



**Ernane Rosa Martins  
(Organizador)**

# **Princípios e Aplicações da Computação no Brasil 3**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Ernane Rosa Martins  
(Organizador)

# Princípios e Aplicações da Computação no Brasil 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Lorena Prestes  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P957	Princípios e aplicações da computação no Brasil 3 [recurso eletrônico] / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Princípios e aplicações da computação no Brasil; v. 3)  Formato: PDF Requisito de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-702-4 DOI 10.22533/at.ed.024191510  1. Computação. 2. Informática. 3. Programação de computador. I. Martins, Ernane Rosa. II. Série.  CDD 004
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O volume 3 da referida obra “Princípios e Aplicações da Computação no Brasil” apresenta 15 novos capítulos, que abordam assuntos importantes sobre o panorama atual da computação no Brasil, tais como: desenvolvimento de aplicativos móveis, VoIP, modelagem computacional, simulação, recurso educacional aberto, projeto de banco de dados, mobile learning, robótica, avaliação automática de código-fonte e agrupamento difuso multivariado.

Deste modo, esta obra reúne debates e análises acerca de questões relevantes, tais como: desenvolvimento de uma aplicação móvel para realização de recargas, consultas e simulação de saldo na carteira de transporte público, usando o método Design Constructal para melhorar a configuração geométrica de um novo layout para TCSA com quatro dutos; análise dos benefícios da tecnologia VoIP como alternativa de baixo custo a um serviço de telefonia institucional gerenciado por minicomputadores Raspberry e adaptadores ATA; análise do comportamento mecânico de placas finas de materiais compósitos laminados reforçados por fibras submetidas a esforços de flexão, comparando-as com o de uma placa de aço, usando modelagem computacional utilizando o software Abaqus 2017 Student Version®; apresentação de uma arquitetura de sistemas de simulação para área de convergência; desenvolvimento de uma abordagem para auxiliar o docente na criação de atividades com REA's que quando executados pelos alunos gerem o registro de suas experiências; análise da gestão de recursos humanos na administração pública por meio de um projeto de banco de dados; análise dos recursos disponíveis no WhatsApp Messenger, que oferecem possibilidades de uso no ambiente escolar como recurso pedagógico que pode auxiliar o processo de ensino e aprendizagem; simulação de um agente robótico capaz de realizar busca e exploração visual num ambiente virtual; e o desenvolvimento de uma ferramenta de análise e avaliação automática de código-fonte como alternativa para a otimização do processo de ensino-aprendizagem de programação.

Nesse sentido, esta obra apresenta enorme potencial para contribuir com análises e discussões aprofundadas sobre assuntos relevantes da área da computação, podendo servir de referência para novas pesquisas e estudos nesta área. Agradecemos em especial aos autores dos capítulos apresentados, e desejamos aos leitores, inúmeras reflexões proveitosas sobre as temáticas abordadas nesta obra.

Ernane Rosa Martins

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
WALLET BUS - TECNOLOGIA E TRANSPORTE PÚBLICO	
Carlos Adriano Carneiro Pestana Juan Castro Ribeiro Leonardo Carlos Balbino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
UM PROJETO CONSTRUCTAL DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR COMPOSTOS POR QUATRO DUTOS	
Ruth da Silva Brum Liércio André Isoldi Jairo Valões de Alencar Ramalho Luiz Alberto Oliveira Rocha Michel Kepes Rodrigues Elizaldo Domingues dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
TELEFONIA DIGITAL DE BAIXO CUSTO COM VOIP E RASPBERRY: UM ESTUDO DE CASO NO IFPI CAMPUS ANGICAL DO PIAUÍ	
Francisco Alysson da Silva Sousa Matheus Lopes Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
SIMULAÇÃO NUMÉRICA PARA ANÁLISE DE DEFLEXÕES E TENSÕES EM PLACAS FINAS DE AÇO E DE MATERIAI COMPÓSITOS SUBMETIDAS A ESFORÇOS DE FLEXÃO	
João Vítor de Azambuja Carvalho Daniel Helbig	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915104</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
SIMULAÇÃO DE ÁREA DE CONVERGÊNCIA NUVEM-HPC	
Alessandro Kraemer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915105</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>63</b>
RECREATE: RECOMENDAÇÃO DE REA'S POR MEIO DA DESCOBERTA DO ESTILO DE APRENDIZAGEM PELA EXPERIÊNCIA DO ESTUDANTE E EXPECTATIVA DO PROFESSOR	
Marco Antonio Colombo Da Silva Marilde Terezinha Prado Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915106</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>76</b>
PROJETO DE BANCO DE DADOS COM FOCO NA ALOCAÇÃO DEPARTAMENTAL DE SERVIDORES PÚBLICOS E SUAS ATRIBUIÇÕES FUNCIONAIS	
José Nazareno Alves Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915107</b>	

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>87</b>
M-LEARNING ATRAVÉS DO WHATSAPP: UMA ANÁLISE DE RECURSOS	
Nilson Alves dos Santos	
Mayara Kaynne Fragoso Cabral	
Beatriz Francisco Coelho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915108</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>98</b>
EXPLORAÇÃO E BUSCA VISUAL ROBÓTICA EM AMBIENTE SIMULADO	
Felipe Duque Belfort de Oliveira	
Hansenclever de França Bassani	
Aluizio Fausto Ribeiro Araujo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0241915109</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>112</b>
ESTUDO SOBRE A ESPECTROSCOPIA NIR PARA DETECÇÃO DONÍVEL ALCOÓLICO NO SANGUE	
Luis Gustavo Longo da Silva	
Cláudio Luis D'Elia Machado	
Fabiano Sandrini Moraes	
Rafael Galli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02419151010</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>125</b>
ESTUDO COMPUTACIONAL DO COEFICIENTE DE IMPACTO VERTICAL EM LONGARINAS DE PONTES RODOVIÁRIAS BRASILEIRAS	
Vinícius Heidtmann Avila	
Mauro de Vasconcellos Real	
Márcio Wrague Moura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02419151011</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>140</b>
DESENVOLVIMENTO DE UMA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO DE TRAÇOS DE PERSONALIDADE DO BIG-FIVE VIA ANÁLISE DE TEXTOS EM PORTUGUÊS DO BRASIL	
Angelo Travizan Neto	
Taís Borges Ferreira	
Márcia Aparecida Fernandes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02419151012</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>148</b>
CODETEACHER: UMA FERRAMENTA PARA CORREÇÃO AUTOMÁTICA DE TRABALHOS ACADÊMICOS DE PROGRAMAÇÃO EM JAVA	
Francisco Alan de Oliveira Santos	
Plácido Soares das Chagas Segundo	
Mardoqueu Sousa Telvina	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02419151013</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>158</b>
CLASSIFICAÇÃO DE TENDÊNCIAS POLÍTICAS EM NOTÍCIAS VIA MINERAÇÃO DE TEXTO E REDES NEURAIS SEM PESO	
Rafael Dutra Cavalcanti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.02419151014</b>	

<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>169</b>
ANÁLISE DE DADOS DE EXPRESSÃO GÊNICA POR MEIO DE MÉTODOS DE AGRUPAMENTO DIFUSO MULTIVARIADO	
Bruno Almeida Pimentel	
Marcilio Carlos Pereira de Souto	
DOI 10.22533/at.ed.02419151015	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>182</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>183</b>

## TELEFONIA DIGITAL DE BAIXO CUSTO COM VOIP E RASPBERRY: UM ESTUDO DE CASO NO IFPI CAMPUS ANGICAL DO PIAUÍ

**Francisco Alysson da Silva Sousa**

Instituto Federal do Piauí – IFPI, Campus  
Angical do Piauí – PI

**Matheus Lopes Pereira**

Instituto Federal do Piauí – IFPI, Campus  
Angical do Piauí – PI

**RESUMO:** Este trabalho teve o objetivo de analisar os benefícios da tecnologia VoIP como alternativa de baixo custo a um serviço de telefonia institucional gerenciado por minicomputadores *Raspberry* e adaptadores ATA, o estudo de caso teve como cenário o campus Angical do Instituto Federal do Piauí. Por meio do método exploratório foram descritos o cenário técnico, o modelo de operação atual e seus custos. Na obtenção de dados, a análise de contratos vigentes complementa a justificativa e as conclusões evidenciam a viabilidade técnica, o prognóstico da redução de custos em relação à telefonia convencional além do baixo investimento necessário à conversão dos modos de operação ao se utilizar a infraestrutura da rede de dados já existente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Telefonia. Redes. Tecnologia. VoIP. Custos.

**ABSTRACT:** This study aimed to analyze the benefits of VoIP technology as a low cost

alternative to an institutional telephony service managed by Raspberry minicomputers and ATA adapters, the case study was based on the Angical campus of the Federal Institute of Piauí. The exploratory method described the technical scenario, the current operating model and its costs. In order to obtain data, the analysis of current contracts complements the justification and the conclusions show the technical feasibility, the prognosis of the reduction of costs in relation to conventional telephony besides the low investment necessary for the conversion of the modes of operation when using the network infrastructure existing data.

**KEYWORDS:** Telephony. Networks. Technology. VoIP. Costs.

### 1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de comunicação pode ser considerada uma característica natural do ser humano, as formas de expressão, independente do meio, sempre carregam a intencionalidade de transmitir algo, quase sempre uma busca de um retorno. Para Feil (2013), a comunicação pode ser definida como uma condição humana, pois para o autor, teríamos nessa habilidade um fator determinante para alcançarmos os atuais níveis de desenvolvimento social e tecnológico. Em

dias atuais, podemos destacar a interatividade como característica indispensável ao êxito de um processo comunicacional sendo reforçado, como destaca Primo (1999), pela perspectiva interacionista da cognição humana ao afirmar que grande parcela da capacidade de percepção de novos conhecimentos é proveniente de seu potencial de compartilhamento de ideias.

Com as emergentes tecnologias, as formas de comunicação também passaram por importantes mudanças. Forouzan (2006), nos ajuda a entender o processo que, em tempos remotos, se limitara ao simples envio ou recebimento da mensagem em sentido onidirecional (*simplex*), ou envio e recebimento, não ao mesmo tempo (*half-duplex*) e o atual fluxo simultâneo (*full-duplex*) no qual, emissão e recepção, acontecem bidireccionalmente. Com a evolução das técnicas de conectividade, a transmissão da informação tornou-se instantânea e sem limitações geográficas, para Tanenbaum (2003) isso se torna possível através de um conjunto de dispositivos interconectados que formam as redes de computadores, permitindo interações em texto, áudio e vídeo e diversas outras mídias.

O presente trabalho, dentro desse contexto da interação instantânea, delimita-se a apresentar uma alternativa ao processo de comunicação institucional utilizando-se do meio telefônico tendo como referência o modo atual de funcionamento do ambiente em estudo e sua transformação em um cenário digital com o tráfego de voz sobre a rede de dados em operação no local.

O objetivo geral é apresentar uma alternativa considerada de baixo custo para a modernização de uma estrutura de telefonia analógica migrando-a para o sistema de transmissão da voz em pacotes de dados sobre a rede local minicomputadores *Raspberry Pi* atuando como pequenos servidores de central telefônica e adaptadores ATA para conexão dos aparelhos telefônicos convencionais à rede. Destacando a viabilidade financeira, a ideia é demonstrar ser possível a digitalização de uma rede de ramais analógicos sem a necessidade de grandes investimentos utilizando a própria conectividade já operacional no prédio.

Esta proposta justifica-se por enquadrar-se na constante busca por iniciativas no âmbito da administração pública que resultem na redução de custos e na otimização da aplicação dos recursos financeiros de forma que sejam sempre possíveis as inovações tecnológicas sem a necessidade de aumento do custeio para melhoria da prestação de serviços à comunidade atendida. Vista a importância da comunicação, a alternativa apresentada visa facilitar o cotidiano administrativo da instituição considerando a grande demanda de contatos telefônicos internos e externos e o elevado custo mensal do serviço. Pretende-se demonstrar que é possível realizar chamadas com a mesma facilidade do plano de discagem do modo convencional incrementando a este modelo alguns importantes benefícios como prescindir dos serviços da operadora para realizar ligações internas além do pequeno custo por minuto em ligações externas. Ainda como justificativa, é válido destacar a limitação decorrente dos poucos pontos fixos disponíveis para se estabelecer a comunicação

nas dependências internas, situação essa motivadora da constante realização de chamadas com destino a dispositivos móveis que, mesmo fisicamente próximos, a ligação acontece através do serviço de conectividade externo da operadora, esse tipo de comunicação corresponde a uma fatia considerável no valor total da fatura mensal. Nesse ponto em específico, verificamos que é possível configurar aplicativos para dispositivos móveis que se conectam ao servidor através da rede sem fio, são os chamados *softphones*, *softwares* gratuitos para telefonia VoIP.

A metodologia aplicada pode ser caracterizada como exploratória baseada em um ambiente educacional onde há em funcionamento o modelo analógico de telefonia convencional dispendo de apenas 4 linhas fixas para atender pelo menos 10 setores. Inicialmente foi mapeado o ambiente administrativo para definição da localização e quantidade de aparelhos, verificaram-se as condições do cabeamento e a conexão destes até a central telefônica interna, conhecida tecnicamente como *Private Branch Exchange* – PBX, a pesquisa de orçamento foi então realizada para fundamentar a etapa comparativa de investimentos. A coleta de dados teve como base o estudo técnico realizado seguido pela análise de contratos vigentes referentes aos custos mensais, os investimentos necessários à implantação da proposta assim como o comparativo orçamentário entre os dois modelos, o analógico e o digital.

## 2 | TECNOLOGIA VOIP

A referida técnica de codificar, transmitir e decodificar a voz sobre redes IP – *Voice Over Internet Protocol* ou Voz sobre Protocolo de Internet – VoIP, representa um novo tempo no serviço de telefonia ao permitir o transporte do áudio em formato de dados paralelamente às demais informações trafegadas em uma rede, Moraes e Fernandes (2010) ressaltam que essa característica técnica e operacional significa uma alternativa de baixo custo para a comunicação remota. Reforçando essa tendência mundial no mercado de telefonia, um relatório disponibilizado por pesquisadores da *JuniperResearch* ainda em 2014, destaca uma importante mudança nas estratégias de negócios entre as operadoras de redes móveis onde, segundo o documento, o serviço de voz na internet movimentou aproximadamente \$ 20 bilhões em investimentos de infraestrutura até o final de 2018, isso demonstra o quanto a telefonia digital tem conquistado seu espaço no mercado. Ainda sobre os benefícios, Abreu (2017) destaca a vantagem da realização de chamadas diretamente entre pontos, bastando para isso, uma conexão local (ramais internos) ou a conexão à internet para que ligações externas (longa distância) sejam completadas, dispensando assim, o uso da complexa infraestrutura que envolve uma rede de telefonia convencional. Keller (2011) explica o protocolo e a padronização mundial de suas respectivas regras que, ao serem corretamente implementadas, permitem a captura, organização em pacotes, o tráfego e a decodificação para que a voz seja

reproduzida no destino. Veras e Júnior (2015) abordam também o funcionamento da tecnologia considerando o fluxo de comunicação em camadas preconizado pelo modelo de referência OSI no qual, a nível da camada de sessão, o serviço executa o *Session Initiation Protocol* – SIP, responsável por gerenciar a sinalização na troca de mensagens entre os pontos durante uma comunicação e o *Real-Time Transport Protocol* – RTP, que atua na camada de transporte e através do qual acontece o empacotamento e a transmissão da voz sobre uma rede IP.

Podemos então realizar uma comparação, em detalhes técnicos, entre o modo convencional e o digital assegurando a propensão e vantagens condizentes a esta última. O serviço de telefonia convencional ou telefonia fixa analógica tem como base de funcionamento a técnica de transmissão denominada comutação por circuitos, Rocha (2005) explica que esse tipo de conexão representa a alocação de recursos através de uma interligação física permitindo o tráfego da voz até o receptor, esse modelo de comunicação é internacionalmente definido como Rede de Telefonia Pública Comutada - *Public Switched Telephone Network* – PSTN. O referido autor esclarece que o fluxo nesse sistema analógico acontece a partir de centrais telefônicas locais, como nas dependências de um prédio, estas se conectam as centrais de trânsito, que possuem uma hierarquia superior na estruturação da rede, e estas por sua vez se comunicam com as centrais locais de destino, possibilitando o estabelecimento da comunicação através de um caminho físico dedicado. Assim, “[...] o tráfego de voz pode fluir entre as centrais possibilitando o estabelecimento de chamadas entre usuários atendidos por centrais distintas, mediante um plano de encaminhamento adequado.” (ROCHA, 2005. p. 63).

Embora as referidas redes PSTN tenham sua estabilidade e o domínio da comunicação por voz perdurados durante muitas décadas, a tendência no campo tecnológico das telecomunicações é o surgimento das chamadas redes convergentes, ou seja, as operadoras perceberam a nova demanda emergente dos serviços de voz pela internet e passaram a realizar altos investimentos nas tecnologias que viabilizam a unificação dos meios de transmissão nos quais pode ocorrer o tráfego de voz e dados em uma mesma infraestrutura de conexões. Esse modo de operação alavancou, em contraponto ao analógico, a telefonia digital ou telefonia IP que Vetter (2015) define como sendo a nomenclatura ideal para se referir a aplicação da tecnologia de voz sobre o protocolo de internet, esse tipo de comunicação é realizada sobre processo descrito como comutação por pacotes, onde o alocação do espaço necessário à transmissão é realizada sob demanda, o que otimiza o uso do meio. Na explanação de Vetter (2015, p. 25) destaca-se de forma clara o dois principais protocolos utilizados em uma comunicação VoIP, sendo o mais utilizado para etapa de sinalização, o SIP, estabelecendo e gerenciando a chamada (sessão) desde o seu estabelecimento inicial até a finalização e durante essa conexão a voz digitalizada é transmitida em pequenos blocos denominados pacotes de dados RTP, via camada de transporte. No dispositivo do usuário final a voz é capturada,

digitalizada e reproduzida pelos codificadores de decodificadores de áudio - CODECs. Esse componentes realizam a conversão da voz analógica (emissor) em sequência de bits digitais e esses dados, após chegarem ao destinatário (receptor), passam pelo processo inverso de decodificação e reprodução.

### 3 | ESTUDO DE CASO

O Instituto Federal do Piauí – IFPI, uma instituição pública de ensino com mais de 100 anos de existência, teve seu ápice de expansão registrado a partir do ano de 2008 (MEC, 2016). Nesse período, houve a descentralização das unidades de ensino passando de 03 para os atuais 21 presentes em 19 cidades. Esse processo de interiorização ao tempo que significava um contributo para desenvolvimento educacional da região apresentava um enorme desafio técnico relacionado ao processo de comunicação e conectividade. A prestação do serviço de telefonia e internet foi por um longo período operacionalizado pelo grupo surgido a partir das privatizações no setor, essa exclusividade de operação no mercado local representavam um alto custo ao usuário final.

Diante dessa onerosa realidade, em meados de 2013 a Diretoria de Tecnologia da Informação – DTI, deu início ao projeto de modernização da telefonia, o objetivo inicial seria a interconexão das unidades por meio da tecnologia VoIP utilizando a infraestrutura da rede de dados existente para realização de chamadas entre campi para, em seguida, permitir chamadas externas por meio do serviço de encaminhamento de chamadas *VoIP* da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa – fone@RNP.

Os maiores desafios estavam na situação dos insuficientes *links* de internet e na necessidade de aquisição de equipamentos, o projeto inicial contemplou os campi com aparelhos digitais (telefone IP), porém em quantidade inferior à demanda. Nesse cenário, a existência de aparelhos de telefonia fixa nos campi despertou a motivação para esse projeto pela possibilidade de utilizá-los como ramais VoIP por meio de adaptadores ATA, Abreu (2017), enfatiza que isso potencializa a infraestrutura atual a um custo muito baixo dispensando a aquisição dos terminais. Propomos aqui o uso de minicomputadores modelo *Raspberry Pi*, pois nessas simples placas constatamos ser possível dispor um serviço em rede como um provedor SIP através do sistema *RasPBX* - uma versão adaptada especificamente para este *hardware*.

Para o teste funcional foi instalado no *Raspberry* o sistema *RasPBX*, esta aplicação disponibiliza, via rede, uma central telefônica digital – PBX IP – na qual o ramais virtuais são configurados. Para permitir o uso de aparelhos convencionais, foi usado um adaptador ATA modelo Linksys 2102, esses possuem conector RJ 11 – ligue-se ao telefone - e o conector RJ 45 para conectá-lo à rede de dados. A configuração do servidor pode ser realizada via protocolo SSH ou pela *interface web* através do

endereço IP do servidor, onde, nos testes foram configurados dois ramais com os números 1021 e 1022 e finalmente realizou-se uma chamada de voz entre estes, o objetivo foi mostrar a facilidade de discagem e qualidade do áudio nas ligações.

### 3.1 Metodologia

Com a característica exploratória, o método aplicado para elaboração deste trabalho tem como fundamento a execução de uma proposta com a finalidade de aproveitar a atual rede de dados e os existentes aparelhos de telefonia fixa para conversão operacional destes em ramais digitais e assim tornar possível a migração do analógico tráfego de voz para a transmissão em formato de pacote de dados sobre redes IP, conforme explica [ABREU, 2017]. O procedimento inicial foi realizar o levantamento técnico da infraestrutura de equipamentos existentes que garantem o funcionamento do sistema de telefonia assim como a conexão local e à internet provida por este mesmo meio através da utilização de circuito de dados e fibra óptica. Visto o material, a pesquisa de orçamento foi realizada para fundamentar a etapa comparativa de investimentos a fim de justificar a opção pela alternativa. Para obtenção das informações de valores foram analisados os contratos vigentes relativos à prestação dos serviços existentes, verificou-se o documento nº 02/2012 referente telefonia fixa e o de nº 03/2012 referente ao serviço de conectividade dos quais foram extraídos os seguintes dados contidos na Tabela 1:

INTERNET			
MEIO	LINK	OPERADORA	CUSTO MENSAL
Circuito de Dados	2 Mbps	Oi	R\$ 5.000,00
Fibra óptica	100Mbps	RNP	R\$ 00,00*
TELEFONIA			
MODO	QUANTIDADE	DEMANDA	CUSTO MENSAL
Analógico	4	10	R\$ 1.500,00

Tabela 1: Serviços com contratos vigentes

Os dados obtidos através dos levantamentos realizados possibilitaram construir a visualização de detalhes a respeito dos investimentos necessários à implantação da alternativa no ambiente local em estudo. Uma informação importante que pode ser extraída dos contratos analisados, diz respeito ao custo mensal com telefonia fixa para o campus, aproximadamente R\$ 1.500,00 como pode ser visualizado na tabela 1, nesse item de faturamento, o documento verificado cobra por uma quantidade previamente estipulada de minutos/mês quando raramente esse consumo é atingido. Diante das informações expostas, temos como alternativa de

baixo custo de aquisição a argumentada proposta em foco neste projeto. Esta opção, além da viabilidade de implantação, tem como outra vantagem possuir como base a estrutura existente da rede analógica na qual o aproveitamento dos aparelhos telefônicos já disponíveis seria possível com a aquisição mínima conforme a tabela 2 a seguir:

ITEM	DESCRIÇÃO	DEMANDA	DISPONÍVEL	V.UNITÁRIO	TOTAL
01	Telefone fixo analógico	10	10	30,00	00,00
02	Adaptador ATA	10	0	150,00	1.500,00
03	Minicomputador Raspberry	1	0	240,00	240,00
04	Gateway FXS	1	0	1.000,00	1.000,00
				<b>TOTAL</b>	<b>3.740,00</b>

Tabela 2: Proposta de baixo custo

### 3.2 Análise e discussão dos resultados

Considerando o ambiente completo da instituição com os atuais 21 campi em funcionamento, teríamos a necessidade de disponibilização orçamentária em torno dos R\$ 126.000,00 para implantação de uma solução comercial baseada em valores atuais de mercado, considerando o cenário de contenção de gastos recomendado pelo Governo Federal através do Ministério de Educação – MEC (mantenedor da instituição em análise) na portaria nº 28 de 16 de fevereiro de 2017 (BRASIL, 2017), a execução de uma solução corporativa se tornaria uma opção inviável, essa afirmação tem como base o registro de indeferimentos recentes relacionados ao custeio de projetos. Já em relação à proposta objetivo deste trabalho a redução de custos ainda na etapa de aquisição e implantação é bastante significativa e os detalhes podem ser observados no gráfico 1:

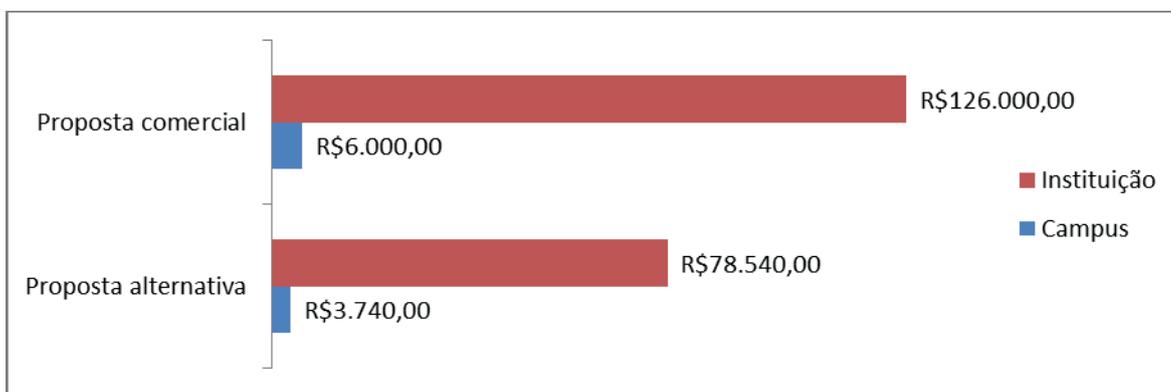


Gráfico 1: Investimentos

Uma vez viabilizada e com a homologação técnica do serviço proposto concluída, tem-se como meta inicial o foco nos custos originados pelas chamadas internas, conforme mencionado entre as problemáticas citadas, para as quais se projeta uma redução de aproximadamente 100% nesse tipo de tarifação, considerando para alcançar esse resultado que o fluxo de comunicação interna entre ramais digitais fará uso somente do serviço de rede local, ou seja, no espaço interno do campus teremos ramais fixos e móveis conectados. Outro fator técnico que pode ser destacado ao se verificar as informações analisadas durante a realização desta pesquisa é a possibilidade de implantação da referida alternativa tecnológica nas demais unidades que compõem a instituição, essa expansão permitiria a conexão direta entre os outros campi via *link* de internet e conseqüentemente permitiria a realização de chamadas sem custos, pois nesse cenário a conexão entre ramais, mesmo pertencentes a centrais diferentes teria como condição funcional a dependência exclusiva da *internet* operando como meio de transmissão. Esse modelo operacional fundamenta a proposta de benefícios resultante da convergência de redes abordada como tendência no projeto.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da argumentação exposta neste trabalho foi possível concluir que o objetivo de modernizar e ampliar o sistema de telefonia local é uma alternativa técnica e financeiramente viável optando-se pela telefonia digital a partir de aparelhos analógicos. As placas de minicomputadores modelo *Raspberry PI*, mesmo em dimensões compactas (13x10cm), possuem a configuração de *hardware* suficiente para gerenciar o serviço de central telefônica digital provido pelo sistema *RasPBX* tendo em vista que essa aplicação foi desenvolvida especialmente para o minicomputador, essa versão incorpora os *software Asterik* como núcleo e o *Freepbx* como *interface web* de gerenciamento. Com esses serviços em execução observamos um consumo de memória inferior a 50% (490 MB) da capacidade original da placa (1 GB). Constatou-se também que a existente infraestrutura da rede de dados local

permite a conexão dos dispositivos de forma a atender a demanda da localização dos ramais e a interligação destes a central e nesse aspecto técnico há uma considerável economia e conseqüentemente uma importante contribuição para a viabilidade da proposta diante da não necessidade de investimentos em cabeamento de uma nova rede.

Identificamos ainda que o baixo custo de aquisição e implantação da proposta apresenta-se com uma oportuna solução diante das políticas governamentais de limitações orçamentárias tornando viável, dentro deste cenário administrativo, a migração do atual e custoso sistema de telefonia para a tecnologia que propõe, inicialmente, a realização de chamadas internas através da própria rede local ao tempo em que se abre a possibilidade de chamadas externas através do serviço visto que a unidade de ensino já custeia o link de internet necessário como redundância (em caso de indisponibilidade do principal) enquanto o link de maior capacidade disponível (100Mbps) torna perfeitamente operacional o tráfego adicional de pacotes de dados resultantes da digitalização e transmissão da voz.

Como implementação futura pretendemos realizar os testes de conectividade entre a solução de telefonia digital interna, apresentada como proposta inicial desse trabalho, integrando-se com o recurso de conectividade externa por meio do serviço VoIP (fone@RNP), um projeto desenvolvido com o objetivo de prover comunicação telefônica digital e se apresenta como uma alternativa acadêmica colaborativa gerenciada pela Rede Nacional de Ensino e Pesquisa - RNP disponibilizada às instituições vinculadas como o Instituto Federal do Piauí. Com essa expansão a ser executada como passo seguinte, será tecnicamente possível completar chamadas externas de longa distância por um custo mínimo por minuto nas ligações realizadas para os demais destinos que possuem instituições atendidas pelo serviço.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Marcelo Pereira de. **Implantação de um sistema de telefonia IP em uma rede sem fio: VoIP móvel**. Niterói, RJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações) - Universidade Federal Fluminense, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Gabinete do Ministro. Portaria nº 28, de 16 de Fevereiro de 2017. Dispõe sobre limites na contratação de bens de serviços. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 2017. p. 258.

FEIL, G. S. **Comunicação: condição ou impossibilidade humana?** Galaxia (São Paulo, Online), n. 26, p. 48-59, dez. 2013.

FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores**. São Paulo: Mcgraw Hill Brasil, 2006.

KELLER, A. **Asterisk na prática**. Editora: Novatec, São Paulo Brasil, 2011. 2ª edição.

MEC. **Ministério de Educação**: Rede Federal de Educação Científica e Tecnológica - 2016. Histórico.

Disponível <<http://redefederal.mec.gov.br/>> Acesso em: 29 mai. 2018.

MORAES, R. O.; FERNANDES R. B. **Tecnologia e forças competitivas**: estudo de caso sobre o VoIP em uma concessionária de telecomunicações. Revista Produção Online, v. 10, n. 2, p.297-324, 2010.

PRIMO, A F. T.; CASSOL, M. B. F. **Explorando o conceito de Interatividade**: definições e taxonomias. Informática na Educação: teoria & prática. Porto Alegre, v. 2, n. 2 p. 65-80, 1999.

ROCHA, A. F. **Evolução das redes telefônicas a partir de processos gradativos de modificação de topologia de rede e conversão de centrais**. Cad. CPQD Tecnologia, v1, p. 61-70, 2005. Disponível em: <[http://comunidade.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol1\\_N1\\_jan\\_dez\\_2005/pdf/artigo4\\_Rocha.pdf](http://comunidade.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol1_N1_jan_dez_2005/pdf/artigo4_Rocha.pdf)>. Acesso em: 28 jul. 2018.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. Tradução da 4rd. Ed. em inglês. Editora Campus. 2003.

VERAS, R; Júnior, M.F.S. **Mecanismos de segurança para ambientes VoIP**. In: III – Seminário De Redes E Sistemas De Telecomunicações Instituto Nacional De Telecomunicações – Inatel, São Paulo, 2015.

VETTER, Murilo. **Sistema de Monitoramento de Qualidade em Serviços de Telefonia IP**. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciências da Computação) UFSC, Florianópolis, SC, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/135978>>. Acesso em: 29 jul. 2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abaqus 40, 41, 43, 46, 48  
Agrupamento 81, 140, 169, 170, 175, 176  
Aplicação 5, 6, 28, 31, 33, 34, 37, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 60, 61, 68, 70, 80, 83, 89, 129, 135, 148, 150, 152, 157, 169, 174  
Aplicativo móvel 1, 7, 88  
Aprendizado online 98, 100  
Aprendizagem 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 140, 147, 148, 149, 150, 154, 156  
Aprendizagem colaborativa 89, 95, 140  
Área de convergência 49, 50, 51, 52, 58, 60, 61, 62  
Atenção visual 98, 101, 103, 106, 107, 110  
Avaliação automática 148, 149

### B

Banco de dados 8, 59, 66, 76, 77, 79, 81, 82, 84, 85, 86, 170, 182  
Busca visual 98, 99, 100, 101, 102, 107, 110

### C

Carteira estudantil 1  
Celular 87, 88, 90, 91, 96, 179  
Centrais de dados 49, 50, 54, 62  
Coeficiente de impacto 125, 130, 138  
Condicionamento de Ar 16  
Custos 30, 31, 32, 36, 37

### D

Design constructal 16, 18, 19, 28  
Desvio funcional 76  
Difuso 169

### E

Efeitos dinâmicos 125, 126, 127, 130, 136, 137  
Energias renováveis 16  
Ensino 2, 34, 38, 63, 64, 74, 87, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 148, 149, 156  
Espectroscopia 112, 114, 115, 116, 118, 121, 122  
Etilômetro 112, 113, 114, 116  
Exercícios de programação 148, 156  
Expressão gênica 169, 171, 174

## **G**

Gestão pública 76, 85

## **I**

Infravermelho 112, 114, 115, 116, 117, 118, 121

## **J**

Java 53, 148, 149, 150, 151, 156

## **L**

LIWC 140, 143, 144, 146

## **M**

Materiais compósitos 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47

Mineração de textos 158, 166, 167

Mobile learning 87, 88, 89, 91, 93, 95, 96, 97

Modelagem computacional 16, 40, 42, 125, 138

Modelo de estilo de aprendizagem 63, 65, 69

Modelos de cargas móveis 125

Multivariado 169, 172, 176, 178

## **P**

Pontes rodoviárias 125, 126, 138, 139

Processamento de linguagem natural 140, 159

Processo ensino-aprendizagem 63

## **R**

Recomendação 63, 64, 67, 70, 71, 72, 73

Recurso educacional aberto 63, 64

Recursos humanos 76, 79, 86

Redes 7, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 81, 97, 158, 161, 167

Redes neurais sem peso 158

Robótica 98, 99, 100, 101, 110

## **S**

Simulação 5, 13, 14, 40, 41, 43, 49, 50, 52, 54, 57, 58, 60, 61, 62, 68, 102

Simulação numérica 40, 41, 43

Sistemas de informação 76, 77, 79, 80, 86, 182

## **T**

Tecnologia 1, 30, 32, 33, 34, 38, 39, 63, 90, 97, 112, 176, 182

Telefonia 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39

Transporte público 1, 2, 3, 5, 6, 7, 15

Trocadores de Calor Solo-Ar (TCSA) 16, 17

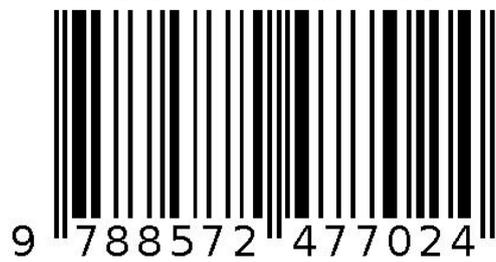
## **V**

VoIP 30, 32, 33, 34, 38, 39

## **W**

Whatsapp 87, 91, 96, 97

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-702-4



9 788572 477024