMENTOS

A meu orientador professor Gidevaldo Novais dos Santos pelo grande empenho, dedicação e interesse em orientar esse estudo.

Ao meu pai Clemente Francisco dos Santos pelo amor e amizade que sempre teve por mim e principalmente a minha mãe Nila Chiacchio Alves Santos, que mesmo não estando mais fisicamente entre nós, continua me apoiando e torcendo por mim.

A minhas irmãs Karla e Karine pelo incentivo que sempre tiveram.

A meu irmão Leonardo que sempre sacrificou seu tempo para que eu pudesse da continuidade aos estudos.

A minha esposa Milene que nunca deixou incentivar e apoiar e a minha filha Lavigne, que é minha grande fonte de energia e de onde eu tirei forças para não desistir.

A meu colega Tácio por compartilhar o seu conhecimento técnico.

A meu grande amigo Marcelino Ávila pelo empréstimo de vários equipamentos utilizados nesse estudo.

RESUMO

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada ou tecnológica. Caracterizada pela utilização de conhecimentos de base literária e experimental, cujo objetivo foi avaliar e propor uma estrutura de laboratório didático para curso de Ciência da Computação da UESB, baseado em thin clients montados com microcomputadores (Raspberry Pi), acessando um servidor de aplicações. Com intuito de reduzir o resíduo eletrônico, implementado a Tecnologia da Informação Verde. O teste demonstrou que a montagem de um laboratório didático para o curso de ciência da computação utilizando Raspberry Pi como thin clients é plenamente viável, desde que esse laboratório seja bem dimensionado, onde a escolha do servidor, em termos de hardware, e a quantidade de thin clients que vão acessar esse servidor simultaneamente vai determinar o sucesso ou fracasso em relação ao desempenho de toda estrutura desse laboratório.

Palavras Chave: Tecnologia da Informação. TI Verde. Thin Client. Laboratório Didático. Raspberry Pi. Windows Server.

ABSTRACT

It is a research of an applied or technological nature. It was characterized by the use of literary and experimental knowledge, aiming to evaluate and propose a didactic laboratory structure for the UESB Computer Science course, based on thin clients assembled with microcomputers (Raspberry Pi), accessing a server of applications. to reduce the electronic effect, implemented in Green Information Technology. The demonstration of assembling a didactic laboratory for the complexity class using Raspberry Pi as thin clients is fully feasible, provided that this work is well-sized, where the server choice in terms of hardware, and amount of thin clients that will access this server simultaneously will determine the success or failure in relation to the performance of the entire structure of this laboratory.

Keywords: Information Technology. Green IT. Lean customer. Didactic Laboratory. Raspberry Pi. Windows Server.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Termo de licença
Figura 2	Configurações iniciais
Figura 3	Painel de funções e recursos
Figura 4	Tela do menu iniciar
Figura 5	Consumo de CPU e memória antes dos testes
Figura 6	Primeira etapa dos testes
Figura 7	Segunda etapa dos testes
Figura 8	Terceira etapa dos testes
Figura 9	Quarta etapa dos testes: fase de teste parcial
Figura 10	Quarta fase de testes completa

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
TI	Tecnologia da Informação
AE	Alinhamento Estratégico
RDS	Remote Desktop Service
IBGC	Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
LTSP	Linux Terminal Server Project
SO	Sistema Operacional
AD-DS	Active Directory
VM	Virtual Machine
UO	Unidade Organizacional

SUMÁRIO

1. Introdução	11
1.1.Contextualização e Motivação	11
1.2 Objetivo Geral	13
1.3. Objetivos Específicos	13
2. Referencial Teórico	14
2.1 Gestão de TI	14
2.1.1 Tecnologia da Informação, Ferramentas de Governança e Rede de Computadores	15
2.1.2 Tipos de governança Corporativa e de TI	16
2.2 Tecnologia da Informação (TI) Verde	17
2.2.1 Sustentabilidade – Tripé: Ambiental, Social e Econômico	18
2.2.2 Práticas de TI Verde	20
2.3 Laboratórios Didáticos: Remotos x Presenciais	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1 Descrição do Experimento	25
3.1.1 Instalação e configuração das ferramentas	25
3.1.1.2 Instalação do Controlador de Domínio Active Directory (AD-DS)	27
3.1.1.3 Instalação do Remote Desktop Services (RDS)	29
3.1.1.4 Configuração do Remote Desktop Services	30
3.1.1.5 Criação da estrutura do AD, Usuários e Grupos Raspberry Pi	31
3.1.1.5.1 Criação de usuários	31
3.1.1.5.2 Instalação do Raspbian no Raspberry Pi	33
3.1.1.5.3 Configuração do Raspberry Pi para conexão Remota ao RDS	35
4. Resultados e Discussão	36
5. Conclusão	40
Referências	41

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e Motivação

Nos últimos anos as questões envolvendo os problemas ambientais, crescimento econômico desvinculado do desenvolvimento sustentável e o esgotamento de recursos naturais não renováveis, tornaram-se uma grande preocupação mundial. Em uma pesquisa realizada pelas Nações Unidas quanto aos assuntos dominantes no futuro, o desenvolvimento sustentável aparece como a principal preocupação identificada pelos participantes que a responderam (WATSON, BOUDREAU e CHEN, 2010). O relatório mostrou que, “nunca antes a opinião mundial foi tão unida em um simples objetivo, como alcançar o desenvolvimento sustentável”. Essa preocupação atingiu os mais diversos setores da economia, o que tem levado tanto governantes quanto as sociedades civis e as próprias organizações a proporem diferentes medidas para a preservação do planeta e, conseqüente sobrevivência das gerações futuras. Nas décadas passada foi se estimulado a competitividade, sem muita preocupação ecológica, o que acarretou no crescimento dos problemas ambientais (VANTTINEN e PYHALTO, 2009) e as mudanças nos valores sociais e no desenvolvimento de novas tecnologias têm propiciado o surgimento de produtos ecologicamente corretos, onde emergem novos movimentos “verdes”, tendo como principais objetivos a redução da poluição e da energia no desenvolvimento de produtos e serviços de Tecnologia de Informação (TI) verde (D’SOUZA et al., 2006).

Neste sentido, a TI Verde pode ser considerada, segundo Murugesan (2010), como aquela que se utiliza de estudos para projetar, fabricar, utilizar e descartar produtos e subprodutos computacionais, pressupondo efetividade para garantir níveis mínimos de impactos negativos ao meio ambiente. Além disso, está atenta ao desperdício, à economia, à eficiência energética e ao custo total de propriedade, englobando neste contexto o custo de descarte e reciclagem e compreende, ainda, instrumentos para controlar, orientar e comunicar as práticas usadas (SCHMIDT et al., 2010).

Segundo Neto e Faxina (2012) a TI Verde é um meio que as empresas

de tecnologia criaram para utilizar recursos tecnológicos e políticas de forma que reduza cada vez mais as agressões ao meio ambiente. Já para Abreu, Monteiro e Romito (2012) a TI verde envolve um conjunto de práticas sustentáveis, de forma que o uso da computação se torne menos prejudicial. O autor ainda enfatiza a dependência do computador e da internet para a realização da maioria das atividades empresariais, sendo que às vezes se esquece de que existe uma gama de tecnologias espalhadas pelo mundo, envolvendo milhares de computadores, para que haja a sustentação e o funcionamento da internet.

Dessa forma, a TI Verde busca aumentar a eficiência dos processos relacionados à utilização dos computadores, reduzindo os desperdícios. Ainda para Abreu, Monteiro e Romito (2012), parafraseando Paraíso, Soares e Almeida (2009), a TI Verde surge como uma resposta às questões envolvendo os riscos ambientais propondo-se a minimizar a quantidade de matérias-primas não renováveis utilizadas na produção, evitando o desperdício de insumos e ainda a procura por uma diminuição na utilização de substâncias tóxicas, substituindo-as por outras menos agressivas ao meio ambiente.

Diante do exposto, avalia-se a necessidade do emprego da TI verde dentro dos laboratórios das Universidades, em especial a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, que conta no seu corpo de cursos de graduação, o bacharelado em Ciências da Computação. O que traz para mesma uma expertise para a implantação da TI verde afim de melhorar a qualidade de seus laboratórios e principalmente contribuir para a diminuição dos riscos ambientais.

1.2 OBJETIVO GERAL

- Avaliar e propor uma estrutura de laboratório didático para Ciência da Computação, baseado em thin clients montados com microcomputadores, acessando um servidor de aplicações.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Pesquisar soluções de TI verde evidenciando suas vantagens e desvantagens do ponto de vista ambiental, social e econômica;
- Avaliar o Raspberry Pi como meio para se alcançar uma boa prática de TI verde;
- Implementar uma estrutura de rede utilizando a plataforma Windows com Remote Desktop Service (RDS) para acesso remoto.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão de TI

Segundo Pinsky, Dias e Kruglianskas (2013), nos últimos anos têm aumentado a importância da sustentabilidade como parte integrante da estratégia de negócio, processo pelo qual as empresas passaram então a incluir metas empresariais compatíveis com o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, trata-se de uma nova forma de fazer negócios, na qual as empresas podem exercer um papel importante na promoção de uma sociedade ecologicamente sustentável e socialmente justa, sem abrir mão de suas responsabilidades financeiras com os acionistas. As vertentes inovação e sustentabilidade têm de caminhar juntas, tornando-se fontes de vantagem competitiva.

Pinsky, Dias e Kruglianskas (2013), parafraseando Porter e Linde (1995), abordam ainda o fato de a economia mundial estar em um processo de transição, na qual é preciso relacionar competitividade com as questões ambientais, aumentando a eficiência dos produtos existentes ou a quantidade de produtos com maior valor agregado para os clientes. Levando-se em conta a rápida transformação tecnológica e o melhor desempenho ambiental, as empresas precisam inovar rapidamente, usando os recursos naturais, financeiros e humanos de forma eficiente. Pinsky, Dias e Kruglianskas (2013) ainda abordam a definição de Maxwell e Van der Vorst (2003), que considera o desenvolvimento de produtos sustentáveis como todo um processo de produção sustentável, considerando o ciclo de vida completo do produto, desde a concepção do mesmo até o seu descarte. Nesse processo produtivo devem ser observados além dos já tradicionais requerimentos dos produtos, como qualidade, mercado, especificação técnica e preço, a equidade social, a prosperidade econômica e a proteção ambiental, resultando assim em uma integração dos benefícios do negócio com a redução dos impactos sociais e ambientais.

Corroborando com o citado acima, uma pesquisa, que trata dos principais temas considerados para a gestão da TI, apresentou que o alinhamento estratégico (AE) foi parte dos “temas *top ten*” nos últimos anos (desde 1983), sendo que sua posição cresceu no ranking na última década. Adicionalmente, 70% dos respondentes dessa pesquisa, no ano 2004, indicaram que suas organizações estão entre os níveis 2 e 3 de maturidade do AE (sendo os níveis de 1 a 5 medidos de forma crescente por escala do tipo Likert). O nível de maturidade relativamente baixo apresentado enfatiza a necessidade de se compreender melhor o tema e apoiar a prática das organizações na busca de um alinhamento mais efetivo entre a TI e os negócios.

2.1.1 Tecnologia da Informação, Ferramentas de Governança e Rede de Computadores

A Tecnologia da Informação, por muito tempo, foi entendida como uma fonte de vantagem competitiva para as empresas, uma vez que se destaca como sendo cada vez mais importante e quando disponíveis às organizações possibilitam o crescimento do valor competitivo. Uma pesquisa realizada pelo MIT em 2005 concluiu que empresas com políticas de Governança de TI mais efetivas costumam ter lucros cerca de 20% mais altos que as outras. A Governança de TI oferece suporte as instituições públicas e privadas auxiliando-as na busca de vantagem competitiva. Assim, àquelas que não incorporarem as técnicas, aplicações e conceitos de governança de TI na base da sua gestão correrá um sério risco de ser ultrapassada pelos concorrentes e conseqüentemente perder posição no mercado.

As ferramentas de governança de TI dispõem de vários mecanismos e processos adequados, as operações das organizações ficam mais bem estruturadas, o crescimento do negócio ganha força e o cumprimento da legislação é assegurado. Explorar as ferramentas de governança de TI é fundamental para agregar valor competitivo ao negócio, consolidando uma empresa no mercado atual, sendo necessário conhecer bem o negócio e munir bem os empreendedores de informações inteligentes que lhes permitam decidir com segurança.

Já é notado que a TI tem revolucionado o ambiente corporativo, o uso de computadores, sistemas da informação, redes de computadores atinge todos os níveis da organização, no qual possibilita a melhoria nos processos da organização e conseqüentemente o aumento da produtividade. Assim as organizações esperam do departamento de TI, não apenas o desenvolvimento e a manutenção dos serviços oferecidos, mas a adequada aplicação dos recursos investidos, o alinhamento dos objetivos da TI ao negócio, o gerenciamento dos riscos, assim como também a capacidade de mensurar os resultados da instituição.

Portanto, salienta-se que a utilização de ferramenta de governança de TI na organização possibilita a melhoria nos processos organizacionais por meio dos guias de boas práticas e pelas regras metodológicas de governança evitando assim o dispêndio de esforços, ou seja, a implantação das ferramentas de governança de TI otimiza os recursos investidos, reduz riscos, intensifica o controle dos processos além de ter aumentado expressivamente o valor competitivo no mercado (ALCANTRA, 2018).

2.1.2 Tipos de governança Corporativa e de TI

Governança Corporativa pode ser definida como um sistema que envolve um conjunto de práticas, procedimentos, regras, políticas, costumes e normas adotadas pelas empresas de forma que, ao mesmo tempo em que as mesmas se tornem mais transparentes e dê maior credibilidade e tranquilidade aos profissionais envolvidos, tenham também um bom desempenho (Pinto et al 2009).

Costa (2011), parafraseando Wright, Kroll e Parnell (2000), aborda que a Governança Corporativa visa um maior retorno e transparência para os acionistas e “*stakeholders*”, através da monitoração do sistema pelo Conselho de Administração, utilizando-se das estratégias de controle, garantindo maior efetividade da administração e facilitando o acesso de capital.

Segundo o IBGC – Instituto Brasileiro de Governança Corporativa, a organização que faz uma boa prática da governança corporativa consegue converter princípios básicos em recomendações mais objetivas, facilitando assim o seu acesso a recursos e contribuindo para a qualidade da gestão na

empresa, visando dessa forma otimizar o valor econômico de longo prazo, a longevidade e o bem comum da organização.

Segundo Tomiatti (2012) a Governança de TI tem de trabalhar da maneira mais transparente possível, garantindo que as informações arquivadas nos sistemas sejam confiáveis para todos os envolvidos. Criando essas ferramentas de controle a Governança de TI concentra-se no desempenho e transformação para o atendimento das demandas dos clientes e da própria corporação, tanto no presente quanto no futuro, diferenciando-se do Gerenciamento de TI, que possui o foco mais voltado para o fornecimento de serviços e produtos de TI interno e gerenciamento das operações de TI somente no presente.

Para Barbosa et al (2011) as crescentes necessidades de controle sobre as informações, o gerenciamento de riscos e necessidade de avaliações, todos relacionados ao TI, são atualmente elementos-chave da governança corporativa. A essência da governança de TI é valor, risco e controle, fatores que devem ser observados pelos executivos e pela alta direção, bem como liderança, estrutura organizacional e processos que garantam o suporte e aprimoramento dos objetivos e estratégias organizacionais envolvendo a área de TI, capitalizando oportunidades e ganhando em poder competitivo, sempre aproveitando as informações obtidas através do sistema da governança de TI.

2.2 Tecnologia da Informação Verde

Murugesan (2010) conceitua que a Tecnologia de Informação (TI) Verde pode ser considerada como aquela que se utiliza de estudos para projetar, fabricar, utilizar e descartar produtos e subprodutos computacionais, pressupondo efetividade para garantir níveis mínimos de impactos negativos ao meio ambiente. Além disso, está atenta ao desperdício, à economia, à eficiência energética e ao custo total de propriedade, englobando o custo de descarte e reciclagem e compreende, ainda, instrumentos para controlar, orientar e comunicar as práticas usadas (SCHMIDT et al., 2010).

A TI Verde busca aumentar a eficiência dos processos relacionados à utilização dos computadores, reduzindo os desperdícios. Segundo Neto e

Faxina (2012) a TI Verde é um meio que as empresas de tecnologia criaram para utilizar recursos tecnológicos e políticas de forma que reduza cada vez mais as agressões ao meio ambiente. Para Abreu, Monteiro e Romito (2012) a TI verde envolve um conjunto de práticas sustentáveis, de forma que o uso da computação se torne menos prejudicial. O autor ainda enfatiza a dependência do computador e da internet para a realização da maioria das atividades empresariais, sendo que às vezes se esquece de que existe uma gama de tecnologias espalhadas pelo mundo, envolvendo milhares de computadores, para que haja sustentação e funcionamento da internet.

Ainda para Abreu, Monteiro e Romito (2012), parafraseando Paraíso, Soares e Almeida (2009), a TI Verde surge como uma resposta às questões envolvendo os riscos ambientais propondo-se a minimizar a quantidade de matérias-primas não renováveis utilizadas na produção, evitando o desperdício de insumos e ainda a procura por uma diminuição na utilização de substâncias tóxicas, substituindo-as por outras menos agressivas ao meio ambiente. Segundo Cavalcante, Araújo e Wally (2012) a TI Verde vêm se destacando em todo o mundo, devido a sua importância para o futuro do planeta, envolvendo a sociedade e os negócios. Dessa forma, as corporações têm de pensar de forma mais sustentável e eficiente com relação à utilização de seus recursos de TI, observando ao mesmo tempo os aspectos econômicos e ambientais.

2.2.1 Sustentabilidade – Tripé: Ambiental, Social e Econômico

Cavalcante, Araújo e Wally (2012) citam que os principais motivos das organizações adotarem as práticas de TI Verde estão relacionados com a melhoria da imagem da empresa, bem como a redução de custos, havendo melhor aproveitamento dos recursos computacionais para as empresas manterem um crescimento sustentável, econômico e ambiental, procurando abranger um conjunto de práticas voltadas para redução da emissão de carbono e gases de efeito estufa. Por fim, Cavalcante, Araújo e Wally (2012) destacam as ferramentas e tecnologias que são alvo da TI Verde, tais como computação com o uso eficiente de energia, gerenciamento de energia,

projetos de Data Centers Verde, virtualização de servidores, computação em nuvens, descarte responsável e reciclagem de lixo eletrônico, utilização de fontes de energia renováveis e produtos de TI com selos ecológicos.

Neto e Faxina (2012), Ferreira (2009), enfatizam que o conceito de TI Verde ganhou força com o confinamento de servidores e com a virtualização, uma nova tendência que busca equipamentos com menor consumo de energia e uma maior simplificação no gerenciamento da refrigeração.

O impacto ambiental tem sido apontado como uma medida fundamental para avaliar o desempenho ambiental da empresa. Entretanto, apesar de reconhecer-se sua importância, muito da literatura nessa área é conceitual e o significado do termo impacto ambiental é tratado de forma ambígua. A exemplo, existe literatura que sugere a redução e a compreensão dos impactos ambientais da organização ou enfatiza a importância da organização em ter um baixo impacto ambiental negativo, sem detalhar o que se entende por impacto ambiental (Ramus & Steger, 2000). Os estudos empíricos nessa área tendem a examinar as questões ambientais em relação a resultados mais tangíveis da organização, como relatórios de sustentabilidade e a presença de políticas ambientais (Jenkin *et al.*, 2011). Ainda assim, existe muito pouca compreensão de como medir com precisão os impactos ambientais, o que justifica o fato de que boa parte das pesquisas são conceituais até o momento (Manning, 2007).

Já quando se pensa em aspecto social, voltamos os olhos para a responsabilidade social pelas gerações futuras que vão pagar as consequências do consumo excessivo de recursos escassos e da degradação do meio ambiente. Isso significa que é necessário desenvolver normas corporativas e sociais que suportem a ecoequidade de agora e de amanhã (DYLLICK & HOCKERTS, 2002). A adoção dessas práticas também pode fazer com que as organizações tirem proveito de sua consciência socioambiental, por meio de campanhas de publicidade, na crença de que os consumidores tenham preferência por empresas mais responsáveis. Além disso, benefícios em termos de redução de taxas e impostos têm sido oferecidos por órgãos governamentais para aqueles que investem em tecnologias mais sustentáveis (WATSON *Et al.*, 2010).

Por fim, os aspectos econômicos, tem sido buscar a sustentabilidade direcionada para o problema de alocar recursos escassos, e recursos como as

energias livres de emissão de gases e os componentes eletroeletrônicos são particularmente escassos (WATSON *et al.*, 2010). A literatura tem destacado diferentes vantagens de ser verde. York, Watson, Boudreau & Chen (2009) destacam como o uso da TI promove e incentiva as organizações a tornar as decisões e estratégias mais sustentáveis. Os benefícios financeiros, associados aos objetivos de ecoeficiência, nos mostra que além de minimizar a emissão de gases da empresa e ajudar na conservação e na redução do desperdício de energia associados ao *hardware* e *software* (JENKIN *et al.*, 2011), a TI Verde também auxilia na minimização das perdas, cortando gastos operacionais e aumentando a produtividade dos funcionários, gerando com isso economia (GUPTA, 2010).

Nesse contexto a TI tem se tornado uma parte significativa e crescente dos problemas ambientais que a sociedade contemporânea se depara (MURUGESAN, 2008). Não obstante, a responsabilidade socioambiental deixou de ser uma opção para as organizações, tornando-se uma questão de visão, de estratégia e, muitas vezes, de sobrevivência (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011).

Assim sendo, o gerenciamento inteligente da TI pode ser uma alternativa às organizações, não só para minimizar os danos causados ao meio ambiente, melhorar a efetividade do consumo de energia elétrica, diminuir o descarte de equipamentos e reduzir os custos operacionais do negócio (LUNARDI; ALVES; SALLES, 2012), como também para desenvolver um ambiente organizacional sustentável em harmonia com os anseios da sociedade atual, ampliando assim seus aspectos sociais. O envolvimento das organizações com questões socioambientais pode se transformar em oportunidades de negócios, contribuindo para melhorar a qualidade de vida dos *stakeholders*, preservar os recursos naturais e gerar vantagem competitiva (CLARO; CLARO; AMÂNCIO, 2008; ORSATO, 2006). Assim, empresas pró-ativas antecipam a busca pelas melhores alternativas para transformar questões ambientais em questões de negócios (ORSATO, 2006).

2.2.2 Práticas de TI Verde

As práticas de TI Verde são motivadas não somente pelos potenciais benefícios econômicos, como também por ser uma preocupação do planeta, mesmo que os benefícios econômicos possam não ser tangíveis no curto prazo (WATSON, BOUDREAU & CHEN, 2010). Organizações preocupadas com suas responsabilidades sociais e ambientais, com a sustentabilidade dos negócios e com a TI Verde têm tratado essas questões elaborando políticas claras quanto à aquisição de equipamentos (com menor consumo de energia, materiais reciclados, materiais não poluentes, dentre outros), uso de computadores e impressoras (por meio de processos computacionais mais eficientes, virtualização, diminuição de impressões, remanufatura de cartuchos, uso de papel reciclado...) e até mesmo a disposição dos computadores e *datacenters* menores, com menor consumo de energia, uso mais eficiente de refrigeração, etc. (LUNARDI *et al.*, 2011).

Foram identificadas 37 diferentes práticas de TI Verde adotadas pelas organizações em uma pesquisa realizada para avaliar quais níveis de práticas existentes e estas foram classificadas em sete categorias gerais: práticas de conscientização, *datacenter* verde, descarte e reciclagem, fontes alternativas de energia, *hardware*, *software* e impressão. Embora algumas dessas práticas exijam elevados investimentos (especialmente aquelas ligadas aos *datacenters*, às fontes alternativas de energia e à substituição de equipamentos obsoletos por novos), boa parte das práticas de sustentabilidade pode ser adotada sem que a saúde financeira da empresa seja comprometida, apenas dependendo do esforço e da vontade dos usuários, e do apoio e direcionamento da organização (LUNARDI *et al.*, 2011).

Na prática a utilização da TI verde, está em todos os níveis. Um dos principais aspectos abordados atualmente na literatura é o alinhamento estratégico de TI, que é um processo contínuo de ajustes que as organizações utilizam para obter-se a interligação entre os objetivos e estratégias de negócios e os objetivos e estratégias da área de TI, com o intuito de obter vantagem competitiva. Ao longo dos anos, diversos conceitos, metodologias e modelos ligados ao alinhamento estratégico (AE) de sistemas de informações e de tecnologia da informação foram desenvolvidos. A importância do AE para as empresas tem sido estudada por diversos pesquisadores nacionais e internacionais. Evidências teóricas e empíricas indicam que o melhor

alinhamento da TI aos negócios facilita a obtenção da vantagem competitiva (HIRSCHHEIM; SABHERWAL, 2001), dependendo do posicionamento dos gestores em relação à estratégia (SABHERWAL; CHAN, 2001). Além disso, o AE proporciona a visualização das informações estratégicas, bem como posiciona a área de TI e os sistemas de informação como elementos chave dentro das empresas (PEAK; GUYNES, 2003).

2.3 Laboratórios Didáticos: Remotos x Presenciais

Atualmente encontra-se disponível na literatura um grande número de pesquisas com estudos, discussões e análises, bem como críticas com relação à importância e o papel que o Laboratório Didático tem na formação de alunos tanto do Ensino Médio, como das Universidades, para as diversas áreas atuantes. Ficando claro em todos estes que o Laboratório Didático propicia ao aluno a vivência e o manuseio de instrumentos, que como consequência levará ao conhecimento de diversos tipos de atividades, que poderão lhe estimular a curiosidade e a vontade em aprender e a vivenciar a Ciência, tal como ela é. Assim, o Laboratório pode incentivar o aluno a conhecer, entender e aprender a aplicar a teoria na prática, dominando ferramentas e técnicas, que poderão ser utilizadas em pesquisa científica (GRANDINI e GRANDINI, 2008).

Já quando falamos sobre um laboratório remoto, ele é descrito como a extensão de um ou mais instrumentos de medição real através de uma rede distribuída (por exemplo a internet), a fim de disponibilizar os seus recursos a usuários remotamente distribuídos. Um instrumento pode ser controlado através de um computador e trocar informações com uma interface gráfica em um navegador de internet. Para isso são necessários, geralmente, uma placa de interface conectada ao computador para trocar informações com o instrumento, um servidor de interface como os instrumentos e a rede, e um sistema distribuído para realizar a troca de informações entre os usuários e os instrumentos (ARPAIA et al., 2000; CANFORA et al., 2004).

Não está se colocando aqui qual dos dois laboratórios são superiores, mas sim a necessidade e viabilidade de cada um de acordo com a sua

utilização. Neste estudo ocorre uma interface de ambas, pois no experimento prático deste estudo visou substituir a tecnologia tradicional, que gera um grande volume de lixo eletrônico, comumente empregado em laboratórios de curso de Ciência da Computação por uma tecnologia que atenda aos anseios da sociedade moderna que busca eficiência energética, gastando menos recursos financeiros e produzindo pouco lixo eletrônico, usando para isso o Raspberry Pi como principal dispositivo no emaranhado de equipamentos eletrônicos que são as redes de computadores. Prezando pela manutenção do laboratório didático presencial, que servirá diariamente para alunos e professores desenvolver as atividades do cotidiano de forma mais satisfatória.

Estudo semelhante a este foi realizado na Universidade Federal de Lavras, 2008, onde foi feito o uso de terminais leves como alternativa ao método tradicional no qual se utiliza computadores pessoais para fazer a montagem de laboratórios de informática. Neste estudo ocorreu avaliação da montagem e do desempenho do LTSP - *Linux Terminal Server Project*. Ele é uma ferramenta de código aberto que possibilita a montagem desses laboratórios utilizando computadores obsoletos como terminais aumentando assim sua vida útil e também facilitando a administração do laboratório, pois todos os programas são instalados em apenas uma máquina denominada de servidor de terminais. Os resultados mostraram a viabilidade de se utilizar LTSP para montar laboratórios de informática utilizando como terminais computadores obsoletos (REZENDE, 2008).

Outro estudo, também realizado com mesmo embasamento de pensamento que este, na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2015, mostrou sobre os conceitos sobre o uso do *Raspberry Pi* como um *thin client* e na criação de um ambiente *thin client*, sendo possível verificar as vantagens e desvantagens da utilização do *Raspberry Pi*. O estudo teve a intenção de auxiliar na decisão de criar, ou não, um ambiente *thin client* que utiliza em seus clientes um *Raspberry Pi* e também mostrar a viabilidade da substituição dos *thin clients* de um ambiente já implantado, sendo esses *thin clients*, computadores *desktop* (MORAIS, 2015).

Também pode-se observar que na literatura atual pouco se tem falado sobre a reestruturação dos laboratórios didáticos em Universidades utilizando o Raspberry Pi como thin client, assim como o conceito de TI Verde para este fim.

Devido a isso não foram encontrados muitos trabalhos com propostas semelhantes a este e os poucos estudos que foram encontrados usaram o LTSP - *Linux Terminal Server Project* como ferramenta para acesso remoto, porém neste estudo optou-se pela ferramenta RDS - Remote Desktop Service, uma ferramenta muito popular, mas que no entanto, é pouco descrita na literatura acadêmica, então como o objetivo deste estudo foi demonstrar a viabilidade da utilização do Raspberry PI como thin client em laboratórios de informática como alternativa aos computadores desktop tradicionais, o uso do RDS é principal diferença para os outros trabalhos desenvolvidos como também o uso do Raspberry PI. Dessa forma o presente trabalho buscou avaliar e propor uma estrutura mais “*clean*” para o laboratório didático do curso de Ciência da Computação, trazendo o passo a passo de forma muito bem detalhada, objetivando contribuir com trabalhos futuros facilitando a implementação de novos laboratórios de informática. Assim como também foram evidenciados no decorrer deste estudo a importância de se aplicar uma boa prática de TI Verde.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa é de natureza aplicada ou tecnológica. Sendo necessários conhecimentos básicos em redes de computadores e sistemas operacionais bem como suas tecnologias (JUNG, 2004). Com o objetivo de realizar uma pesquisa exploratória que visa oferecer uma outra opção em estruturas de redes tradicionais, substituindo computadores pessoais por Raspberry PI funcionando como thin clients visando economia: seja ela com manutenção, uma vez que o Raspberry PI é um equipamento bem simples, desprovido de vários acessórios que comumente necessitam de substituição e que são essenciais em computadores pessoais, seja ela com energia, de forma direta, pois o Raspberry PI é bem mais econômico se comparado aos computadores de mesa tradicionais e de forma indireta logo que ele passa muito menos calor para o ambiente e dessa forma dispensando o uso de ar condicionado para a refrigeração do local onde é usado, como por exemplo um laboratório de informática. Ainda é importante ressaltar que uma rede de

computadores estruturada com a tecnologia de thin clients utilizando Raspberry PI como terminais, diminui muito os gastos com hardware e conseqüentemente reduz a produção de resíduo eletrônico alcançando assim boas práticas de TI Verde.

Inicialmente foi iniciada uma pesquisa para realização deste trabalho, na qual foram consultadas fontes para se descobrir a forma mais simples de se estruturar uma rede cliente-servidor, onde um servidor de aplicação disponibiliza o serviço de acesso remoto a thin clients.

Decididas quais seriam as ferramentas necessárias para a solução a ser implementada, partiu-se para a montagem do ambiente de teste no qual foram utilizados quatro Raspberry PI e um computador pessoal que funcionou como servidor de aplicações. A sessão a seguir apresenta uma descrição da montagem do experimento e do método utilizado para fazer a coleta dos dados sobre o desempenho dos thin clients e do servidor.

3.1 Descrição Do Experimento

Para a montagem do experimento foi investigado o modo de instalação do Sistema Operacional (SO) Windows Server 2012 R2 e foram utilizados 2 tipos de softwares nativos da plataforma Windows, os quais foram: Remote Desktop Service (RDS) e Active Directory (AD-DS). Estes foram configurados de uma forma específica possibilitando a comunicação entre o servidor e os thin clients. Como foi utilizado o Raspberry Pi como thin client foi necessário sua configuração e para isso foi instalando o sistema operacional Raspbian.

3.1.1 Instalação e configuração das ferramentas

Para dar início a todo processo, o primeiro passo foi a instalação do sistema operacional Windows Server 2012 R2. Com isso foram realizadas as configurações iniciais. Concluindo as configurações, evoluímos para a janela de iniciar a instalação, onde foi clicado no ícone “*install now*” para iniciar a instalação do sistema, que logo deu acesso a tela, onde foi inserida a chave do Windows, a qual já se deve ter em mãos para dar continuidade na instalação.

Em seguida com a licença concluída foi mostrado na tela duas opções do sistema operacional: o Windows Server 2012 R2 Standard (Server Core Installation), que funciona somente com modo texto após sua instalação ou Windows Server 2012 R2 Standard (Server *with* a GUI), que funciona como interface gráfica. Nesse trabalho foi escolhida a opção com interface gráfica, ou seja, o Windows Server 2012 R2 Standard (Server *with* a GUI). Foi aberta uma janela apresentada na Figura 1, informando os termos de licença. Clicou-se em aceitar e *next* para avançar.

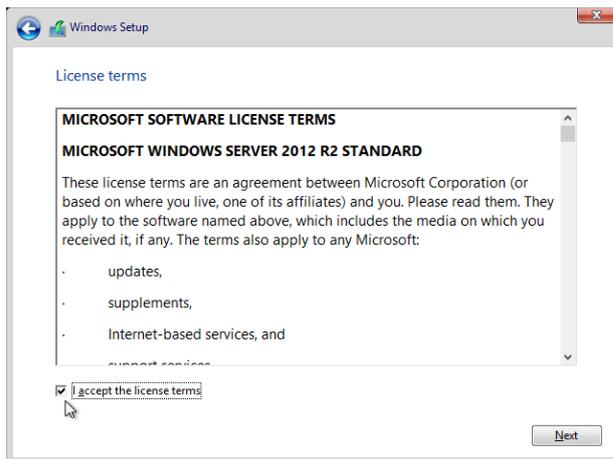


Figura 1: Termo de licença

Após aceitar os termos de licença, o SO deu-nos a opção de fazer um *upgrade*, desde que já se tivesse os servidores do Windows instalados, então deve-se atualizar ou clicar na opção *Custom: Install Windows only (advanced)* para dar continuidade a instalação. Nesse trabalho foi escolhida a opção personalizada para dar maior mobilidade a instalação. Em seguida foi selecionado o disco desejado para arquivar, e não foi preciso criar a partição pois já é criado automaticamente, a não ser que se faça necessário dividir o disco. Em seguida clicou-se em “*next*” para dar continuidade a instalação. Com isso teve-se o início a instalação do Windows Server, esse processo demorou alguns minutos para sua conclusão.

Finalizado o processo de instalação foram realizadas as configurações iniciais. Para isso, foi criado antes uma senha para o administrador do servidor e o programa foi atualizado e liberada a área de trabalho para que pudesse ser iniciado as outras configurações, como mostrado na Figura 2.

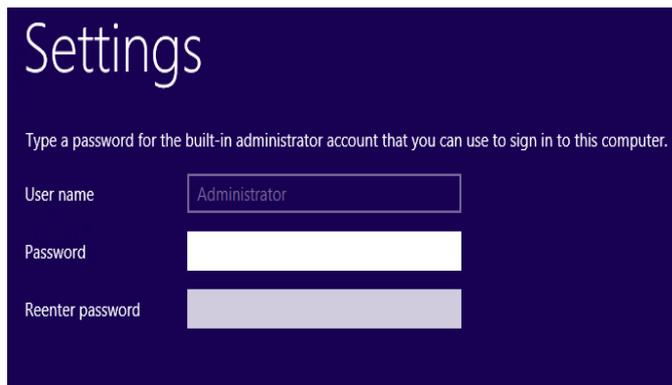


Figura 2: Configurações iniciais.

Assim, com o servidor instalado clicou-se em CTRL+ALT+DEL e logo em seguida apareceu na parte superior da tela a solicitação de senha, que foi criada anteriormente, para o administrador do servidor. A área de trabalho foi carregada pela primeira vez e com isso pode-se dar início às configurações desejadas.

3.1.1.2 Instalação do Controlador de Domínio Active Directory (AD-DS)

Para iniciar a instalação do AD-DS, foi necessário primeiro abrir o Gerenciador de Servidores. Em seguida, clicou-se em Adicionar Funções e Recursos. E logo após clicou-se através da função no painel do canto superior esquerdo em próximo, na janela de assistente de adição de funções e recursos, foi selecionado a opção Instalação baseada em função ou recurso e clicado em próximo. Em seguida, abriu-se uma janela que solicitou qual o servidor que se deseja instalar e foi escolhido o AD (LABUESB01) e clicado em próximo.

Foi selecionada a opção Serviço de Controlador de Domínio Active Directory e na caixa seguinte, selecionou-se o ícone "Adicionar Recursos" e clicou-se em Próximo. Na janela seguinte que foi aberta, não foi selecionada nenhuma opção e clicou-se em próximo. Assim como ocorreu também na janela posterior, a qual mostra informações, acerca de uma breve descrição do AD-DS, que diz que os serviços de diretório Active Directory (AD-DS) armazenam informações sobre objetos na rede e disponibilizam essas informações para usuários e administradores de rede. Apenas clicou-se em

próximo para dar seguimento.

Na janela seguinte, selecionou-se a opção "Reiniciar cada servidor de destino automaticamente se necessário", para que o próprio servidor reiniciasse automaticamente durante o processo de instalação, sem ser necessária a ação do administrador de redes, e clicou-se em "Instalar".

Após instalar o AD-DS, foi necessário configurar o servidor LABUESB01 como controlador de domínio, para isso, clicou-se na opção: "Promover este servidor a um controlador de domínio". Caso desejemos instalar o servidor como um controlador filho da árvore da UESB (que até o momento ainda não existia), selecionou-se a opção: "Adicionar um novo controlador de domínio a uma floresta existente". Porém em nosso ambiente de testes, foi criada uma nova floresta com o nome **uesb.local**, para isso, foi selecionada a opção "Adicionar uma nova floresta" e foi adicionado o nome do domínio raiz: UESB.LOCAL e clicou-se em "Próximo".

Em Opções do Controlador de Domínio, foi selecionado qual o nível funcional da floresta e do controlador de domínio. Essa opção irá dizer a partir de qual versão do Windows Server poderá ser adicionado ao domínio como controlador. Como o Samba4 (Substituto do AD para Linux) possui nível funcional do Windows Server 2008 R2, foi decidido colocar esse nível funcional, para em caso de necessidade, adicionar o Linux como um Controlador de domínio secundário. Mais abaixo surgiu uma requisição de senha para o "Modo de restauração do Serviço de Diretório", essa senha é necessária para caso ocorra algum problema com o AD seja utilizada como uma senha mestra para tentar corrigir falhas no domínio. Após digitá-la, foi clicado em "Próximo".

Surgiu então uma tela onde o gerenciador informa que não foi possível criar uma delegação DNS para este servidor, isso ocorreu, pois não existia ainda o domínio UESB.LOCAL criado, caso este fosse um servidor de Domínio secundário, ele não informaria esse erro, pois iria clonar o domínio do servidor master para esse novo servidor criado. Após isso, clicou-se em "Próximo". Em seguida, foi selecionado qual nome para o domínio irá aparecer para servidores e estações que rodam versões legadas do Windows usando a resolução de nomes NetBIOS, colocou-se UESB, visto que nosso domínio é (UESB.LOCAL) e clicou-se em "Próximo".

Na tela, que foi expandida, o administrador poderá jogar as informações de banco de dados do domínio, os logs e por fim o diretório SYSVOL, diretório que irá armazenar as políticas de grupos do domínio entre outras informações necessárias. Por padrão ficam todas na mesma partição de instalação do SO, porém para melhoria de desempenho em ambientes de grande porte, é recomendado que fossem direcionados para outros discos mais rápidos. Após ter feito a seleção, clicou-se em "Próximo". Dando seguimento, viu-se um resumo de todas as opções selecionadas no setup, após uma verificação e visto que nenhuma opção errada foi selecionada, foi clicado em "Próximo".

O Sistema Operacional irá analisar se não existe nenhum problema com as opções selecionadas, esse processo pode demorar alguns segundos ou até minutos, se tudo estiver correto, o botão "Instalar" será habilitado e conforme seguimento, foi clicado em instalar e procedeu-se a instalação. Durante esse processo, o servidor irá instalar o serviço de DNS, Controlador de Domínio e demais serviços requisitados. Devido à quantidade de serviços a serem instalados, o processo pode demorar um pouco.

3.1.1.3 Instalação do Remote Desktop Services (RDS)

Não é recomendado a instalação do Serviço de Remote Desktop Services no mesmo servidor que o serviço do Active Directory, devido a problemas de segurança, porém em nosso ambiente, que é para fins educacionais e por falta de recursos para criação de máquinas virtuais isoladas, fez-se necessário a instalação de ambos no mesmo servidor. O Remote Desktop Services é o Serviço da Microsoft para que usuários possam acessar Servidores ou Desktops via rede, seja ela rede local ou internet, como se estivesse na frente do computador.

Para iniciar a instalação do RDS, primeiramente foi aberto o Gerenciador de Servidores, em seguida, clicou-se em Adicionar Funções e Recursos, conforme demonstrado na Figura 3.

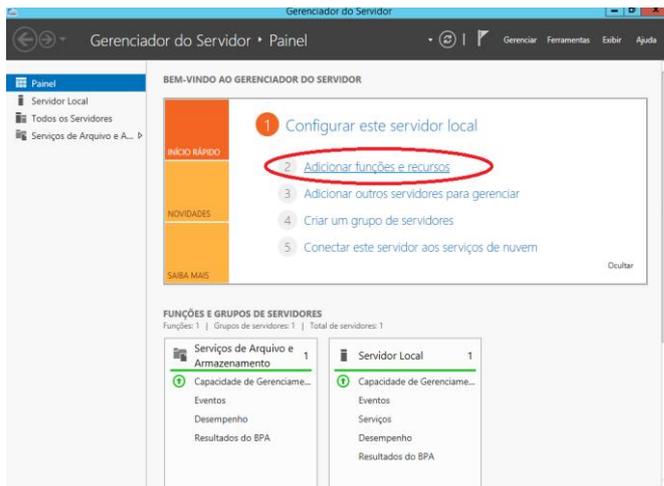


Figura 3: Painel de funções e recursos.

Dando seguimento, clicou-se em Próximo, na janela que explica a funcionalidade do assistente de adição de funções e recursos. E na janela que foi aberta, sobre a seleção do tipo de instalação, selecionou-se a opção Instalação de Serviços de Área de Trabalho Remota e clicou-se em Próximo para avançar. No nosso ambiente, como foi instalado em apenas um único servidor, usamos a opção “Início Rápido”, mais caso tivéssemos mais de um servidor RDS instalado e integrado ao nosso Controlador de Domínio, para fazer o balanceamento dos acessos dos usuários, seria necessário selecionar a opção "Implantação padrão". Assim após a escolha clicou-se em Próximo.

Em “Cenário de implantação”, é necessário fazer a escolha, de acordo com a necessidade do Remote Desktop Services, se será usado para entregar aos usuários o Desktop de uma “Virtual Machine” (VM (VDI)), selecionando se a opção “Implantação de área de trabalho virtual baseada em Computador” ou se o mesmo irá prover apenas sessão remota a um Servidor Windows Server. Devido à grande quantidade de usuários simultâneos e a limitação de hardware, tanto em nosso ambiente de testes, como no ambiente real da UESB, a opção escolhida foi a de “Implantação Baseada em Sessão”, e clicou prontamente em próximo, para dar seguimento. Foi necessário selecionar todos os servidores Windows que estão integrados ao Domínio UESB.LOCAL e que desejamos utilizar para prover o serviço de Área de Trabalho Remota (RDS). Caso fosse selecionados mais de 1 servidor, o próprio Windows Server iria fazer um balanceamento entre os servidores selecionados a cada conexão

dos usuários. Então, após realizado as configurações referidas, fazendo a seleção do servidor, clicou-se em Próximo, dando continuidade à instalação.

Em seguida, na tela referente a confirmação, foi selecionado a opção "Reiniciar o servidor de destino automaticamente, se necessário", habilitando o botão Implantar, para que todo o processo de implantação da ferramenta fosse iniciado. Após o processo de implantação ser concluído o Windows Server foi reiniciado automaticamente como de praxe, quando iniciado novamente o RDS já estará configurado.

3.1.1.4 Configuração do Remote Desktop Services

Após a instalação do Remote Desktop Services (RDS), é necessário realizar a configuração do mesmo, para dar seguimento ao processo. Assim, foi aberto o Gerenciador de Servidores, para iniciar as configurações. Em seguida, foi clicado na opção "Serviços de área de trabalho remota", no canto esquerdo da tela. Dando continuidade, clicou-se no ícone "Licenciamento de área de trabalho remota".

E em seguida foi adicionado o servidor "LABUESB01" como servidor de licenças de área de trabalho remota e clicou-se em Próximo, na tela de seleção de servidor. Para confirmar a seleção realizada acima, foi aberta a janela de confirmação do licenciamento de área de trabalho remota do servidor selecionado LABUESB01.LOCAL, na qual foi clicado na opção Adicionar. Após configurar o servidor de licenças com sucesso, clicou-se em "Revisar propriedades de Licenciamento de Área de Trabalho Remota para a implantação", na janela exibir progresso. Foi mostrado na tela, a janela de propriedades de implantação, que informa o tipo de Licenciamento de Área de Trabalho Remota. Para Este licenciamento do RDS, existem duas opções, o licenciamento por Usuários ou Por Dispositivos. Neste trabalho como foi utilizado um ambiente que simula um laboratório didático para cursos de ciência da computação, onde tem-se muito mais usuários do que computadores que iram conectar aos servidores remotos. Escolheu-se a opção com menor custo de licenciamento, que é o licenciamento por dispositivos. Por isto, foi selecionado e clicou-se no botão "Aplicar" e "Ok" e depois foi fechada a tela. E para finalizar, após realizada a configuração, o servidor foi reiniciado

para que todos os serviços necessários fossem restaurados e por fim, iniciado os testes com o Raspberry Pi

3.1.1.5 Criação da estrutura do AD, Usuários e Grupos Raspberry Pi

3.1.1.5.1 Criação de usuários

Para que um usuário consiga acessar o servidor via Área de Trabalho Remota, o mesmo tem que possuir um usuário cadastrado no Domínio UESB.LOCAL, assim como as permissões necessárias para tal acesso. Por padrão, para acessar a Área de Trabalho Remota no Windows, o usuário deve pertencer a um dos dois grupos: Administradores do Domínio ou Usuários da Área de Trabalho Remota do Windows.

Afim de simplificar o nosso gerenciamento, foi criado uma estrutura hierárquica do nosso ambiente no Gerenciador de Usuários e Computadores do Active Directory, instalado anteriormente. Para este acesso segue abaixo os passos realizados.

No primeiro momento abriu-se o menu iniciar e buscou-se pelo ícone "Usuários e Computadores do Active Directory". Em seguida foi expandido o Domínio UESB.LOCAL e logo depois foi expandido a opção "novo" e na sequência clicado em "Unidade Organizacional" como mostrado na Figura 4.

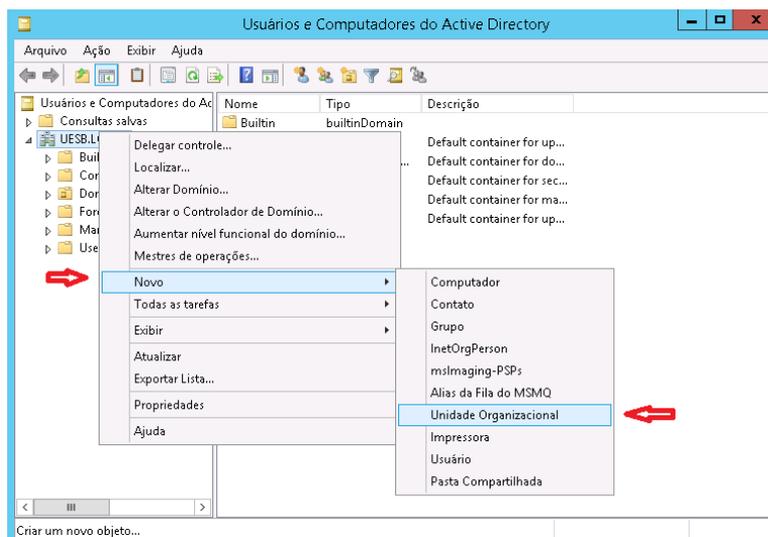


Figura 4: Tela do menu iniciar.

Realizado as opções acima, foi aberto a janela para criação de uma

Unidade Organizacional (Container para implantação de objetos do AD), foi inserido "UESB", na caixa denominada para colocar o nome e depois foi selecionado a opção "proteger contêiner contra exclusão acidental" e clicado em "OK" para dar seguimento. Estando a Unidade Organizacional UESB criada, foi realizado dentro desta as demais estruturas: Alunos, Professores, Funcionários e Grupos da mesma forma que nas telas anteriores. Após criar as Unidades Organizacionais, foi expandida a Unidade Organizacional denominada de Grupos, em sequência expandido clicando em "novo" e depois clicou-se no ícone Grupo, aberto na aba seguinte.

Para seguimento do processo foi criado um grupo chamado "Remoto" e foi selecionado na opção escopo do grupo, a função Global e o tipo de grupo escolheu-se a opção segurança e clicou-se em "OK". Esses passos são importantes para que todos os membros deste grupo consigam acessar a Área de Trabalho Remota do Windows. Com o grupo "Remoto", para ter acesso ao mesmo, foi selecionado e clicou-se nele e depois em "propriedades". Dentro da janela referente as propriedades de remoto, foi clicado na opção "Aplicar" e na sequência em 'OK'.

Com o grupo Remoto criado, foi iniciado a criação dos Usuários que irão acessar o servidor. Para isso, adentrou-se na Unidade Organizacional "Alunos" e expandiu, para abrir a aba com a opção "novo", que foi expandido na sequência e depois clicado em "Usuário". Na tela, foi criado o primeiro aluno. Este aluno foi nomeado com o sobrenome de Template. E serviu de modelo para a criação dos demais alunos. O usuário criado pode-se apenas conectar a área de trabalho remota e não tem-se desktops conectando ao domínio. Foi criado a senha para o usuário, deixando uma senha padrão liberada para o mesmo e a conta desbloqueada e clicado em avançar. Após ter criado o usuário, adicionou o mesmo no grupo "Remoto", criado anteriormente, para que este pudesse ter acesso a área de trabalho remota do Windows. Assim foi realizado esses passos da seguinte maneira: clicou-se na UO "Alunos", na sequência em aluno Template e em seguida em propriedades.

Em seguida clicou-se em "Membro de" e selecionou o grupo "Remoto" escrevendo "Remoto" no local onde pede o nome do objeto a ser selecionado, na sequência clicou-se em "OK" e depois em "OK" na tela de propriedade do Aluno Template. A partir desse ponto, todo novo usuário que se deseje criar, é

só clicar em "Aluno Template" com o botão direito e selecionar a opção "Copiar". Para dar seguimento a cópia, foi preenchido os dados necessários e clicou-se em "Avançar".

Foi informado a senha e por fim clicou-se em "Avançar" novamente.

3.1.1.5.2 Instalação do Raspbian no Raspberry Pi

O Raspberry Pi, possui uma infinidade de distribuições Linux compatíveis com ele, entre elas, versões minimalistas, focadas em servidores, até mesmo versões com desktops completos. Entre as distribuições mais famosas para ele está o Raspbian, uma distribuição Baseada no Debian Linux, é o sistema operacional oficial escolhido pela fabricante do Raspberry Pi e que se encaixa perfeitamente nas nossas necessidades, pois o Raspbian tem como grande vantagem, o fato de possuir várias ferramentas para programação, como IDE Java (Blue J Java IDE), editor de texto com Highlight Syntax, que se chama (Geany), Python2 e Python3, entre outros, além de possuir todo o repositório do Debian ao seu dispor.

Existem algumas formas para instalar o Raspbian no Raspberry Pi. Neste trabalho foi escolhido a forma mais didática, a qual é realizada com a utilização do instalador Noobs, fornecido pelo fabricante do raspberry Pi para o Raspbian. Este processo foi realizado dentro do site oficial do raspberry Pi, cujo endereço da página é www.raspberrypi.org e clicou-se na opção downloads. No momento seguinte que clicou-se em downloads, foi aberto a janela informando sobre o raspbian como sistema operacional oficial do raspberry Pi e direcionando para o download do noobs, que para começar, foi clicado em cima de seu ícone.

Em seguida foi aberto na tela, as duas versões disponíveis do noobs. A primeira opção diz respeito a versão mais completa, já a segunda, é o noobs lite, uma versão mais simples. Foi escolhida a versão completa, para fazer o download e clicou-se em "download zip" baixando o arquivo zipado. Para guardar o arquivo zipado baixado anteriormente, foi necessário a utilização de um cartão micro sd com oito gigabyte de memória e formatado no formato FAT32. O mesmo foi conectado a um computador e foi extraído os arquivos do arquivo zipado, que foi baixado do site oficial do Raspberry Pi, para o cartão

micro sd. Após o encerramento do processo de extração, todos os arquivos ficaram guardados, considerando a versão baixada na data em que esse trabalho estava sendo produzido. Em posse do cartão de memória carregado com os arquivos necessários, o mesmo foi conectado na entrada de cartão micro sd da placa do Raspberry Pi e em seguida conectado o mouse, teclado, monitor e ligou-se a fonte de energia e o Raspberry Pi foi ligado. Na sequência apareceu a tela para ser escolhido o sistema operacional que foi instalado. Dando seguimento ao processo de instalação, foi selecionado o sistema operacional Raspbian e clicado no ícone "*install*" no canto superior da tela.

Com isso, irá aparecer uma mensagem informando que o sistema operacional será instalado e todos os dados do cartão micro sd serão perdidos, então clicou-se em "yes" para começar a instalação. Neste momento foi aguardado o processo de instalação que demora alguns minutos, pois foi instalado um sistema operacional em um cartão micro sd o qual a velocidade de leitura e escrita são bem menores se comparado a um HD. Aparecendo na tela, a imagem da logomarca do Raspberry Pi, dando boas-vindas aos sistema. Ao termino da instalação apareceu uma mensagem avisando que o sistema foi instalado com sucesso, então clicou-se em ok e o sistema foi inicializado. Assim este ficou possível para utilização do Raspbian.

3.1.1.5.3 Configuração do Raspberry Pi para conexão Remota ao RDS

Como foi dito anteriormente, foi realizado a instalação do Raspberry, Pi. Para dar continuidade, foram realizados as configurações necessárias. Para tanto, foi iniciado o Raspberry Pi, em seguida o Terminal foi aberto. E com ele foi atualizado os repositórios com o comando: `sudo apt-get update`. Assim após a atualização do repositório, foi feita a instalação dos pacotes rdesktop e Remmina com o seguinte comando: "`sudo apt-get install rdesktop remmina`". Conclui-se a instalação e para dar seguimento, abriu-se na tela o "Menu Iniciar", em sequência expandiu para o ícone internet e após seleção, na aba seguinte clicou-se na opção Remmina. Assim que adentrou-se no Remmina, foi clicado no botão "Novo" e configurado o Servidor LABUESB01 para conexão (ou caso estivesse usando um grupo de servidores, o IP do Gateway RDS) e preenchido e por fim clicado em "Save".

Após ter configurado o acesso remoto, clicou-se no botão "Conectar", foi informado o usuário e a senha e clicou-se em OK para que fosse conectado ao laboratório UESB. Finalmente após a conexão no Windows Server pode-se perceber que houve o mapeamento da pasta /home/pi do Raspberry Pi com o Windows Server. Esse mapeamento servirá para troca de informações entre os dois sistemas operacionais de forma segura.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar o desempenho da estrutura de rede, foi planejada uma sequência de testes. Estes foram executados utilizando um servidor com processador Intel Core de 3.07 Ghz com 4 GB de memória RAM DDR3 e quatro Raspberry Pi, sendo 1 Raspberry Pi 3 modelo B com CPU Quad Core 1.2 GHz Broadcom BCM2837 64bit e 1GB de memória RAM e os outros três do modelo Raspberry Pi 1 modelo A+ com CPU single-core de 1 GHz e 512 MB de memória RAM.

Os testes consistiram basicamente em acessar remotamente aplicativos instalados no servidor de aplicação usando como terminais de acesso quatro Raspberry Pi. Foram colhidas informações de memória e processamento no servidor e avaliada a usabilidade dos Raspberry Pi como thin clients. Estes softwares, instalados no servidor de forma prévia, foram escolhidos tendo como

base seus requisitos mínimos de processamento e memória e também por serem comumente utilizados em laboratórios didáticos em cursos de Ciência da Computação. No entanto essas aplicações poderiam perfeitamente ser substituídas por outras aplicações similares e em nada prejudicaria o teste. No Quadro 1 estão exibidos os softwares utilizados nos testes com uma breve descrição.

Quadro 1: Aplicações utilizados no teste:

Aplicação	Descrição
Microsoft Word	Aplicação de uso geral
Google Chrome	Navegador de uso geral
Astah Community	Aplicação para modelagem UML
Netbeans IDE 8.2	Aplicação utilizada para desenvolvimento de softwares em várias linguagens de programação.

Primeiramente a máquina servidora e os quatro Raspberry Pi foram interligados a um roteador, sendo 3 conectados através de cabos de rede de par trançado, e o outro através de conexão sem fio. Logo em seguida todos os dispositivos foram conectados a energia e inicializados, após isso os quatro Raspberry Pi foram conectados remotamente ao servidor e nesse momento o uso de CPU era de 0% por cento e o de memória era 38% como pode ser visto na Figura 5.

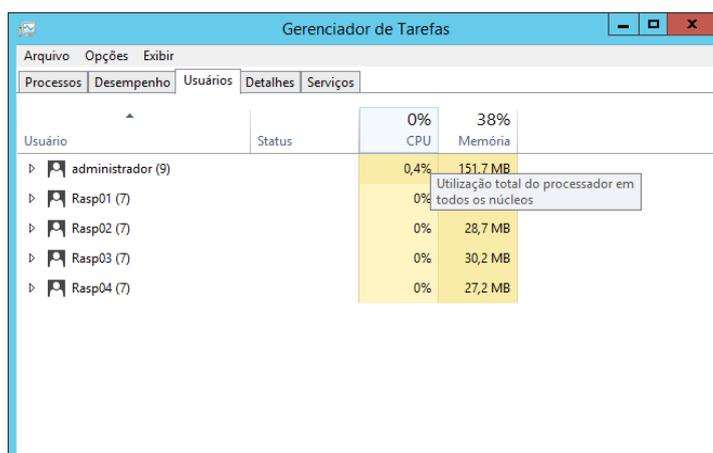


Figura 5: consumo de CPU e memória antes dos testes.

Então na primeira fase de testes foi aberto o software Microsoft Word

nos quatro thin clients. Observou-se uma variação nos valores de CPU e memória, onde o valor de CPU atingiu o pico de 3% no momento da inicialização, já a memória ficou estável em 47% como pode ser visto na Figura 6. A usabilidade nos terminais se manteve normal.

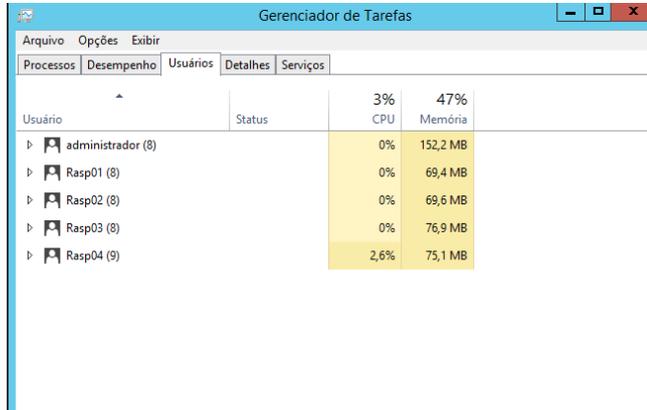


Figura 6: primeira etapa de testes

Na segunda fase foi aberto o software Google Chrome em todos os usuários e observaram-se novos valores de CPU e memória, onde o valor da CPU atingiu o pico de 30% e memória registrou 55% de uso, como pode ser visto na Figura 7. A usabilidade nos terminais se manteve normal.

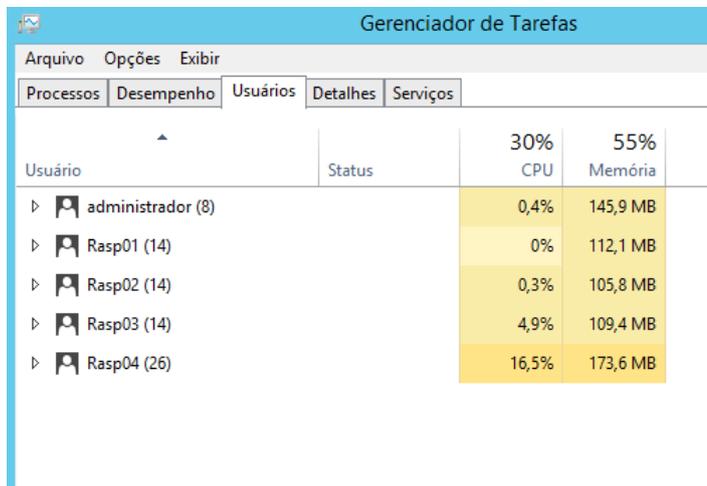


Figura 7: terceira etapa de testes

Na terceira fase foi aberto o software Astah Community em todos os thin clients e observaram-se novos valores de uso de CPU e memória, onde o valor de CPU no momento de inicialização do software atingiu o pico de 19% e registrou 65% do uso de memória, como pode ser visto na figura abaixo. A usabilidade nos terminais se manteve normal.

Usuário	Status	19% CPU	65% Memória
administrador (8)		0%	149,0 MB
Rasp01 (15)		0%	249,9 MB
Rasp02 (15)		0%	244,9 MB
Rasp03 (15)		18,7%	221,3 MB
Rasp04 (14)		0%	105,8 MB

Figura 8: terceira etapa de testes

Na quarta fase foi aberto o software Netbeans IDE 8.2 em dois thin clientes e observaram-se novos valores de uso de CPU e memória, onde registrou-se o pico de 86% nos valores de CPU e a memória atingiu o pico de 92% de uso, como pode ser visto na Figura 9. A usabilidade nos terminais se manteve normal.

Usuário	Status	86% CPU	92% Memória
administrador (8)		0,3%	150,5 MB
Rasp01 (16)		0,9%	805,7 MB
Rasp02 (16)		76,3%	539,9 MB
Rasp03 (15)		0,4%	250,3 MB
Rasp04 (15)		0,2%	250,6 MB

Figura 9: quarta fase de teste parcial

Em seguida foi aberto o mesmo software nos thin clients restantes e os terminais e no próprio servidor ficaram praticamente inoperantes na maior parte do tempo, principalmente no momento da inicialização do software, onde o uso de memória registrou o pico de 99% no entanto o uso de CPU não passou de 50%, como visto na Figura 10. Depois que todos os terminais terem conseguido carregar o software, os valores de memória ficaram estáveis com valores em torno de 95% mas ainda assim a usabilidade nos terminais se manteve muito ruim, no qual a tela ficava congelada por um tempo considerável.

Para que toda a rede ficasse operacional novamente foi necessário somente fechar a aplicação Netbeans IDE 8.2 em ao menos dois terminais, não sendo necessário desligar a conexão.

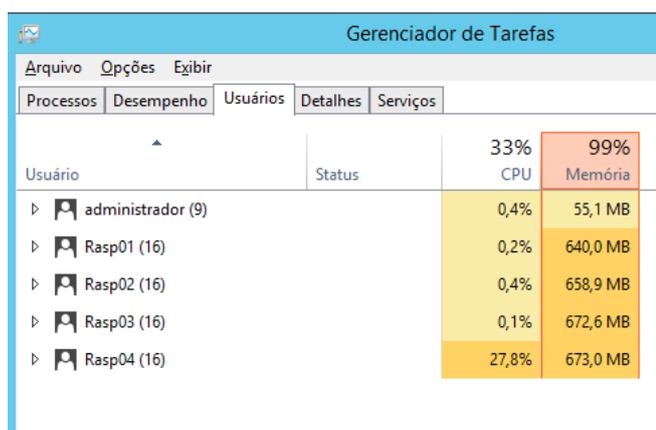


Figura 10: quarta fase de testes completa.

O teste decorreu basicamente em executar uma aplicação por vez remotamente em todos os thin clients e só depois de completamente carregada é que a próxima aplicação seria aberta e mantida em execução juntamente com a aplicação anterior e em cada uma dessas fases eram colhidos dados do consumo de CPU e memória do servidor que foram associados a cada etapa do teste, demonstrando como estava o servidor naquele momento. Todos esses dados estão descritos de forma resumida no quadro 2.

Quadro 2: Apresentação do resumo dos resultados:

Teste	Aplicações	Uso de CPU	Uso de memória
Antes de iniciar o teste		0%	38%
Fase 1	Microsoft Word	3%	47%
Fase 2	Google Chrome	30%	55%
Fase 3	Astah Community	19%	65%
Fase 4	Netbeans IDE 8.2 em dois thin clients	86%	92%
Fase 5	Netbeans IDE 8.2 em todos os thin	50%	99%

	clients		
--	---------	--	--

Como pode ser visto no quadro 2, o que vai determinar o desempenho dos thin clients são as configurações de hardware do servidor e as necessidades de processamento e memória das aplicações, uma vez que o thin client deve ter uma configuração mínima apenas para se inicializar e conseguir carregar a aplicação que faz o acesso remoto ao servidor. À medida que as aplicações vão sendo carregadas no servidor, através de solicitações feitas pelos thin clients, o servidor vai ficando sobrecarregado até ficar inoperante prejudicando assim a usabilidade no thin client.

A proposta desse teste foi avaliar o desempenho de um laboratório didático para o curso de Ciência da Computação utilizando o Raspberry Pi como thin client e nesse sentido o teste se mostrou satisfatório apesar de na última fase do teste o servidor ter ficado com um mal desempenho devido a execução de uma aplicação que necessita de valores expressivos de memória, o que era esperado devido as limitações de hardware do servidor.

O teste demonstrou também que a montagem de um laboratório didático para o curso de ciência da computação utilizando Raspberry Pi como thin clients é plenamente viável, desde que esse laboratório seja bem dimensionado, onde a escolha do servidor, em termos de hardware, e quantidade de thin clients que vão acessar esse servidor simultaneamente vai determinar o sucesso ou fracasso em relação ao desempenho de toda estrutura desse laboratório.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho teve por objetivo avaliar e propor uma estrutura de laboratório didático para curso de Ciência da Computação, utilizando Raspberry Pi como microcomputadores baseados em thin clients que acessam um servidor de aplicações. E nesse aspecto conclui-se que esse objetivo foi plenamente atingido onde a estrutura de laboratório se comportou de forma mais que satisfatória como demonstrado nos testes.

O Raspberry Pi se mostrou uma ferramenta completamente viável, tanto do aspecto técnico quanto do sustentável, pois atendeu perfeitamente tudo aquilo que se espera de thin client, onde houve uma perfeita comunicação com o servidor, conseguindo executar aplicações que juntas requerem uma quantidade de processamento e memória considerável sem grandes transtornos, ficando limitada apenas às configurações de hardware do servidor além de ser um equipamento de baixo custo e que consome pouca energia e que gera pouco resíduo eletrônico, atendendo assim os requisitos de TI verde e ainda possui uma configuração de hardware interessante, considerando o modelo mais moderno, que permite a execução de várias ferramentas utilizadas em laboratórios didáticos para cursos de Ciência da Computação de modo local, sem a necessidade de se utilizar o servidor, o deixando apenas para quando se necessitar utilizar softwares que requerem mais processamento e memória, apesar dessa ideia fugir da finalidade dos thin clients, evidenciando assim que o Raspberry Pi é uma ótima solução de TI verde, pois atende os aspectos ambiental, social e econômico.

Foi utilizada para se configurar o servidor a plataforma Windows com a ferramenta RDS para acesso remoto. E essa se mostrou uma ferramenta muito intuitiva tornando a configuração do servidor relativamente simples, além de permitir uma ótima comunicação entre os thin clients e o servidor. No entanto há uma ressalva a se fazer, apesar dessa estrutura de rede ter se comportado muito bem ela foi implementada sobre uma plataforma de software proprietária, que requer licenças de uso que podem elevar o custo financeiro e podendo tornar o projeto inviável ou muito caro, por esse motivo se recomenda para trabalhos futuros a implementação dessa mesma estrutura sob a plataforma de software livre.

REFERÊNCIAS

ABREU, A.F., MONTEIRO, M. S., ROMITO, P.R. Ti Verde – Implementação de Práticas Sustentáveis em Empresa de Tecnologia da Informação. FACEC, IX Simpósio de Excelência e Gestão em Tecnologia, 2012

ALCANTRA, Andrea Oliveira. Ferramentas de Governança de TI: Agregando Vantagens Competitivas às Organizações. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 05, Vol. 04, pp. 5-45, Maio de 2018. ISSN: 2448-0959.

CANFORA, J.P. DAPONTE, et al. Remotely accessible laboratory for electronic measurement teacin. Computer Standards & Interfaces, v.26, n.6, p.489-499. 2004.

D'Souza, C., Taghian, M., Lamb, P., & Peretiatkos, R. (2006). Green products and corporate strategy: an empirical investigation. *Society and Business Review*, 1(2), 144-157. DOI: 10.1108/17465680610669825

GRANDINI, Nádia Alves, Grandini Carlos Roberto. Laboratório Didático: Importância e Utilização no Processo Ensino-Aprendizagem. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Universidade do Sagrado Coração Bauru, Curitiba – 2008.

GUPTA, S. Computing with Green responsibility. Proceedings of the International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology, 2010.

IBGC Intituito Brasileiro de Governança Corporativa, <http://www.ibgc.org.br>. Acesso jul.2018

LADEIRA, W.; COSTA, J.; ARAUJO, C. Green IT e o Processo de Produção de Informação: Uma Análise das Atividades que Produzem Sustentabilidade Ambiental. Anais do XXXIII ENANPAD, 2009.

MICROSOFT. Prioridades de negócios Enterprise: TI verde. 2010. Disponível em: <http://www.microsoft.com/brasil/windows/enterprise/business-priorities/green-it.aspx>. Acesso em: jan. 2018.

MORAIS, F. L. Thin client Raspberry PI. Curso de Ciência da Computação, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2015

Murugesan, S. (2010). Harnessing green IT: principles and practices. *IT Professional*, 10(1), 24-33. DOI: 10.1109/MITP.2010.10

NETO, R.M e FAXINA, J.M. TI Verde e Sustentabilidade, Revista de Ciências Exatas e Tecnologia. V.7N.72012, p 159-174

PARAISO, M. R de A; SOARES, T. O. R; ALMEIDA, L. A de. Desafios e práticas para a implementação da tecnologia da Informação Verde nas empresas Baianas: um estudo sob a perspectiva dos profissionais de tecnologia da informação. Bahia, 2009. 15f. XI Encontro nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente.

REZENDE, B. A. Análise de Desempenho de Terminais Leves em Laboratórios de Informática. Lavras – Minas Gerais, 2008. 77p : il.

PINTO, T. M. da C; SAVOINE, M. M. Estudo sobre TI Verde e sua aplicabilidade em Araguaína. Revista Científica do ITPAC. 2011, v.4, n.1, p. 11-12, 2011.

PINTO, F. N. TI Verde: Tecnologia sendo influenciada pelo meio ambiente. São Paulo, 2009. Disponível em: Acesso em: Abril 2018.

PINSKY, V.C., DIAS, J.L., KRUGLIANSKAS, I., Gestão Estratégica da Sustentabilidade. Ver. Adm. UFSM, Santa Maria, v.6, n.3, p. 465-480 set.2013 DOI: 10.5902/1983465910020

PORTER, Michael E.; LINDE, Claas van der. Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Business Review*, Cambridge, v. 73, n. 5, p. 120-134, Sept./Oct.1995a

SCHMIDT, N., Erekat, K., Kolbe, L., & Zarnekow, R. (2010). Predictors of Green IT adoption: implications from an empirical investigation. *Proceedings of the Americas Conference on Information Systems (AMCIS)*, Lima, Peru.

TOMIATTI, T. S. Governança de TI, São Paulo, São Paulo, 2012. 40 p.
Disponível em: < <http://www.fatecsp.br/dti/tcc/tcc00048.pdf>>. Acesso fev. 2018

VANTTINEN, M., & Pyhalto, K. (2009). Strategy process as an innovative learning environment. *Management Decision*, 47(5), 778-791. DOI: 10.1108/00251740910960114

WATSON, R., Boudreau, M., & Chen, A. (2010). Information systems and environmentally sustainable development: energy informatics and new directions for the IS community. *MIS Quarterly*, 34(1), 23-38.

WRIGHT, Peter, KROLL, Mark J, PARNELL, John. Administração Estratégica: conceitos. São Paulo: Atlas, 2000.