

Túlio Afonso Vieira Silva

Sistema Thin client para aplicações laboratoriais de ensino

Uberlândia

2019

Túlio Afonso Vieira Silva

Sistema Thin client para aplicações laboratoriais de ensino

Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Campus Santa Mônica, como requisito para obtenção do título de Graduação de Controle e Automação.

Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Faculdade de Engenharia de Controle e Automação

Orientador: Josué Silva de Moraes

Uberlândia

2019

Afonso, Túlio

Sistema Thin client para aplicações laboratoriais de ensino/ **Túlio Afonso Vieira Silva. – Uberlândia, 2019-**

45 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Josué Silva de Moraes

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Faculdade de Engenharia de Controle e Automação , **2019.**

1. Thin-client. 2. Raspberry. 3. Automação. I. Orientador Dr. Josué Silva de Moraes. II. Universidade Federal de Uberlândia III. Faculdade de Engenharia Elétrica. IV. Curso de Engenharia de Controle e Automação.

Túlio Afonso Vieira Silva

Sistema Thin client para aplicações laboratoriais de ensino

Trabalho de Conclusão de Curso da Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Campus Santa Mônica, como requisito para obtenção do título de Graduação de Controle e Automação.

Trabalho aprovado. Uberlândia, 04 de julho de 2019:

Josué Silva de Moraes
Orientador

Prof. Renato Santos Carrijo
Avaliador

Bela. Aline de Cássia Magalhães
Avaliadora

Uberlândia
2019

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, ao meu pai Geraldo Antônio, minha mãe Eliane Abadia e ao meu irmão Lucas, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. Ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Faculdade de Engenharia Elétrica - UFU e às pessoas com quem convivi nesses espaços ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Josué Silva de Moraes, na qualidade de orientador, agradeço a oportunidade concedida para a realização deste trabalho, a dedicação e o profissionalismo demonstrado, assim como a amizade e motivação, sem deixar de salientar a enorme disponibilidade apresentada para resolução dos problemas inerentes a realização deste trabalho, principalmente nos momentos de maiores dúvidas.

Aos meus colegas de faculdade, pela colaboração, amizade e solidariedade tão importantes na difícil vida académica de forma especial ao discente Gabriel Carneiro, pois sua ajuda foi essencial para construção dos resultados deste trabalho.

Agradecimentos para banca avaliadora para dispor do seu tempo e seus conhecimentos criteriosos para avaliação desse trabalho.

Agradeço à Faculdade de Engenharia Elétrica pois com o time de professores das diversas disciplinas, foram fundamentais para a realização científica deste trabalho.

A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.
(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho apresenta inicialmente a motivação para realização deste projeto, no qual busca aplicar os conceitos da arquitetura Thin-client em um laboratório de computadores dentro da universidade, utilizando a Raspberry Pi 3. Foi exposto os requisitos mínimos para construção da arquitetura, com um detalhamento dos componentes utilizados no projeto e suas vantagens de escolha. Denota as configurações do servidor e dos usuários, tornando o acesso às estações de trabalho simplificada e de forma transparente. São apresentados os resultados obtidos com a utilização da Raspberry e os conceitos dessa arquitetura para obter um comportamento semelhante aos computadores convencionais via rede TCP/IP. Por fim, conclui trazendo observações importantes sobre pontos a melhorar nesse trabalho.

Palavras-chave: Thin-Client. Raspberry. Automação.

ABSTRACT

This work initially presents the motivation for this project, which seeks to apply the concepts of thin-client architecture in a computer lab within the university, using Raspberry Pi 3. The minimum requirements for the construction of the architecture were exposed, with a detailed of the components used in the project and their advantages of choice. Denotes server and user configurations, making access to workstations simplified and transparent. The results obtained with the use of Raspberry and the concepts of this architecture for a similar behavior to the conventional computers via TCP / IP network are presented. Finally, it concludes by bringing important observations on points for improvement in this work.

Keywords: Thin-Client. Raspberry. Automation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de uma arquitetura Thin client	15
Figura 2 – Comparação de custos entre os computadores convencionais e as máquinas Thin client	17
Figura 3 – Imagem frontal com proteção, frontal sem proteção e traseira do servidor Dell PowerEdge 2950	18
Figura 4 – Vista superior da Raspberry Pi 3 Model B	20
Figura 5 – Tela inicial de instalação do Windows Server 2012	21
Figura 6 – Diagrama de funcionamento do VirtualHere	22
Figura 7 – Tela inicial do Gerenciador do Servidor	24
Figura 8 – Tela de instalação das dependências e do AD-DS	25
Figura 9 – Tela de escolha dos caminhos dos diretórios	27
Figura 10 – Tela de conclusão de instalação e configuração	28
Figura 11 – Tela de seleção do RDS	29
Figura 12 – Tela de escolhas das opções do RDS	29
Figura 13 – Tela de seleção do RDS	30
Figura 14 – Tela de escolha da opção de desenvolvimento do RDS	31
Figura 15 – Opção de criação dos usuários para acesso no servidor	31
Figura 16 – Opção de escolha das opções de senha do usuários para acesso no servidor	32
Figura 17 – Finalização da criação do perfil do usuário	32
Figura 18 – Caminho de acesso aos serviços	33
Figura 19 – Código do primeiro serviço aplicado	34
Figura 20 – Código do segundo serviço aplicado	34
Figura 21 – Aplicativo VirtualHere Client	35
Figura 22 – Interface do Acesso Remoto	35
Figura 23 – Kit Laboratorial	38
Figura 24 – Laboratório	39
Figura 25 – Software NI executado pelo usuário em uma DAQ	40
Figura 26 – Software NI executado pelo usuário em um Arduino uno	40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD-DS	Active Directory - Domain Service
BLE	Bluetooth Low Energy
CA	Corrente Alternada
CSI	Camera Serial Interface
DAQ	Data Aquisition
DIMM	Dual Inline Memory Module
DSRM	Modo de Restauração dos Serviços de Diretório
FEELT	Faculdade de Engenharia Elétrica
FSB	Front Side Bus
GPO	Group Policy
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
IP	Internet Protocol
RDS	Remote Desktop Service
SAN	Storage Area Network
SATA	Serial AT Attachment
SD	Secure Digital
TCP	Transmission Control Protocol
TI	Tecnologia da Informação
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
USB	Universal Serial Bus

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Motivação	13
1.2	Objetivo Principal	13
1.3	Organização do texto	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Thin client	15
2.1.1	Aplicações	16
2.1.1.1	Baixo Custo	16
2.1.1.2	Operacionalidade	17
2.1.1.3	Aproveitamento de espaço	17
2.1.1.4	Expansibilidade	18
2.2	Servidor Dell PowerEdge 2950	18
2.2.1	Arquitetura SAN - Storage Area Network	19
2.3	Raspberry Pi 3 Model B	19
2.4	Microsoft Windows Server 2012 R2	21
2.4.1	Benefícios	21
2.5	Virtual Here USB	22
2.5.1	Servidor USB Linux	23
3	METODOLOGIA	24
3.1	Configuração Servidor	24
3.1.1	Instalação e configuração do AD-DS	24
3.1.2	Instalação e configuração do RDS	28
3.2	Configuração Cliente	31
3.3	Serviços	33
3.4	Aplicação USB	34
3.5	Acesso Remoto	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1	Resultados	37
4.1.1	Kit Laboratorial	37
4.1.2	Laboratório	38
4.1.3	Aplicação	39
4.1.4	Servidor Físico	41
4.2	Discussões	41

5	CONCLUSÕES	42
5.1	Conclusões	42
5.2	Trabalhos Futuros	42
	 REFERÊNCIAS	 44

1 INTRODUÇÃO

No estudo dos conceitos obtidos no curso de Engenharia de Controle e Automação, observa-se a necessidade de práticas laboratoriais visto que são demonstrados diversos conhecimentos teóricos em sala. Seguindo esta ideia, Garrido (1999) defende que os docentes necessitam tomar a posse de princípios para construção de uma consciência transformadora. Esse pensamento deve vir subsidiado pela ética profissional e pela autonomia onde tais princípios se referem ao tipo de identidade profissional que o educador irá construir em seus discentes ao longo do trajeto de sua formação acadêmica.

1.1 MOTIVAÇÃO

Este trabalho contempla uma das aplicações da automação juntamente com alguns conceitos de TI para criação de um laboratório barato e de fácil manutenção. Este laboratório proposto apresenta-se com os recursos e os padrões necessários para o curso de Engenharia de Controle e Automação utilizando a arquitetura Thin client.

Da expressão Thin client subentende-se como um termo científico para categorizar uma arquitetura onde são colocadas estações de trabalho com número de componentes reduzidos em relação aos antigos computadores de mesa. Onde são projetadas para execução de programa e projetos, de forma semelhante aos computadores anteriores, via rede remota a partir de um servidor.

Um Thin client conta com um servidor (computador de bom rendimento) provido de aplicativos e programas que realizam as tarefas mais relevantes de sua lógica interna estrutural. As estações de trabalho conectadas ao servidor via rede TCP/IP possuem um número reduzido de componentes físicos em sua construção. Isto reduz o custo final das máquinas a serem utilizadas para a aplicação laboratorial. Em cada Raspberry são instalados serviços que possibilitam ao usuário, utilizar os recursos do servidor de forma transparente. (SOLUÇÕES, 2018)

1.2 OBJETIVO PRINCIPAL

Devido à disponibilidade de quatro portas seriais USB na Raspberry Pi 3 (computador de placa), é possível realizar a virtualização destas entradas USB com o servidor. Estas portas virtualizadas realizam tarefas semelhantes às existentes em computadores convencionais, como identificação dos componentes conectados e downloads/update dos devidos drivers.

Tendo assim como objetivo principal, a construção de um laboratório onde aplica a arquitetura Thin client em suas estações de trabalho conectados via remota. Juntamente com a projeção das portas USB para o servidor, tendo o acesso e a virtualização realizada de forma transparente para o usuário.

Para realização deste trabalho foi utilizado um servidor da marca Dell, PowerEdge 2950 e nas estações de trabalho conectadas via rede TCP/IP remota atuaram as Raspberry Pi 3. As máquinas cliente também empregam uma conexão HDMI conectada a uma tela LCD juntamente com um teclado e um mouse conectados via USB. Os componentes de alta relevância para este trabalho serão melhores descritos nos capítulos seguintes bem como suas configurações de hardware e software. (MORAIS, 2015)

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho conta com a seguinte estrutura:

Capítulo 1, apresenta a introdução do tema, sua motivação e o objetivo principal deste trabalho.

Capítulo 2, traz consigo uma revisão teórica informativa sobre a arquitetura a ser utilizada. Descreve também de forma mais detalhada os componentes de suma importância para realização desse trabalho, deixando os dispositivos acessórios (teclado, mouse) apenas citados no decorrer do texto.

Capítulo 3, mostra a parte de configuração do servidor e dos clientes. Esclarece os serviços realizados e o acesso remoto. Partes estas onde pode-se observar toda a construção informatizada do trabalho onde apresenta de forma detalhada as configurações exigidas pelos softwares utilizados.

Capítulo 4, apresenta os resultados alcançados de forma ilustrativa e descritiva após a conclusão de toda a metodologia e traz também uma discussão sobre o potencial deste trabalho.

Capítulo 5, expõe a conclusão e as considerações finais sobre o trabalho onde são comentados alguns pontos para melhorar, propondo uma continuidade do presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

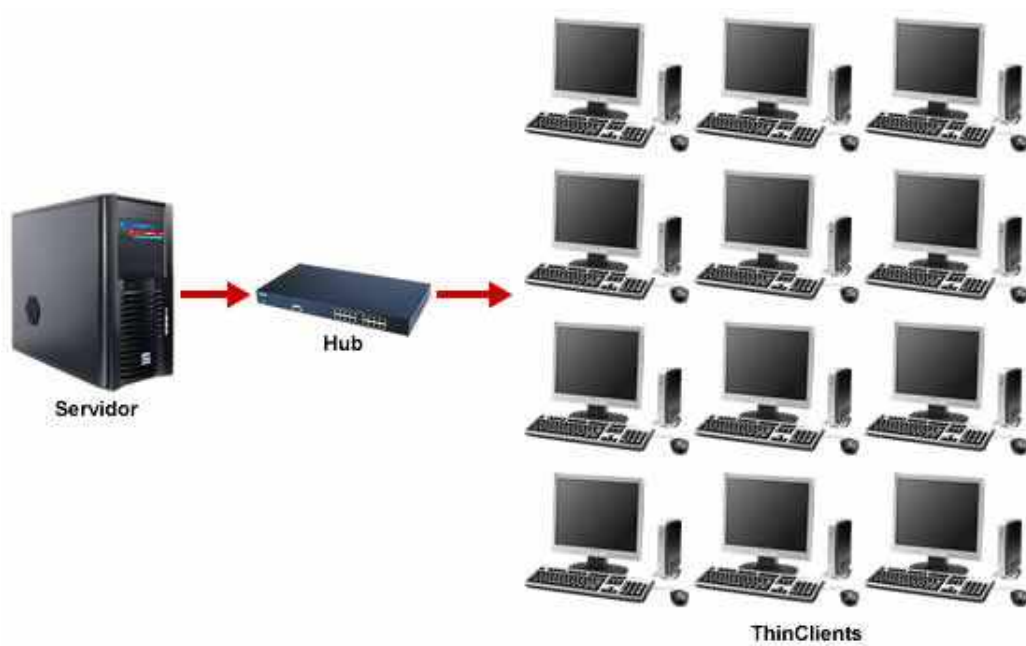
2.1 THIN CLIENT

Conhecido como Thin client, uma arquitetura de computadores onde suas estações de trabalho possuem máquinas que comportam-se como um computador convencional mas possui sua estrutura interna (HD, processador e memória) diferente dos convencionais. Por isso, pode-se substituir os gabinetes por uma estruturação simplificada, resumidos em uma placa. Com esse modelo de arquitetura é possível obter com custo reduzido, de fácil manutenção e espaço físico reduzido, dentre outros benefícios, uma rede de trabalho estruturada. (SOLUÇÕES, 2018)

As estações Thin client desenvolvidas neste trabalho são equipadas com um computador de placa - Raspberry Pi 3, um monitor (conectado via HDMI), teclado e mouse (conectados nas portas USB). A comunicação entre o servidor e essas estações de trabalho se dá através da rede TCP/IP (com ou sem fio).

Os usuários desta rede utilizam suas estações de forma paralela e simultânea, remetendo a utilização de máquinas convencionais. Visualizado na figura 1, um esquema da estruturação da arquitetura com a ausência dos cabos de ligação e dos roteadores de internet.

Figura 1 – Exemplo de uma arquitetura Thin client



Fonte: Soluções (2018)

Com a instalação do Sistema Operacional Windows Server 2012 e devido ao seu GPO, é possível gerenciar e controlar as políticas de acesso e também o uso dos recursos e programas existentes no servidor. A estrutura de rede atua de forma semelhante aos servidores convencionais onde para se obter acesso à internet, dispõe dos dispositivos comuns como Hub's, switches e roteadores.

2.1.1 Aplicações

O uso da arquitetura Thin client é bem vista e utilizada em diferentes lugares, como por exemplo uma empresa de telemarketing, uma lan house ou um laboratório de computadores. Estes espaços necessitam de diversas estações de trabalho para suas aplicações informatizadas onde cada usuário realiza acesso de forma separada para concluir suas atividades. (SOLUÇÕES, 2018)

Os principais benefícios e vantagens da aplicação desta arquitetura nos espaços de trabalho serão explicitados nos seguintes tópicos.

2.1.1.1 Baixo Custo

A arquitetura Thin client tem um custo baixo em relação aos modelos convencionais, comparando-se tanto o valor final dos componentes físicos quanto o consumo de energia de cada sistema. Estes são alguns dos fatores cruciais para escolha dos investimentos das instituições que desejam diminuir gastos. (SMART, 2017)

Com a evolução da tecnologia, o mercado proporciona aos computadores de placa tornarem-se cada vez mais baratos no mercado global. E o fator de obsolescência fica reduzido à melhorias no servidor ao contrário das estações de trabalho convencionais que havendo atualizações de software e/ou hardware necessitam realizar mudanças em cada máquina.

Outro ponto a ser destacado segue na figura 2, onde fica evidenciado a diferença do investimento monetário entre a criação de uma estação de trabalho utilizando computadores convencionais comparados ao modelo Thin client. Para cada modelo estrutural fora quantificado a quantidade de trinta máquinas, dados esses obtidos em uma pesquisa realizada no mercado por uma empresa que presta o serviço de instalação da arquitetura.

Figura 2 – Comparação de custos entre os computadores convencionais e as máquinas Thin client

					
	QTD	PC NORMAL	Thin Client		
Hardware/Software das Estações		Unitário	Total	Unitário	Total
CPU + Gabinete + Fonte + Mother Board	30	R\$ 1.600	R\$ 48.000	R\$ 795	R\$ 23.850
Monitor (15 polegadas)	30	R\$ 370	R\$ 11.100	R\$ 370	R\$ 11.100
Teclado/Mouse (Convencional)	30	R\$ 45	R\$ 1.350	R\$ 45	R\$ 1.350
Licença do XP Professional	30	R\$ 680	R\$ 20.400		
Licença do Office 2000/2003 Professional	30	R\$ 1.200	R\$ 36.000		
Subtotal Estações (Hardware/Software)			R\$ 116.850		R\$ 36.300
Hardware/Software do Servidor		Unitário	Total	Unitário	Total
Hardware do Servidor de Terminal mínimo PIV, 3.6 GHZ, 4 GB RAM, HD 160GB - estimativa alta tendendo baixar	1			R\$ 4.500	R\$ 4.500
Software para Servidor de Terminal baseado em Windows XP Professional	Ilm.			R\$ 0	R\$ 2.100
Licença do Windows XP Professional	1			R\$ 680	R\$ 680
Licença do Office 2000/2003 Professional	1			R\$ 1.200	R\$ 1.200
Subtotal Servidor (Hardware/Software)					R\$ 8.480
** Total Geral (Estações + Servidor)			R\$ 116.850		R\$ 44.780

Fonte: Smart (2017)

2.1.1.2 Operacionalidade

A arquitetura Thin client propõe devido à sua estrutura uma operacionalidade simplificada e facilitada. Na realização de mudanças de programas/aplicativos ou até mesmo do sistema operacional executado, necessita-se apenas modificar tais softwares no computador servidor. As estações de trabalho e os usuários terão visibilidade das modificações de forma transparente, onde serão realizadas as atualizações de forma automática em todas as máquinas conectadas via rede remota seguindo as GPO. (LEONARDO; JAKSON; EDILMÁRCIO, 2017)

2.1.1.3 Aproveitamento de espaço

A estação de trabalho no modelo Thin client pode ser colocado em lugares estratégicos e de forma discreta, como por exemplo na parte traseira do monitor ou em qualquer tipo de superfície, conforme a disponibilidade do espaço. Por serem kit's compactos proporcionam uma organização de cabos conectados e da mesa de trabalho do usuário.

2.1.1.4 Expansibilidade

Outro fator positivo para escolha da arquitetura Thin client é sua expansibilidade facilitada. Na aquisição de uma nova estação de trabalho juntamente com seus acessórios, estabelece um perfil de acesso para conexão com o servidor dessa nova máquina. Realizando essa configuração padrão de comunicação cliente-servidor via remota, não é preciso fazer a instalação de nenhum software adicional. (MORAIS, 2015)

2.2 SERVIDOR DELL POWEREDGE 2950

O servidor Dell PowerEdge 2950 dispõe de uma configuração de hardware inovadora, onde proporciona um compartilhamento de software facilitado com foco contínuo em um número reduzido de atualizações de sistema. Os servidores PowerEdge ajudam a reduzir a complexidade envolvida no gerenciamento de dados.

Este servidor Dell de alto desempenho oferece excelência, segurança, gerenciabilidade e baixo consumo de energia. Contém uma fonte redundante para casos onde há necessidade de trocar a alimentação sem precisar realizar uma parada dos serviços prestados. Envolto de um chassi de rack 2U, busca o equilíbrio entre a capacidade de expansão física e a densidade de rack, onde podemos observar sua compactabilidade na figura 3.

Figura 3 – Imagem frontal com proteção, frontal sem proteção e traseira do servidor Dell PowerEdge 2950



Fonte: Dell (2018)

Segue abaixo as especificações gerais do servidor Dell PowerEdge 2950, de acordo com Ltda (2019):

- Consta com uma arquitetura interna denominada SAN;
- Operacional com o sistema Windows Server 2012 v2;
- Com sua placa mãe Intel 5000X de 1066 MHz e FSB de 1333 MHz;
- Contém disponível oito slots de DIMM;
- Com capacidade de ocupação dos slot's com 4GB de RAM cada;
- Utilizando de HD's do tipo SAS de 3,5" (15 K rpm) com capacidade de memória nos valores de 73 GB ou 146 GB;
- Espaço para 6 HDs SAS (10 K/15 K) ou SATA (7200);
- Configuração CA com hot-plug redundante de 750 W nas fontes de alimentação padrão com ajuste automático universal de 110/220 Volts;
- Chassi montável em rack de 2U.

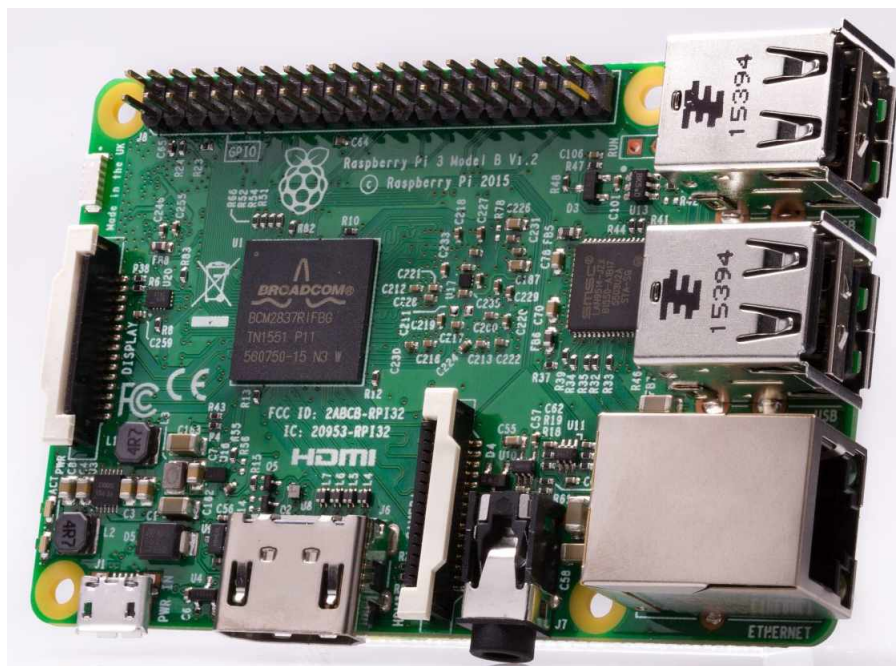
2.2.1 Arquitetura SAN - Storage Area Network

A arquitetura SAN é uma rede de dispositivos para armazenamento de dados de forma compartilhada. Essa arquitetura conta com um sistema de armazenamento em HD's e automação de fita que realiza de forma prática o backup automático, a recuperação de desastres e tem grande capacidade de arquivamento. A arquitetura de uma SAN proporciona para vários servidores em rede local ou remota a disponibilidade dos dados e dos recursos de armazenamento. Como os dados armazenados não ficam alocados diretamente em nenhum dos servidores dessa rede, o poder de processamento é altamente otimizado para aplicativos com fins comerciais. E sua capacidade de armazenamento pode ser gerenciada e balanceada ao servidor de maior necessidade. (DELL, 2018)

2.3 RASPBERRY PI 3 MODEL B

O computador de mesa Raspberry Pi 3 apresentado na figura 4, traz consigo um grande ganho de desempenho comparado às placas anteriores da mesma linha, sendo esta escolhida entre as soluções presente no mercado para a realização deste trabalho. Devido a sua configuração e seus diversos componentes integrados, atual neste trabalho como o computador cliente onde substitui os computadores convencionais antes utilizados no laboratório.

Figura 4 – Vista superior da Raspberry Pi 3 Model B



Fonte: Raspberry (2018)

A Raspberry Pi 3 contém uma placa wifi e bluetooth integrados, não necessitando da aquisição de dispositivos externos para realizar uma comunicação wireless. Além dessa economia financeira, eles já são reconhecidos de forma automática pela placa não precisando instalar pacotes adicionais ou drivers extras. (THOMSEN, 2018)

Segue abaixo as especificações gerais segundo Raspberry (2018) sobre a Raspberry Pi 3 Modelo B:

- Conta com um processador Quad Core 1.2GHz Broadcom BCM2837 64bit;
- Juntamente com 1 GB de RAM;
- Para conexão sem fio utiliza o BCM43438 e BLE integrado;
- Dispõe de 40 pinos GPIO estendido;
- Para os dispositivos acessórios ou para comunicação com outras plataformas traz em sua construção 4 portas USB 2.0;
- Para saída de vídeo conta com uma porta HDMI;
- Visto que os computadores convencionais proporcionam como dispositivo acessório conexão com uma ferramenta de captura de imagem, a Raspberry Pi trouxe uma saída de câmera CSI para conectar uma câmera Raspberry Pi;

- Para carregar o sistema operacional e armazenar dados, desfruta de uma porta para conectar um cartão Micro SD.

2.4 MICROSOFT WINDOWS SERVER 2012 R2

O Windows Server 2012 R2 contém uma variedade de ferramentas e recursos para virtualização de servidores. Com isso pode-se gerenciar o armazenamento e definir rede por software. Juntamente com sua plataforma Web e de aplicativos, com seu controle de acesso e informações, traz consigo uma infraestrutura de desktop virtual, visto sua tela inicial de instalação na figura 5.

Figura 5 – Tela inicial de instalação do Windows Server 2012



Fonte: Microsoft (2018)

2.4.1 Benefícios

O Windows Server 2012 R2 utiliza dos avanços tecnológicos e dos novos recursos de armazenamento em nuvem híbrida para aumentar sua capacidade bem como simplificar o gerenciamento para reduzir os custos e acelerar a entrega dos serviços. É uma plataforma datacenter de nível empresarial que pode ser colocada para executar suas maiores cargas de trabalho. Permitindo opções robustas de recuperação para proteger contra obstrução de serviços.

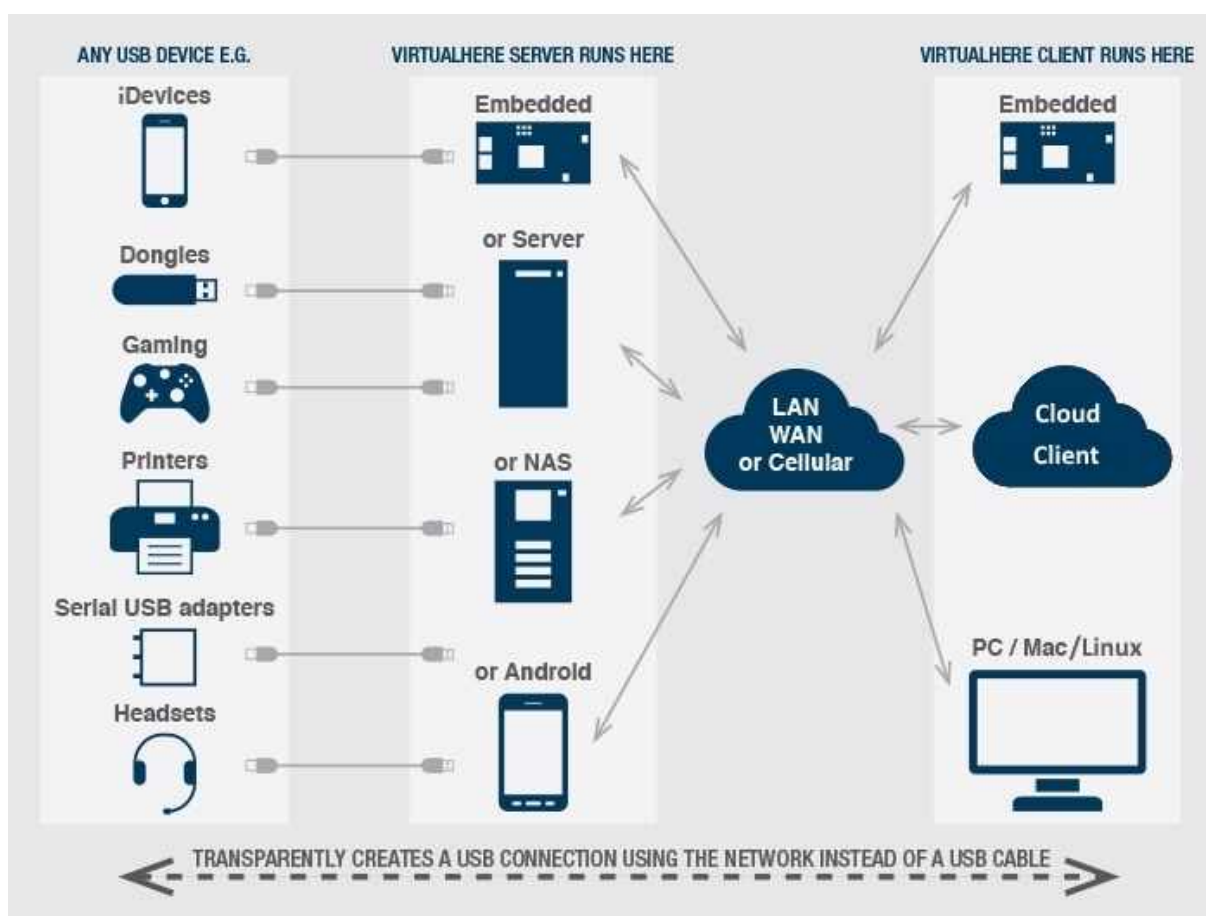
O Windows Server 2012 R2 ajuda a compilar, implantar aplicativos de forma rápida, além de fornecer flexibilidade para mover o custo de trabalho entre ambientes locais. Ele permite um acesso de modo flexível e remoto aos recursos e o gerenciamento de identidades em seu servidor, além de proteger informações críticas cruciais. (MICROSOFT, 2018)

2.5 VIRTUAL HERE USB

Para realizar a comunicação entre os dispositivos USB, é necessário conectá-los via cabo diretamente ao computador para sua utilização. Com o VirtualHere, a própria rede de dados se torna o cabo para realizar o tráfego de dados via USB (USB / IP, USB / WiFi, USB / Ethernet, Servidor de Dispositivo USB). Essa solução de servidor USB é ideal para permitir que dispositivos USB sejam usados de forma remota por uma rede LAN, internet ou via nuvem, sem que o dispositivo precise estar fisicamente conectado à máquina de operação.

O dispositivo conectado via USB é visualizado como se estivesse conectado diretamente na máquina, embora esteja conectado a um servidor remoto, com isso todos os drivers e softwares existentes para realizar a comunicação funcionam, sem necessidade de modificações especiais. Na figura 6, observa-se o diagrama de funcionamento do VirtualHere. (VIRTUALHERE, 2018)

Figura 6 – Diagrama de funcionamento do VirtualHere



Fonte: VirtualHere (2018)

2.5.1 Servidor USB Linux

O VirtualHere USB Server permite acesso remoto a dispositivos USB em rede, esta aplicação é executada nas Raspberry, de forma transparente ao usuário. O VirtualHere é uma das soluções para criar um servidor USB totalmente no espaço do usuário. Não sendo necessário nenhuma compilação ou atualização de drivers, o servidor é estaticamente executado. Esse serviço pode ser executado como uma chamada somente no cliente e tem fácil integração em scripts de nível de execução, tendo mensagens de diagnóstico enviadas para o syslog. (SERVER, 2018)

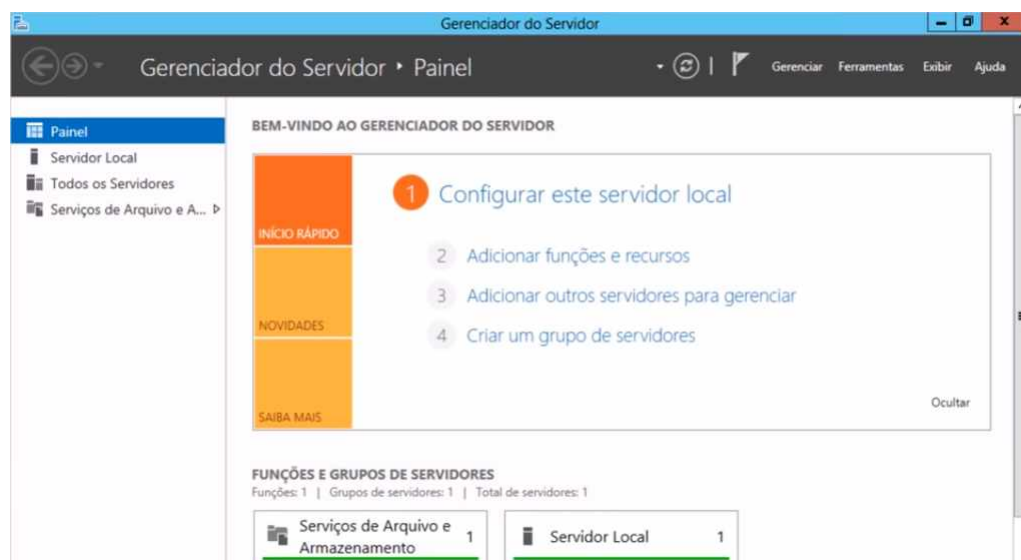
No computador servidor é instalado o VirtualHere USB Client, onde é realizado a liberação da utilização da porta USB virtualizada, onde na opção gratuita, pode-se liberar apenas uma porta. O teclado e mouse são vistos pelo programa mas não precisa da liberação para sua utilização.

3 METODOLOGIA

3.1 CONFIGURAÇÃO SERVIDOR

Este trabalho inicia-se com a instalação padrão do Windows Server 2012 R2 no computador que atuará como servidor. Posteriormente concluído este passo, inicia-se a parte de configuração do administrador. Na figura 7 é retratada a tela inicial do gerenciador do servidor, na qual é definida a senha para utilização das ferramentas disponíveis no sistema operacional e criação da identificação do servidor. Por padrão é definido um nome para o servidor onde pode-se realizar a mudança deste nome padrão para um nome estratégico, onde este nome foi amplamente requisitado durante a realização deste trabalho, sempre lembrando que esta identificação não deve ultrapassar de 15 caracteres. Esse nome será a mesma palavra utilizada na NetBIOS. Prosseguindo a instalação e configuração do AD-DS e do RDS juntamente definindo as regras dos GPO para relacionamento do serviço virtualizado cliente servidor.

Figura 7 – Tela inicial do Gerenciador do Servidor



Fonte: Ramos (2018)

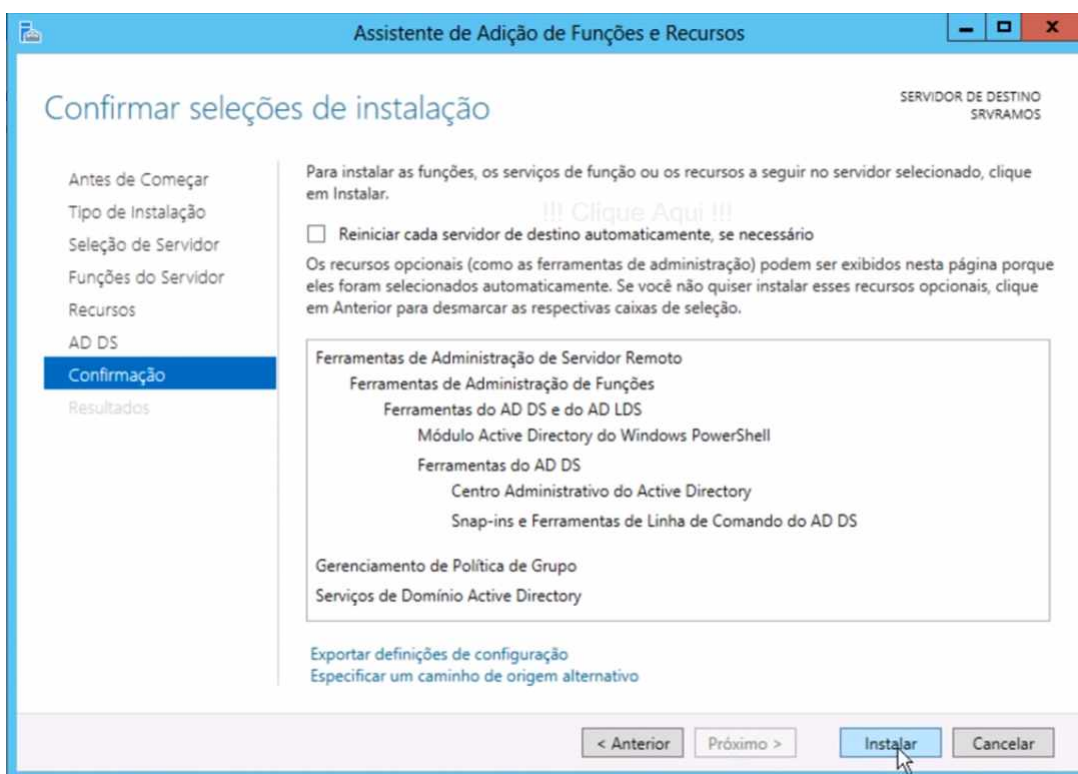
3.1.1 Instalação e configuração do AD-DS

O AD-DS armazena informações sobre os objetos e aplicativos na rede e disponibilizam essas informações para usuários e administradores de rede. O AD-DS usa controladores de domínio para conceder aos usuários da rede, o acesso a recursos permitidos definidos pelos administradores. O acesso remoto pode ser estabelecido em qualquer local da rede

por meio de um processo de login único com as devidas credenciais.(RAMOS, 2018).

Visualizando a figura 7, podemos ver a opção 2 - Adicionar funções e recursos. Esta função disponibilizou uma tela para que possa escolher o tipo de instalação. Selecione a instalação baseada em função ou recurso. Nessa etapa de configuração, será pedido acesso ao servidor já nomeado e criado com suas configurações prévias. Cumprindo essa etapa de forma correta, abrirá outra tela, que pedirá a instalação de outras dependências para o funcionamento do AD-DS, nota-se na figura 8.

Figura 8 – Tela de instalação das dependências e do AD-DS



Fonte: Ramos (2018)

Continuando as etapas de configurações, retorná para a tela mostrada na figura 7, onde podemos visualizar, uma vez realizada a instalação do AD-DS de forma correta. Haverá uma espécie de bandeira com um triângulo amarelo e tendo um ponto de exclamação preto ao centro. Será pedido para adentrar essa função e assim dessa forma promover o seu servidor a um controlador domínio, ação essa que inicia o assistente de configuração de servidores do AD. Seguindo na parte de adicionar seu servidor há uma nova floresta, que é um conjunto de árvores, onde pedirá um nome raiz, com formato por exemplo (feelt.lasec).

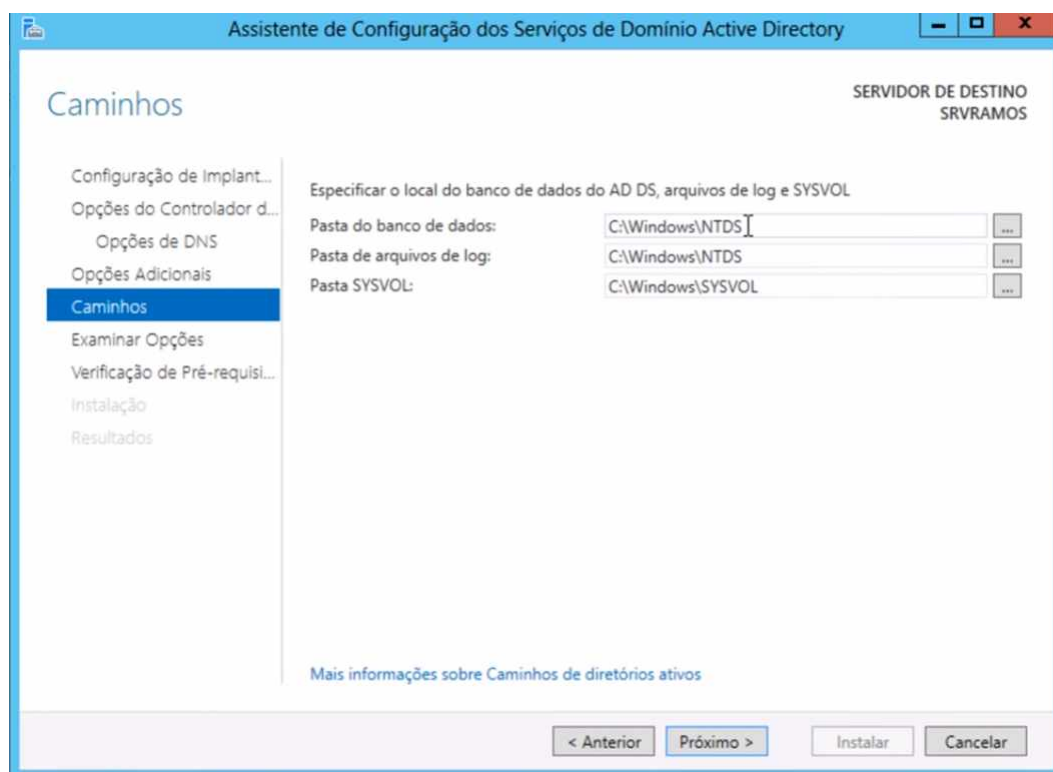
O termo árvore traz consigo a interpretação de um dos conceitos utilizado dentro AD-DS para o gerenciamento de usuários de rede. Trata-se da disposição hierárquica de um ou vários domínios. (RODRIGUES, 2019)

A utilização das florestas é comum em grupos empresariais, em que cada uma das organizações pertencentes ao agrupamento mantém sua autonomia de identidade em relação as outras. A arquitetura de uma floresta é aplicada para organizar o conjunto de árvores com diferentes esboços. Os domínios pertencentes há um mesmo grupo não possuem precisamente, a mesma construção. (RODRIGUES, 2019)

Dando prosseguimento à instalação, será perguntado o nível funcional da sua rede o domínio raiz, onde será influenciado a sua escolha de acordo com os outros servidores que fazem parte da sua floresta. É indicado selecionar o menor nível entre os servidores, como por exemplo se houver alguma máquina com Windows XP e o Windows Server 2012, selecione o Windows XP para adequação e funcionamento do grupo. Por fim as configurações padrões satisfazem as condições normais para etapa em questão, sendo uma última a escolha de uma senha para o Modo de Restauração dos Serviços de Diretório (DSRM).

Prosseguindo entre as etapas para o término da instalação da ferramenta de gerenciamento do servidor e a configuração, segue uma decisão para o nome NetBIOS. Como dito anteriormente, utilizar o mesmo nome do computador servidor, sendo uma escolha única na rede para o servidor. Em uma próxima tela, mostrará os caminhos dos diretórios a serem instalados os arquivos de banco de dados(NTDS), arquivos de log(NTDS), todos por padrão seguindo o caminho (C:\Windows\). Observado na figura 9, por questão de desempenho para um servidor com milhares de usuário esses arquivos devem ficar em disco diferentes. Logicamente em discos com alto desempenho para que o seu servidor tenha uma resposta superior, no caso do servidor para o trabalho em questão, foi deixado na forma padrão.

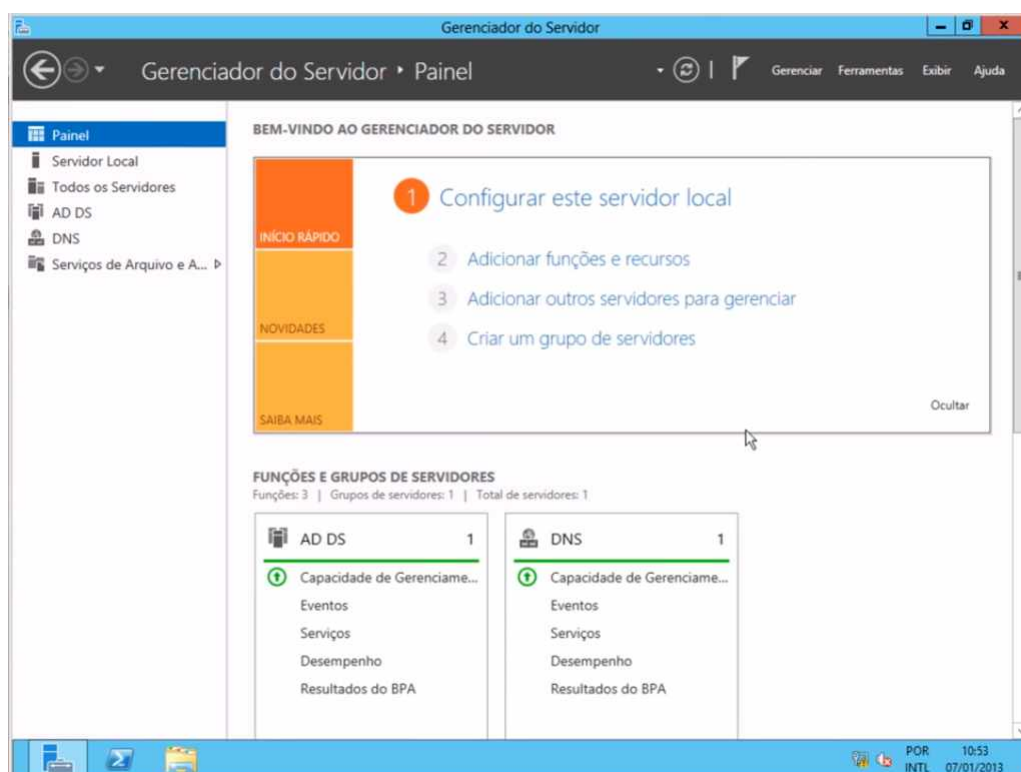
Figura 9 – Tela de escolha dos caminhos dos diretórios



Fonte: Ramos (2018)

Seguindo esta etapa da apresentação dos diretórios, o assistente lhe mostra todas as opções e configurações escolhidas até o momento para finalizar toda a instalação do AD-DS. Sendo concluídas com êxito os ajustes, será pedido para reiniciar sua máquina, pedindo um novo login como administrador do servidor. Uma vez que o AD-DS configurado de forma correta, duas novas funções serão adicionadas na tela inicial, visualizado na figura 10.

Figura 10 – Tela de conclusão de instalação e configuração

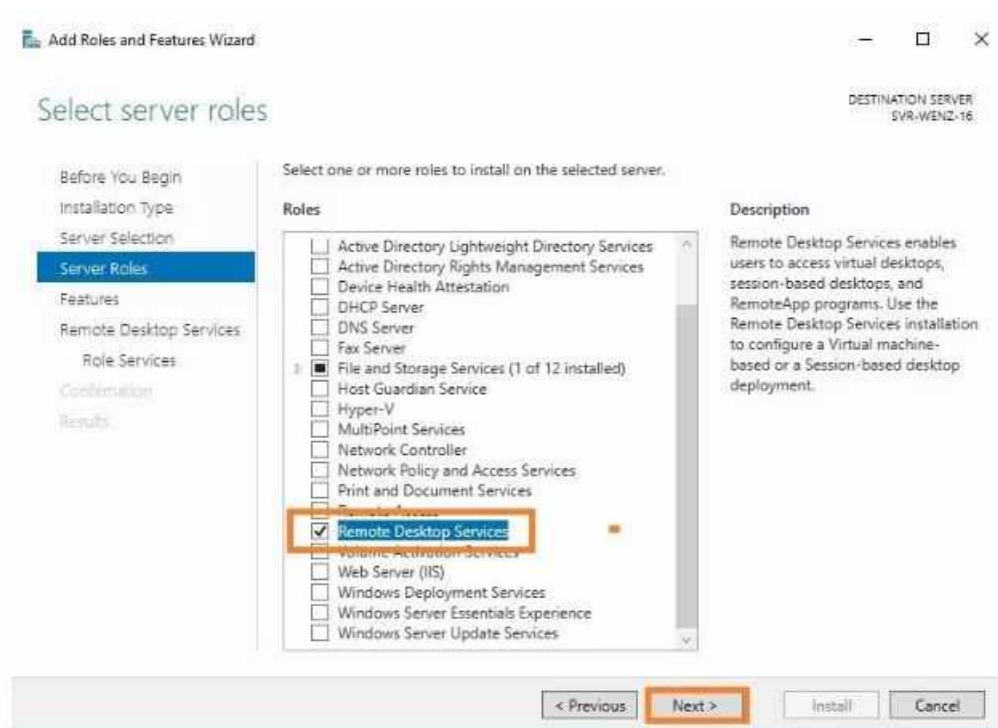


Fonte: Ramos (2018)

3.1.2 Instalação e configuração do RDS

Nesse tópico abordaremos de forma rápida a instalação e configuração do Remote Desktop Service - RDS, passo esse que segue após a configuração do servidor e criação do AD-DS, anteriormente descrito nesse trabalho. Semelhante à instalação do AD-DS, observa-se a figura 7, onde na tela inicial do Gerenciador do Servidor tem acesso a opção 2 - Adicionar funções e recursos, escolhendo a instalação baseada em função ou recurso. Nessa etapa de configuração, de forma similar ao AD-DS será realizado a escolha do RDS, vide figura 11.

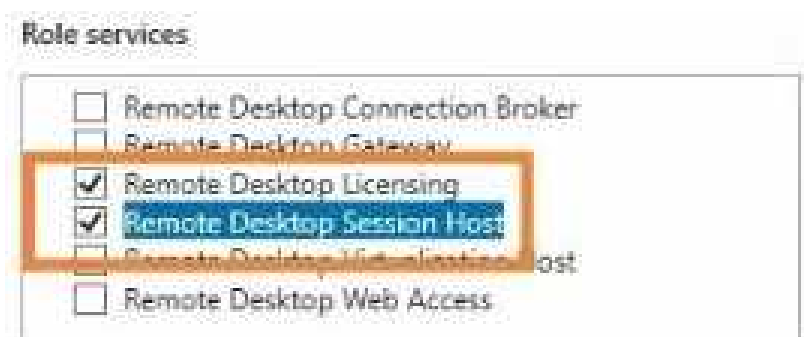
Figura 11 – Tela de seleção do RDS



Fonte: Ramos (2018)

Seguindo a instalação, faz-se necessário a escolha de algumas das opções de ferramentas e serviços realizados pelo Remote Desktop. Dentre as opções fornecidas, fora escolhida o Remote Desktop Licensing, para instalar e obter a ativação do licenciamento do serviço e o Remote Desktop Session Host para que seja criado o desenvolvimento dentro do RDS, observado na figura 12.

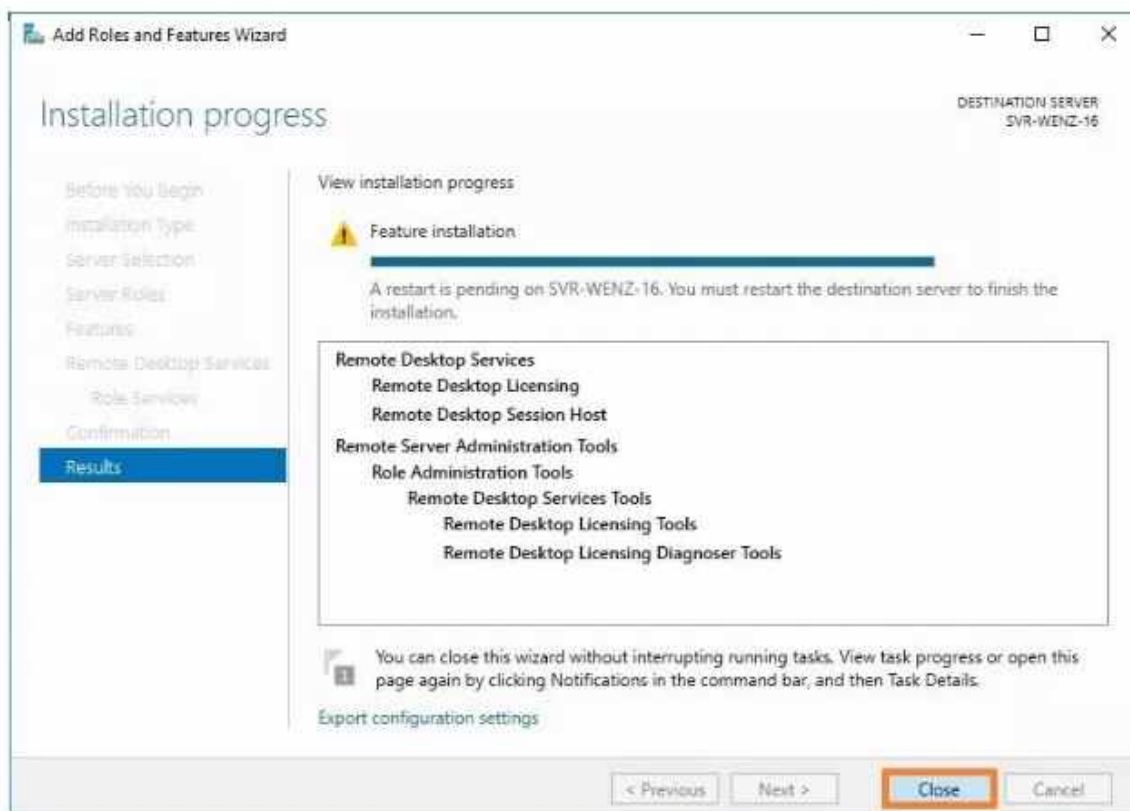
Figura 12 – Tela de escolhas das opções do RDS



Fonte: Ramos (2018)

Em uma próxima tela, mostrará as opções escolhidas pelo administrador, podendo assim concluir a instalação do RDS. Recursos esse do Windows Server, apresentará uma tela que mostrará o status em tempo real da instalação bem como os erros, se houver, por fim terá o botão escrito “close”, visualizado na figura 13, seguido da reinicialização do sistema.

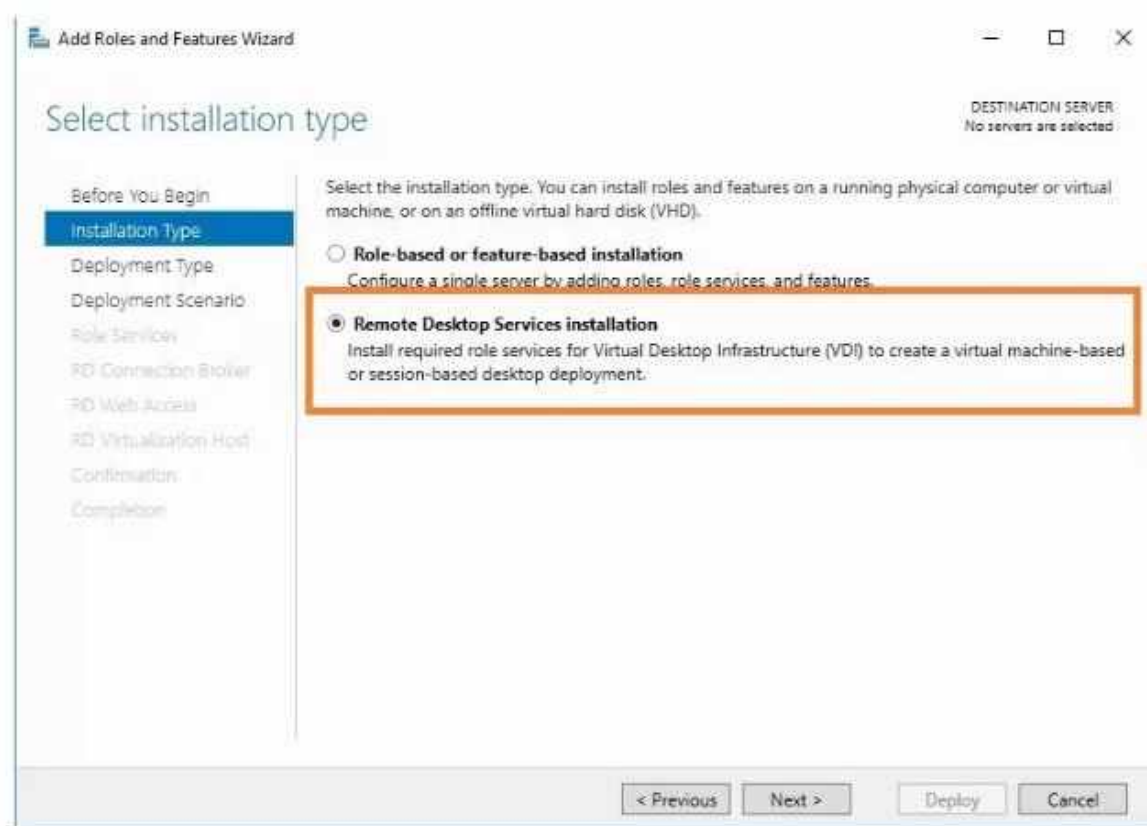
Figura 13 – Tela de seleção do RDS



Fonte: Ramos (2018)

De forma semelhante a instalação do recurso, será escolhida Remote Desktop Services installation, visualizado na figura 14. Selecionando “Standard Deployment” e dando prosseguimento na instalação, seguido da escolha do “Session-based desktop deployment”, com êxito nessa instalação, apresentará as ferramentas que serão instaladas. Em seguida será exigida da escolha do servidor anteriormente criado, por fim aperta-se no botão “deploy”. Em seguida a tela apresentará em tempo real o desenvolvimento da instalação, concluindo a configuração.

Figura 14 – Tela de escolha da opção de desenvolvimento do RDS

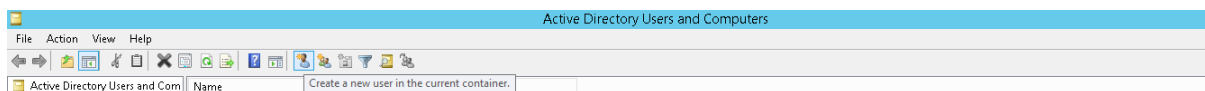


Fonte: Ramos (2018)

3.2 CONFIGURAÇÃO CLIENTE

Nessa seção, apresenta a parte de configuração dos usuários do Windows Server 2012, onde escolhido no menu ferramenta, posteriormente Active Directory Users and Computers. Iniciando a tela de criação no ícone do menu, denominada “create a new user in the current container” para iniciar a configuração do cliente, observado na figura 15.

Figura 15 – Opção de criação dos usuários para acesso no servidor

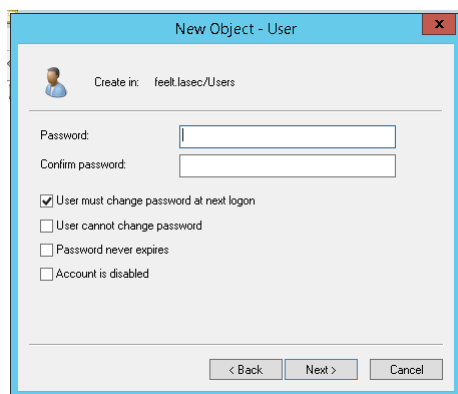


Fonte: Ramos (2018)

Em sua tela inicial, há uma requisição dos dados característicos do usuário para iniciar sua sessão de uso. Dentre os dados requeridos é pedido o primeiro nome de usuário, o último nome do usuário, nome de usuário adicionado com “@servidor” e por fim o nome

de usuário criado pelo sistema Windows. Seguido do pedido de senha configurado pelo administrador, escolhendo as opções de não alterar pelo usuário a senha juntamente com a opção de não expirar a senha nunca, visualizado na figura 16.

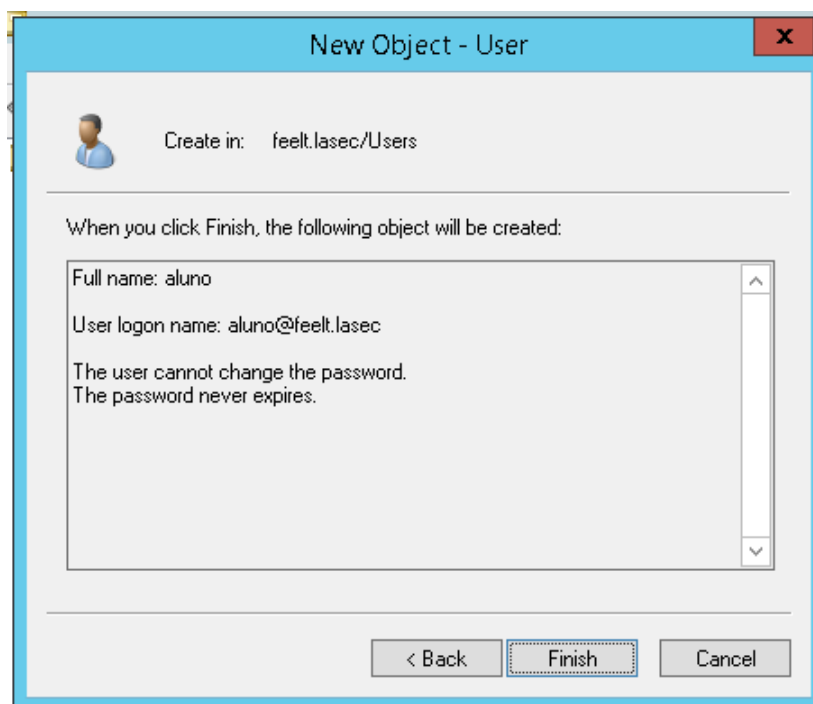
Figura 16 – Opção de escolha das opções de senha do usuários para acesso no servidor



Fonte: Ramos (2018)

Finalizando com uma tela onde apresentará os dados dos usuários inseridos ao sistema concluindo assim a configuração dos acessos, apresentado na figura 17. Neste trabalho a parte de login dos usuários é realizado de forma transparente.

Figura 17 – Finalização da criação do perfil do usuário



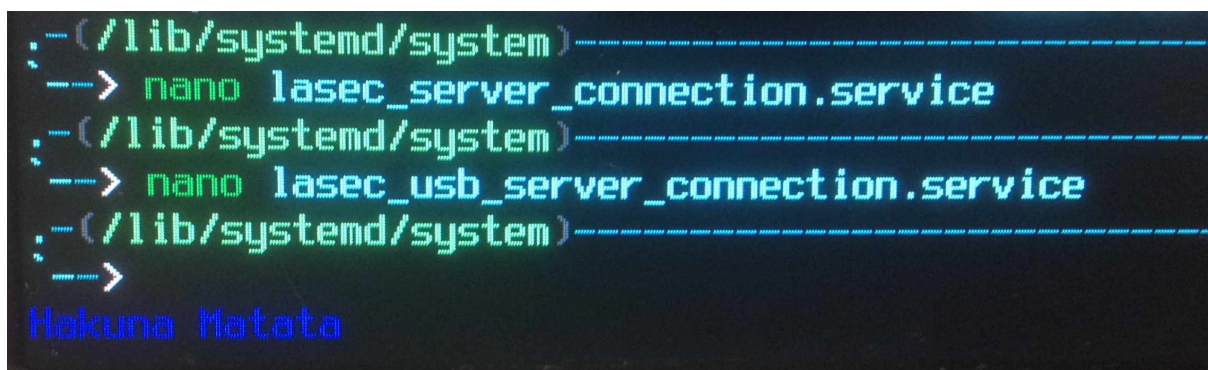
3.3 SERVIÇOS

São chamados serviços, as aplicações executadas durante a inicialização da Raspberry Pi 3, antes mesmo do acesso no Windows, escritas em Linux 9 seguindo o padrão do Sistema Operacional Raspbian GNU 9 escrito em sua memória SD. Para a realização deste trabalho, tem-se desenvolvido dois serviços.

O primeiro é para acessar ao servidor pelo usuário de forma transparente, uma vez que será um laboratório utilizado por diversos discentes não necessitando de ter consigo o login e senha da máquina para utilizar o Windows. O segundo para a virtualização das USB's onde visto pela arquitetura apresentada tem-se uma inversão de papéis pois torna-se cliente o computador servidor Windows. Ele determinará as habilitações das portas seriais USB e a Raspberry responde ao usuário administrador do servidor o dispositivo a ser habilitado, sendo realizado de forma automática a instalação dos drivers necessários para utilização do dispositivo conectado.

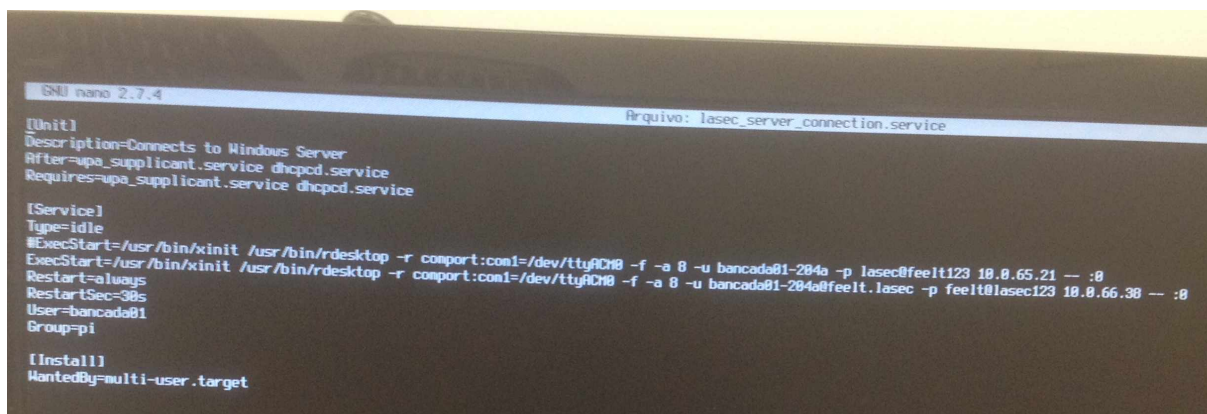
Os serviços que realizam as tarefas anteriormente descritas se encontram na memória SD da Raspberry. Localizados dentro do diretório lib e dentre seus diretórios disponíveis, acessamos a pasta systemd e por fim o diretório system onde foram escritos em arquivos texto, visualizados na figura 18, e o código fonte dos serviços podem ser observados nas figuras 19 e 20.

Figura 18 – Caminho de acesso aos serviços



```
:/lib/systemd/system)
--> nano lasec_server_connection.service
:/lib/systemd/system)
--> nano lasec_usb_server_connection.service
:/lib/systemd/system)
-->
Hakuna Matata
```

Figura 19 – Código do primeiro serviço aplicado

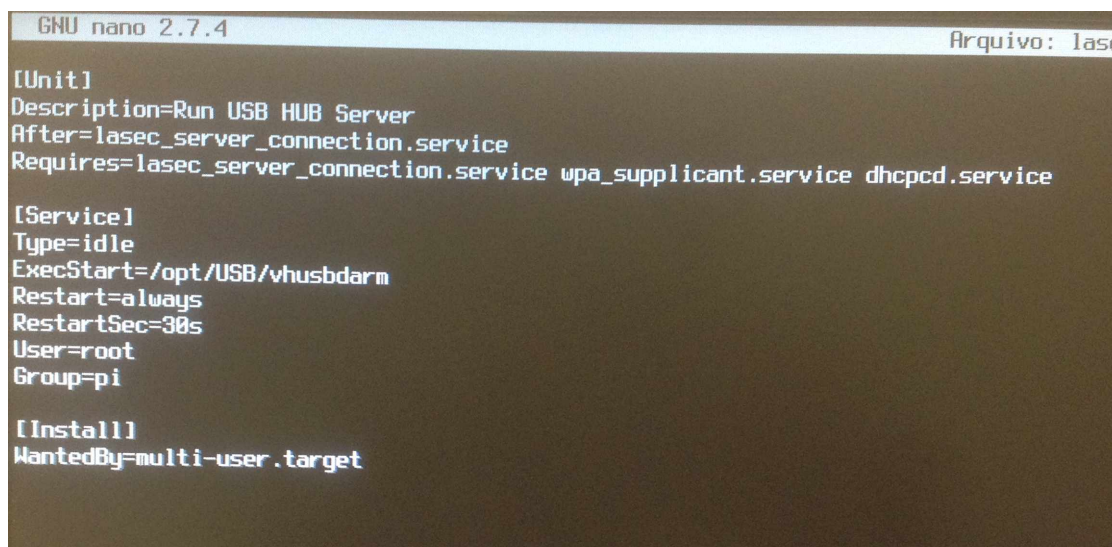


```
GNU nano 2.7.4                               Arquivo: lasec_server_connection.service
[Unit]
Description=Connects to Windows Server
After=upstream.service dhcpd.service
Requires=upstream.service dhcpd.service

[Service]
Type=idle
#ExecStart=/usr/bin/xinit /usr/bin/rdesktop -r comport:com1=/dev/ttyACM0 -f -a 8 -u bancada01-204a -p lasec@feelt123 10.0.65.21 -- :0
ExecStart=/usr/bin/xinit /usr/bin/rdesktop -r comport:com1=/dev/ttyACM0 -f -a 8 -u bancada01-204a@feelt.lasec -p feelt@lasec123 10.0.66.30 -- :0
Restart=always
RestartSec=30s
User=bancada01
Group=pi

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Figura 20 – Código do segundo serviço aplicado



```
GNU nano 2.7.4                               Arquivo: lasec_usb_hub_server.service
[Unit]
Description=Run USB HUB Server
After=lasec_server_connection.service
Requires=lasec_server_connection.service upstream.service dhcpd.service

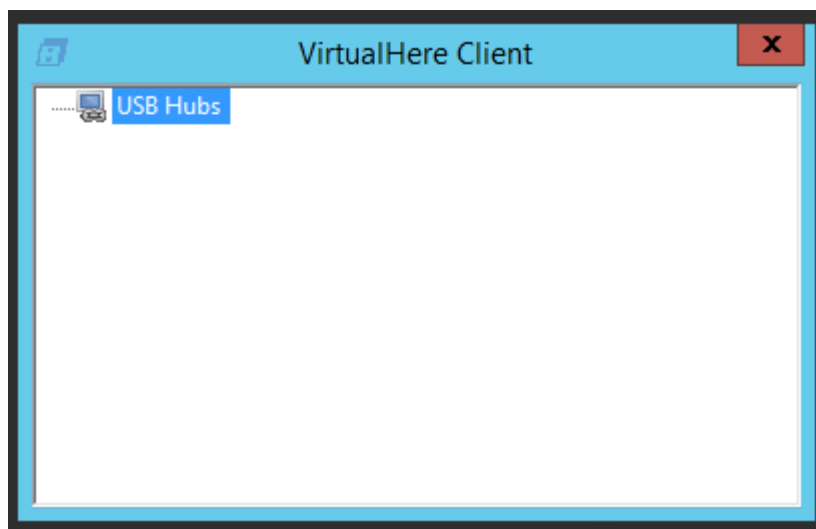
[Service]
Type=idle
ExecStart=/opt/USB/vhusbdarm
Restart=always
RestartSec=30s
User=root
Group=pi

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

3.4 APLICAÇÃO USB

Utilizando o aplicativo VirtualHere Server, instalado na placa Raspberry Pi 3, que se inicializa com o serviço. Necessita-se que um administrador com o aplicativo VirtualHere Client para realizar as habilitações das portas USB's disponíveis na placa. Um dos pontos importantes, que vale ressaltar é que as portas utilizadas por teclado e mouse não precisam ser habilitadas por esse aplicativo cliente, pois são dispositivos já reconhecidos pela placa anteriormente. Tendo que disponibilizar o acesso apenas para outros dispositivos conectados, como por exemplo, um Arduino ou uma DAQ (Data Aquisition).

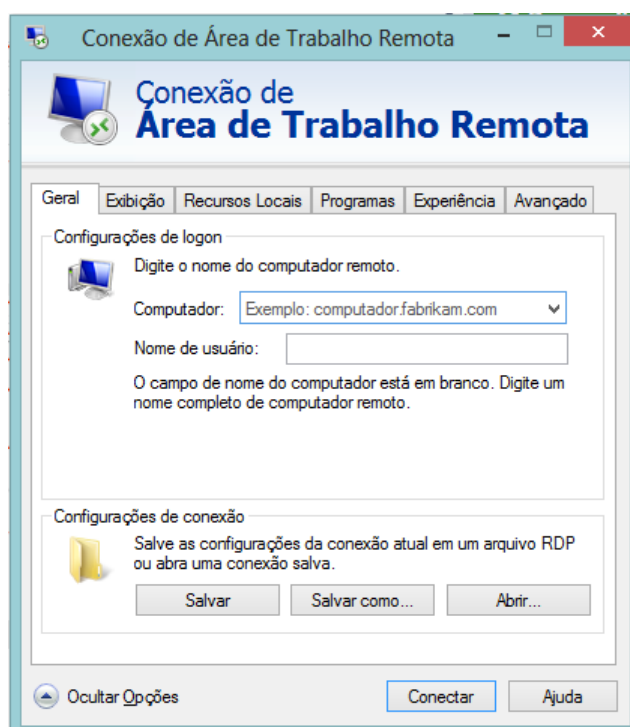
Figura 21 – Aplicativo VirtualHere Client



3.5 ACESSO REMOTO

Além das máquinas com o serviço de acesso ao servidor, vista a comunicação dessa arquitetura estar embasada via rede TCP/IP, pode-se realizar o acesso a partir de outras máquinas conectadas à internet. Utiliza-se uma aplicação do Windows denominada Conexão de Área de Trabalho Remota, sua interface pode ser visualizada na figura 22.

Figura 22 – Interface do Acesso Remoto



Tendo as informações padrões requeridas para o acesso, que são IP do servidor, login de usuário e senha. Com isso, permite ao administrador da arquitetura realizar mudanças em qualquer lugar com conexão à internet, dando flexibilidade ao operador.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

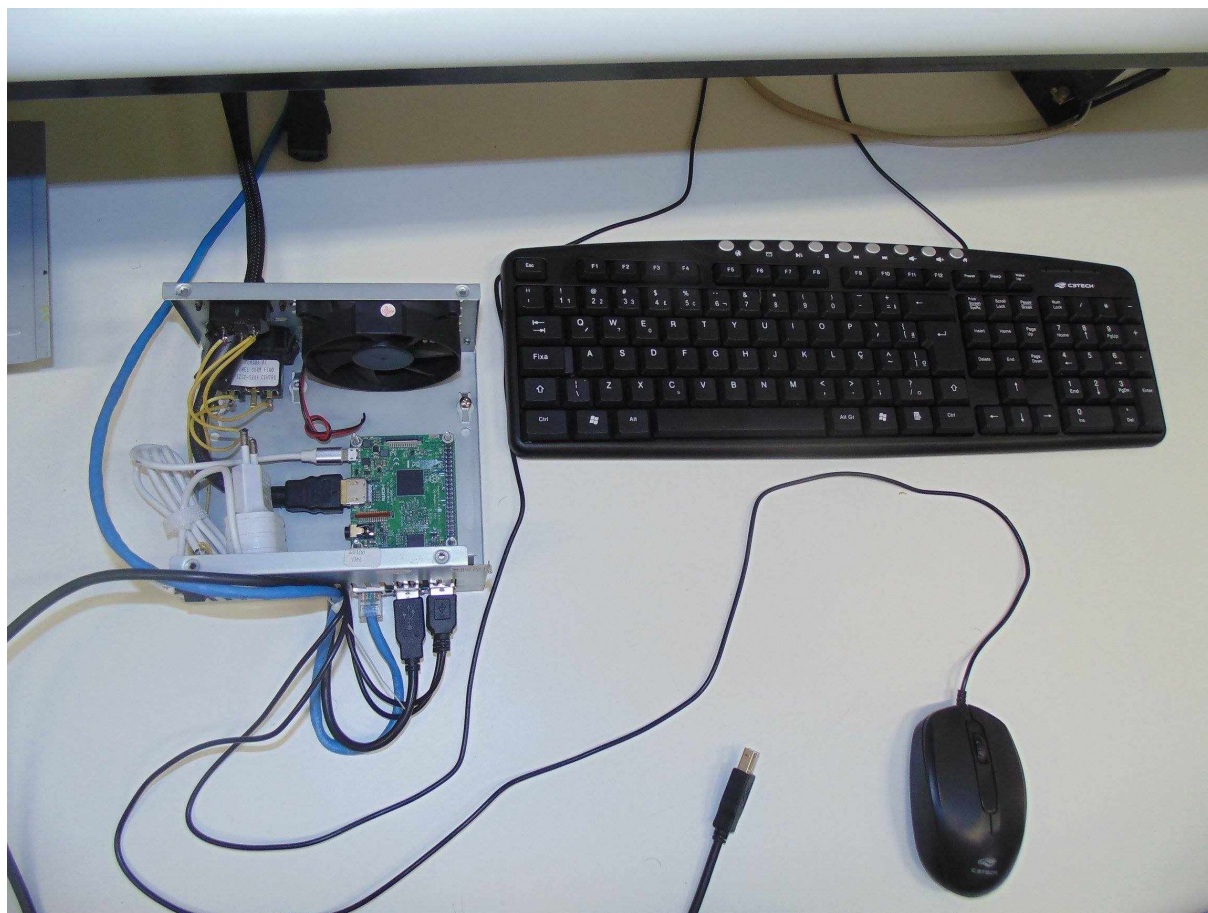
4.1 RESULTADOS

Segue apresentado os resultados obtidos após a realização de todo o desenvolvimento dessa aplicação automatizada de gerenciamento das máquinas, onde foi elaborado um laboratório de custo baixo aplicando a arquitetura Thin client. Para melhor visualização desses resultados, este trabalho optou por apresentar de forma visual a partir de imagens retiradas no espaço em questão.

4.1.1 Kit Laboratorial

Podemos visualizar a partir da figura 23, a distribuição dos componentes de cada máquina/usuário de forma aberta. Juntamente com seus acessórios (teclado e mouse) e com alguns cabos já dispostos para conectar os dispositivos utilizados no laboratório, como Arduino ou DAQ.

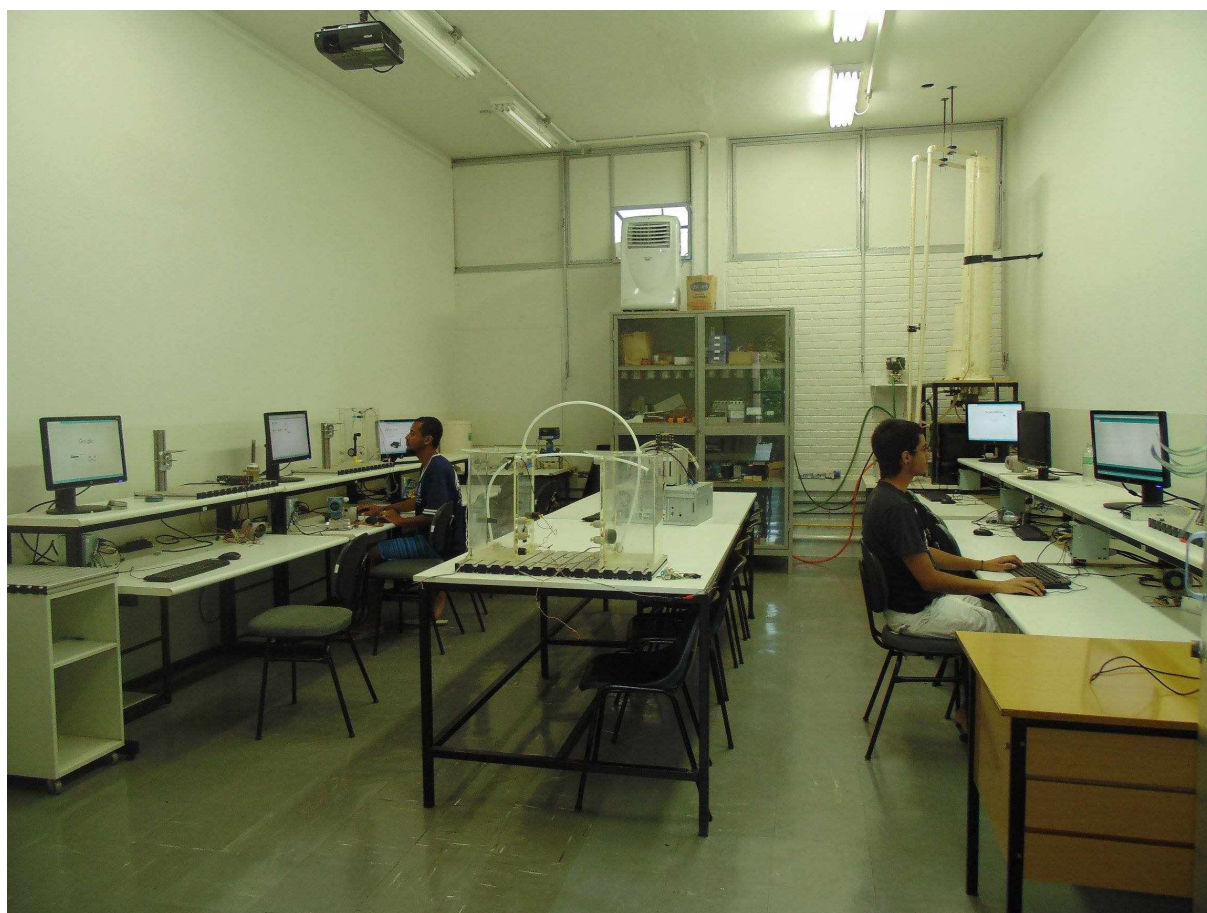
Figura 23 – Kit Laboratorial



4.1.2 Laboratório

Segue na figura 24, o espaço em que fora utilizado a aplicação da arquitetura de forma satisfatória atendendo as expectativas do projeto em questão. Onde cada usuário utiliza de forma simultânea e separada suas atividades em cada máquina, com o conforto e o ganho espacial para realização dos trabalhos.

Figura 24 – Laboratório

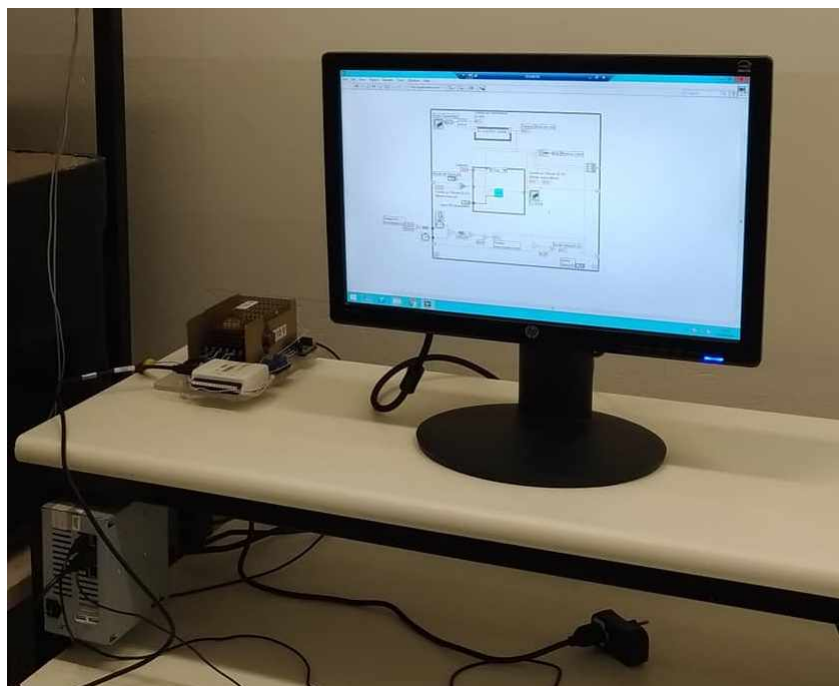


4.1.3 Aplicação

Em cada aplicação o tempo de resposta pode variar pois depende das capacidades do servidor e da arquitetura de rede utilizada. Nesse trabalho obtivemos resultados positivos aos testes, onde aplicou-se atividades e rotinas de algumas disciplinas do Curso de Engenharia de Controle e Automação e o tempo de resposta se assemelhou ao tempo gasto por computadores convencionais referente aos programas utilizados.

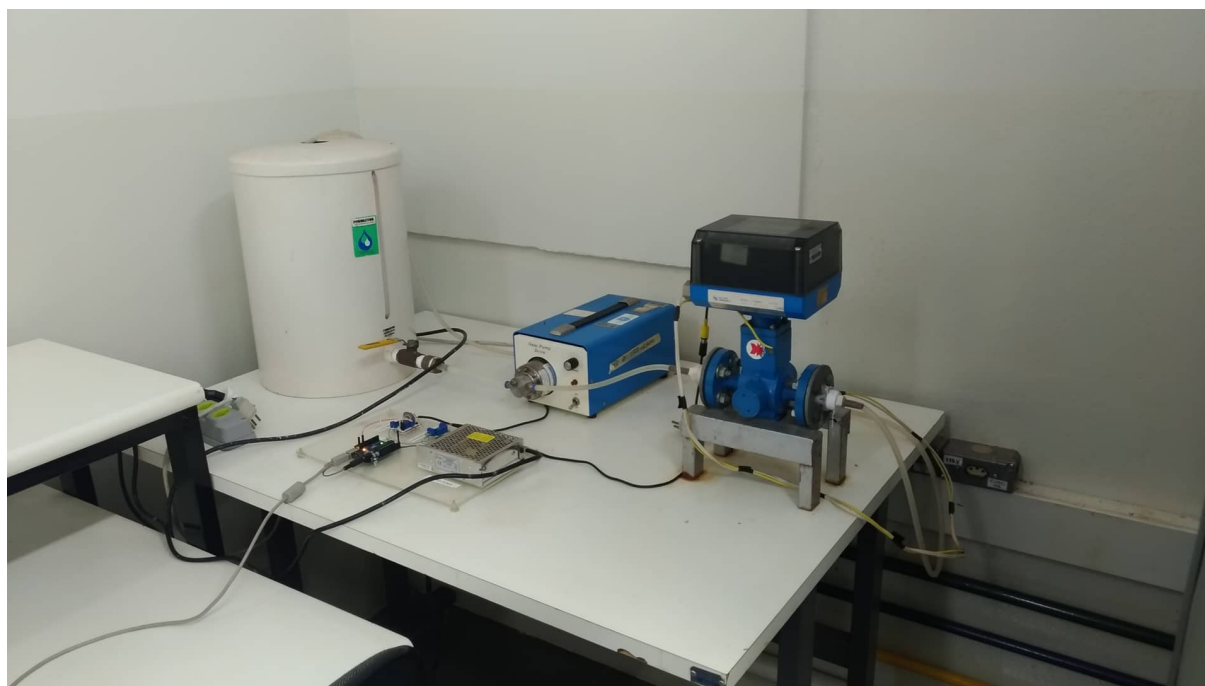
A arquitetura mostra sua eficiência, se portando como os antigos computadores onde eram realizados os experimentos de controle podendo ser vista na figura 25. Tem o exemplo de um controle de nível utilizando o software da National Instrument. A função de controle é enviada à DAQ para regulação da tensão e corrente aplicada em uma bomba elétrica para variar sua vazão.

Figura 25 – Software NI executado pelo usuário em uma DAQ



Utilizamos para teste de controle no laboratório, o dispositivo Arduino Uno juntamente com o kit laboratorial. Executando em uma das máquinas para enviar as operações lógicas de controle, observado sua montagem estrutural na figura 26.

Figura 26 – Software NI executado pelo usuário em um Arduino uno



4.1.4 Servidor Físico

Citado em vários pontos deste trabalho, neste tópico é apresentada de forma rápida e descritiva o computador servidor disponível para esse projeto. Atuante como máquina servidora dos multi-acessos paralelos realizados pelos usuários do laboratório. Sua localização atual, apresenta um exemplo do espaço necessário para um administrador trabalhar diretamente com o servidor. Ressaltando que o acesso remoto segue habilitado possibilitando uma maior comodidade ao gerente de rede. Onde estabelecido um acesso remoto via rede e com suas devidas credenciais lhe permite atuar em outro espaço.

4.2 DISCUSSÕES

Visto o potencial desse trabalho, onde a manutenção do laboratório torna-se facilitada pois é realizado apenas um serviço de configuração no servidor e publicados os aplicativos e programas a serem utilizados. Outro ponto que podemos citar de avanço é a redução do custo de espaço dentro do laboratório onde tornou-se um lugar mais favorável para o discente realizar seus testes e desenvolver seus trabalhos com um maior conforto. Uma problemática vista em diversos outros laboratórios, pois em um curso de Engenharia se utiliza de diversos componentes elétricos e fios a todo momento e o computador antigo limitava esse desenvolvimento.

Este trabalho também apresenta a necessidade de estudos em uma área correlacionada ao curso mas não abertamente discutida dentro das disciplinas. Foi um grande ganho como discente, pois trouxe uma nova abertura mercadológica diferenciada ao estudante de Engenharia de Controle e Automação.

5 CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES

Esse trabalho propiciou a busca por inovações científicas e a realização de pesquisas de assuntos correlacionados ou semelhantes ao tema apresentado. Todo o conhecimento obtido para a realização do desenvolvimento na execução do serviço descrito, bem como a arquitetura Thin Client, fora descrito nesse trabalho. Uma vez que não antes discutida dentre as disciplinas realizadas no decorrer do curso, fomentou a busca por novas áreas correlatas e que sombreiam a automação. Pois trata-se de equipamentos em seu conjunto, anteriormente utilizados para diversas outras aplicações.

A aplicação dessa arquitetura em um dos laboratórios da Faculdade foi um grande experimento pois exigiu conhecimentos em programação Linux, desenvolvimento com microcontroladores, gerenciamento de rede e desenvolvimento de servidores. O entendimento de cada um desses pontos é realizado de forma separada no decorrer do curso. E para execução de um serviço por completo utiliza-se de todas as ferramentas obtidas na graduação e também outras fontes.

Essa arquitetura busca conciliar tecnologia de ponta juntamente com um custo de investimento reduzido, pois tem-se essas duas vertentes fortemente exigida a realização de investimento. De forma semelhante ao mercado, o Curso de Engenharia de Controle e Automação, auxiliou este trabalho por atuar bem com esses dois pontos cruciais, onde sua aplicação reduz gastos com equipamentos e o custo espacial.

Por fim, na busca de dados incisivos para validar a utilização da arquitetura além das diversas vantagens apresentadas no decorrer deste trabalho. Foi encontrado uma pesquisa realizada na cidade de Balsas-MA, onde aplicou-se de forma mercadológica o Thin client em três empresas. Após as análises reais de funcionamento da arquitetura e com a utilização de uma pesquisa qualitativa entre os usuários e gestores do sistema, obtiveram como resultado a aprovação em sua totalidade em duas empresas. Como em uma das três não teve sua aplicação aprovada, resultou na conclusão da necessidade de um planejamento estruturado para implantação em diversas organizações. (LEONARDO; JAKSON; EDILMÁRCIO, 2017)

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Para esse tópico foi observado a capacidade desse trabalho para outros laboratórios assim que necessário a troca de algumas das máquinas podendo ser adicionadas de forma

simplificada. Ressaltando a necessidade de seguir os requisitos mínimos para adesão, até mesmo tornar todos os usuários dos espaços físicos adjuntos, usuários nessa arquitetura barata.

Outro ponto de interesse para um trabalho futuro é torná-lo capaz de funcionar além do computador de placa Raspberry Pi 3. Uma das possibilidades dessa expansão se dá com a utilização da ferramenta do VirtualHere Server tanto para os sistemas Linux ou Windows. E com a utilização dessa aplicação tornar dispositivos Android capazes de realizar de forma transparente, o acesso ao sistema, uma vez que disposta a parte estrutural de acesso.

REFERÊNCIAS

- DELL. *Especificações do produto Servidor PowerEdge 2950 III da Dell*. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www1.la.dell.com/br/pt/gen/Empresa/pedge_2950_3/pd.aspx?refid=pedge_2950_3&s=gen>. Acesso em: 11 dez 2018. Citado 2 vezes nas páginas 18 e 19.
- GARRIDO, S. P. *Saberes pedagógicos e atividade docente*. 4. ed. São Paulo, BR: Editora Cortez, 1999. Acesso em: 22 ago 2018. Citado na página 13.
- LEONARDO; JAKSON; EDILMÁRCIO. *TI VERDE: UTILIZAÇÃO DE THIN CLIENTS COMO ALTERNATIVA PARA INFRAESTRUTURA DE TI*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://www.unibalsas.edu.br/wp-content/uploads/2017/01/Artigo-Leonardo.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 17 e 42.
- LTDA, S. C. e Rec. de E. *Servidor Dell PowerEdge 2950*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://remakker.ecycle.eco.br/servidor-dell-poweredge-2950.html>>. Acesso em: 28 jun 2019. Citado na página 19.
- MICROSOFT. *Microsoft Windows Server 2012 R2*. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.microsoft.com/pt-br/evalcenter/evaluate-windows-server-2012-r2>>. Acesso em: 05 dez. 2018. Citado na página 21.
- MORAIS, F. L. *Thin client Raspberry PI*. [S.l.], 2015. Disponível em: <<http://www.comp.uems.br/~PFC/PFC%20162.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 18.
- RAMOS, L. *Windows 2012 Instalação e Configuração AD-DS Serviços de Domínio Active Directory - Aula 2*. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OtGhf_Jgwtk>. Acesso em: 11 dez 2018. Citado 8 vezes nas páginas 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31 e 32.
- RASPBERRY, P. F. *Raspberry Pi 3 Modelo B*. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>>. Acesso em: 11 dez 2018. Citado na página 20.
- RODRIGUES, A. *Domínios, Árvores e Florestas no Active Directory*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.portalgsti.com.br/2017/08/dominios-arvores-e-florestas-no-active-directory.html>>. Acesso em: 02 jul 2019. Citado 2 vezes nas páginas 25 e 26.
- SERVER, L. U. *Servidor USB Linux*. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.virtualhere.com/usb_server_software>. Acesso em: 05 dez 2018. Citado na página 23.
- SMART, U. *Diminuição de Custo de Propriedade de Hardware e Software*. [S.l.], 2017. Disponível em: <http://www.smartunion.com.br/Thin_Client_Dot_Station_Terminal_Linux_Dom_Smart_Union.asp>. Acesso em: 04 jan. 2019. Citado 2 vezes nas páginas 16 e 17.

SOLUÇÕES, I. *O que é thin client?* [S.l.], 2018. Disponível em: <http://www.thinclientbrasil.com/thin-client/o-que-e-thin-client.php?fbclid=IwAR08tnV-8KPi64HesDBFOnC6BV2pcwVMWWV_Tx5sh1ZT-0ZXFdLe7bukJAI>. Acesso em: 04 dez. 2018. Citado 3 vezes nas páginas 13, 15 e 16.

THOMSEN, A. *Review Raspberry Pi 3: Tudo que você precisa saber*. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/raspberry-pi-3-review/>>. Acesso em: 11 dez 2018. Citado na página 20.

VIRTUALHERE. *VirtualHere Home*. [S.l.], 2018. Disponível em: <<https://www.virtualhere.com/home>>. Acesso em: 05 dez. 2018. Citado na página 22.