



Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB
Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas – DCET
Colegiado do Curso de Ciência da Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

Urna Eletrônica UESB – Implantação do SAELE em Raspberry Pi

Samir Curi Oliveira

Vitória da Conquista

Janeiro/2017

**Implantação do SAELE – Sistema Aberto de Eleições
Eletrônicas – em Raspberry Pi**

Samir Curi Oliveira

Orientador: Prof.^a Cátia Mesquita Brasil Khouri

Monografia de conclusão do curso apresentada ao Colegiado do Curso de Ciência da Computação – UESB – para obtenção do título Bacharel em Ciências da computação.

Vitória da Conquista
Janeiro/2017

*A qualquer hora,
Em qualquer lugar,
Para qualquer missão!*

RESUMO

As atividades pertinentes ao ambiente acadêmico envolvem processos de interação e participação dos agentes que constroem as instituições de ensino através de eleição/consulta para o(a) reitor(a), eleições para representantes nos conselhos superiores, diretores de unidades, chefes de departamentos, comissões permanentes, associações sindicais, diretórios e centros acadêmicos, entre outras representações.

Partindo do princípio da seguridade e inviolabilidade do voto, instrumentos que caracterizam a integridade da eleição, há uma demanda ávida por um sistema que imprima confiabilidade e praticidade na execução dessas eleições/consultas.

O Sistema Aberto de Eleições Eletrônica (SAELE), desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, tem por objetivo disponibilizar esse importante serviço à comunidade universitária.

Este trabalho propõe a utilização da interface do SAELE em Raspberry Pi para a produção de urnas eletrônicas, suprimindo a demanda de votações, pesquisas e enquetes feita pelo Colegiado do Curso de Ciência da Computação – CCCC, da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Para tanto, inicialmente, foi criado um protótipo da urna, para abrigar o RaspberryPi e uma tela *touchscreen*. Em seguida, o código do sistema foi adaptado para que a tela *touchscreen* seja a única forma de interação do eleitor com a urna, otimizar a forma de pesquisa dos eleitores, manter os concursos finalizados e criar um teclado virtual na tela de *login* dos concursos.

Como resultado, obteve-se uma urna eletrônica com interface amigável que oferece comodidade, segurança e rapidez nos processos envolvidos nos pleitos inerentes à comunidade acadêmica.

Palavras-chaves: Automação, eleição, *Raspberry Pi*, Sistema Aberto de Eleições Eletrônicas.

ABSTRACT

The activities related to the academic environment involving interaction processes and participation of agents that build educational institutions through election / appointment to the rector, representatives for elections in the higher councils, unit directors, department heads, standing committees, trade unions, directories and academic centers, among other representations.

Assuming the security and inviolability of the vote, instruments that characterize the integrity of the election, there is a keen demand for a system that print reliability and practicality in implementing the elections / appointments.

The Open System Electronic Elections (SAELE), developed by the Federal University of Rio Grande do Sul - UFRGS, aims to provide this important service to the university community.

This paper proposes the use of SAELE interface in electronic voting machines in Raspberry Pi, supplying the demand of polls, surveys and polls made by the Department of Exact Sciences and Technology - DCET, the State University of Southwest Bahia, with friendly interface, convenience, safety and speed in the processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interface gráfica do <i>pgAdmin</i>	19
Figura 2 – RaspberryPi B+	20
Figura 3 – Tela inicial <i>Raspbian</i>	21
Figura 4 – Leitor de cartão USB	22
Figura 5 – Sistema SDFormatter V4.0	23
Figura 6 – Opção de formatação do cartão SD	23
Figura 7 – Raiz da pasta NOOBS	24
Figura 8 – NOOBS	24
Figura 9 – Instalação <i>Raspbian</i>	25
Figura 10 – Tela inicial <i>Raspbian</i>	26
Figura 11 – Display 7" Touchscreen e cabos	27
Figura 12 – Traseira do Display 7" Touchscreen	28
Figura 13 – Acoplagem ao RaspberryPi	28
Figura 14 – Conexão do cabo de vídeo	29
Figura 15 – Conexão dos cabos de alimentação	29
Figura 16 – Localhost do Apache	30
Figura 17 – PHP	31
Figura 18 – Primeiro acesso ao SAELE	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Requisitos de Instalação SAELE	14
Tabela 2 – Configuração RaspberryPi B+	15
Tabela 3 – Quadro comparativo modelos Raspberry Pi	16

SUMÁRIO

1. Introdução	9
1.1 Objetivos	10
1.2 Importância do trabalho	11
1.3 Estrutura do trabalho	11
2. Eleições e Urnas Eletrônicas	13
2.1 Eleições	13
2.2 Sistema Aberto de Eleições Eletrônicas	14
2.3 Sistema Embarcado	15
2.4 Raspberry Pi	16
2.4.1 Sistemas Operacionais	17
2.5 Display 7" touchscreen Raspberry Pi	17
2.6 PHP	17
2.7 PostgreSQL	18
3. Implantação da Urna Eletrônica	20
3.1 Escolha dos equipamentos e plataforma	20
3.2 Preparação do cartão SD para instalação do Raspbian	22
3.3 Configuração e montagem da tela touchscreen.....	26
3.4 Instalação do APACHE	30
3.5 Instalação do PHP	30
3.6 Instalação do PostgreSQL	32
3.7 Conexão do banco de dados ao SAELE.....	32
3.8 Criação da urna de votação	34
4. Conclusão	35

1 Introdução

O homem é um sujeito social, e como tal é consciente de que sua individualidade interfere diretamente nas questões da comunidade. É um indivíduo que deve exercer sua cidadania, entendida como consciência política e que se forma no exercício de sua prática.

Cada universo em que esse indivíduo se relaciona e onde participa das decisões na coisa pública, reforça a ideia do espaço inclusivo, construído pela opinião de cada sujeito participante, levando em conta suas necessidades e características específicas.

Neste contexto, a política se firma como mecanismo mais adequado de garantia de direitos individuais e coletivos, que é decidido mediante o conceito de cada sujeito. Todos têm o poder e a capacidade de escolher. O homem é um ser relacional, um ser que sempre decide o que ele é com responsabilidades sociais para consigo e os outros.

O ambiente acadêmico reforça os conceitos de cidadania e democracia e lapida cada sujeito para este processo de construção do bem comum. As atividades pertinentes ao ambiente acadêmico envolvem processos de interação e participação dos agentes que constroem as instituições de ensino através de eleição/consulta para o(a) reitor(a), eleição para representantes nos conselhos superiores, diretores de unidades, chefes de departamentos, comissões permanentes, associações sindicais, diretórios e centros acadêmicos, entre outras representações.

A configuração desse espaço acadêmico inclusivo se dá quando o sujeito coloca sua posição e legitima ações, processos e pessoas – eis o voto.

“O exercício desse direito perpassa pela perspectiva da qualidade da democracia, impondo exigências de mensuração dos mecanismos da participação política dos cidadãos. Envolve, sobretudo, um claro compromisso público ético e moral com o pressuposto de que democracia pode ser aperfeiçoada em benefício do bem estar e da qualidade de vida das pessoas” (MENEZES; ARAÚJO; VASCONCELOS; SOUZA, 2014).

Completando 20 anos em 2016, a urna eletrônica surge, segundo o Tribunal Superior Eleitoral do Brasil,

“para garantir ainda mais segurança e transparência ao processo eleitoral – eliminando a intervenção humana dos procedimentos de apuração e totalização dos resultados, já que antes não havia um registro nacional, o que abria espaço para fraudes no cadastro”
(...) “Esse nível de informatização do sistema eleitoral foi alcançado gradualmente, sempre passando pelo crivo da segurança e da garantia do

sigilo do voto, acompanhando a evolução tecnológica mundial” (TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL, 2014).

A urna eletrônica é um microcomputador de uso específico para eleições, com as seguintes características: resistente, de pequenas dimensões, leve e com recursos de segurança. Ela somente grava a indicação de que o eleitor já votou. Pelo embaralhamento interno e outros mecanismos de segurança, não há nenhuma possibilidade de se verificar em quais candidatos um eleitor votou, em respeito à Constituição Federal brasileira, que determina o sigilo do voto. (TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL, 2014).

Partindo do princípio da seguridade e inviolabilidade do voto, instrumentos que caracterizam a integridade da eleição, há uma demanda ávida por um sistema que imprima confiabilidade e praticidade na execução dessas eleições/consultas.

Dada a seguridade do processo eleitoral informatizado, fez-se latente a aplicação de sistemas semelhantes ao aplicado nas eleições em todo país, para atender as demandas das decisões e consultas no ambiente acadêmico, político por essência e imprescindível na formação do conceito de cidadania.

1.1 – Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é a implantação do Sistema Aberto de Eleições Eletrônicas – SAELE – desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS – em hardware RaspberryPi, atendendo à demanda de processos de eleições/consultas responsáveis pela construção da academia como ambiente político, incentivador do exercício da cidadania, de forma prática, transparente, confiável, segura e cômoda, aliando tecnologia e confiabilidade à melhoria do processo eleitoral.

Objetivos específicos:

- Criar um protótipo da urna, para abrigar o RaspberryPi e uma tela *touchscreen*;
- Adaptar o código do sistema, para que a tela *touchscreen* seja a única forma de interação do eleitor com a urna;

- Adaptar o código do sistema, para otimizar a forma de pesquisa dos eleitores;
- Adaptar o código do sistema, para manter os concursos finalizados;
- Adaptar o código do sistema, criando um teclado virtual na tela de *login* dos concursos;

Este trabalho versa sobre as vantagens da aplicação do Sistema Aberto de Eleições Eletrônicas no ambiente acadêmico. O destaque desse projeto está na aplicação de conceitos do processo eleitoral usado para definir a política no país, em consultas de opinião dos participantes do universo da academia, que seguramente é menor e menos complexo, mas exige a mesma confiabilidade e praticidade da esfera nacional.

1.2 Importância do trabalho

Em toda a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – as votações são feitas através de cédulas de votação, o que remete aos problemas encontrados nesse tipo de votação, como possível falsificação das cédulas, apurações passíveis de erros e falhas na contagem dos votos e lentidão na apuração e divulgação dos resultados dos concursos eleitorais, dentre outros.

A utilização da urna eletrônica é capaz de dinamizar os processos eleitorais em toda a Universidade, pois o seu custo de criação é relativamente baixo, ela é de fácil transporte, instalação e acesso à energia elétrica.

Uma comissão independente poderá auditar todo o código do sistema e o banco de dados, dando assim maior credibilidade, imparcialidade e segurança aos processos eleitorais.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, que está dividido em seções que tratam sobre: as eleições eletrônicas; o Sistema Aberto de Eleições Eletrônica – SAELE – desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS; o RaspberryPi, sua tela

touchscreen e o sistema operacional Raspbian; a linguagem de programação PHP e o banco de dados PostgreSQL.

O Capítulo 3 apresenta o desenvolvimento do trabalho em suas etapas de criação: a escolha do hardware; instalação do sistema operacional Raspbian; instalação da *telatouchscreen*; instalação dos serviços para rodar o sistema como o Apache, PHP e PostgreSQL; implantação do SAELE e por último a confecção da urna para abrigar os equipamentos.

Por fim no capítulo 4 é apresentada a conclusão e os trabalhos futuros.

2 Eleições e Urnas Eletrônicas

2.1 Eleições

O regime eleitoral no Brasil é direcionado pela Carta Magna Brasileira que dispõe no parágrafo único do art. 1.º, que “Todo o poder emana do povo, que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente, nos termos desta Constituição.” (BRASIL 1988).

Este é o princípio fundamental que garante a soberania popular através do voto livre, direto e secreto, com valor igual para todos os cidadãos eleitores.

Segundo o Juiz de Direito em São Luís/MA, José Eulálio Figueiredo de Almeida,

“no plano da justiça eleitoral, a escolha de candidatos aos cargos eletivos há muito vem sendo feita em urna eletrônica, cujo funcionamento tem a presteza de divulgar em tempo mínimo o resultado das eleições, dispensando-se a cansativa contagem manual de votos em cédulas de papel, em longos e fatigantes dias de apuração, sob a pressão psicológica de candidatos, de advogados, da população, de fiscais e de delegados de partidos, ávidos pelo breve resultado do pleito, circunstância que, não raras vezes, acabava comprometendo a qualidade do trabalho desenvolvido pelos escrutinadores. (ALMEIDA, 2014).

O Juiz ainda afirma que, para emprestar maior segurança e garantia tanto à eleição em si, como ao seu resultado, a Justiça Eleitoral vem realizando, em todo o território nacional, o prévio cadastramento de eleitores, desta feita com o emprego conjugado da ciência e da tecnologia. Essa experiência pioneira chama-se biometria e tem como fundamento a identificação do eleitor através de suas impressões papilares e da fotografia, as quais ficam armazenadas em banco de dados eletrônico, sob a tutela do TSE, para confrontação no momento do exercício do voto.

A urna eletrônica possibilita o exercício do voto pelo eleitor sem dissociá-lo da concepção de valores e de normas de aspecto moral e político que envolve sua definição e sua história (ALMEIDA, 2014).

Os aspectos elencados acima legitimam a utilização da urna eletrônica, garantindo a sigilosidade e o exercício da cidadania com segurança e rapidez no processo.

2.2 Sistema Aberto de Eleições Eletrônicas - SAELE

Tomando como base os argumentos apresentados na utilização da tecnologia presente na urna eletrônica, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFGRS – desenvolveu o SAELE, Sistema Aberto de Eleições Eletrônicas (Software Público Brasileiro), para atender à demanda latente da comunidade universitária. O projeto começou em 2004, com a característica de poder ser executado em qualquer máquina garantindo a imparcialidade e segurança do processo, ou seja, que o eleitor, ao votar, possa enxergar a mesma interface independentemente do seu ambiente computacional.

Além de eleições, o sistema também conta com a funcionalidade de fazer enquetes, podendo em um mesmo concurso ter eleições e enquetes.

O sistema foi desenvolvido em linguagem PHP, sob a plataforma GPL - *General Public License*, ou seja, é um *software* livre, mas possui seus direitos autorais reservados. Seu banco de dados foi projetado usando o PostgreSQL, líder mundial em sistema de banco de dados relacionais de código aberto.

Observando a documentação do sistema (Software Público Brasileiro), percebe-se que os requisitos de *hardware* são:

Tabela 1 – Requisitos de Instalação SAELE

Hardware	Requisito
Processador	Intel(R) Core2 Duo(R) @ 1.60GHz
Memória	RAM: 512 MB Swap: 1024 MB
Espaço em disco	5GB

Neste trabalho, foi utilizado o computador RaspberryPi B+(RASPBerry PI, 2016), cujas as configurações são:

Tabela 2 – Configuração RaspberryPi B+

Hardware	Requisito
Processador	Broadcom BCM2835 700MHz
Memória	RAM: 512 MB
Espaço em disco	Até 32Gb

Mesmo com o processador estando abaixo do recomendado para o sistema, o RaspberryPi executou o SAELE sem qualquer tipo de prejuízo em seu desempenho.

2.3 Sistema Embarcado

Sistemas embarcados são sistemas microprocessados, dedicados a realizar tarefas específicas (MORIMOTO, 2007). Diferente de computadores pessoais os sistemas embarcados realizam tarefas predefinidas em seus projetos, podendo assim ter seu tamanho reduzido, recursos computacionais básicos e com pouco consumo de energia, sem perder desempenho na realização de tais tarefas.

Existem sistemas embarcados para diversos propósitos, uns com uso mais específicos que outros, como é o caso dos sistemas dos microondas, geladeiras e freios ABS. Nesses casos, os sistemas computacionais são dimensionados de acordo com suas tarefas.

Sistemas embarcados com propósito geral têm geralmente mais recursos computacionais do que os outros sistemas, porque seu uso pode variar de acordo com o projeto.

Com a disseminação de sistemas embarcados com fins educativos, a criação de projetos embarcados tornou-se acessível a vários usuários. Neste projeto, por exemplo, foi utilizado o Linux embarcado com RaspberryPi (GARRETT, 2016).

2.4 RaspberryPi

RaspberryPi foi desenvolvido no Reino Unido pela *Fundação RaspberryPi* (RASPBERRY P). É um computador composto por processador e um conjunto de

microchips, semelhantes aos encontrados em telefones móveis, e possui o tamanho de um cartão de crédito. Conta também com uma saída HDMI, que se conecta a um monitor de computador ou TV, portas USB para vários periféricos como, por exemplo, teclado, mouse, interfaces *Bluetooth* e *WiFi*. Todo o hardware é integrado numa única placa e o principal objetivo foi promover o ensino em Ciência da Computação básica em escolas.

É interessante entender a nomenclatura aplicada pela RaspberryPi Foundation em suas criações (GARRETT, 2016). As versões com o nome “Model B” referem-se aos computadores mais capacitados da geração. O sinal “+” representa que o produto é uma revisão da versão original. “Model A” é o nome dado para a primeira versão, mais simples, mas nem sempre mais baratas. Por fim, o “Zero” aparece apenas no RaspberryPi mais barato. Antes da aquisição de novos equipamentos torna-se, por muitas vezes, essencial a realização de um dimensionamento e uma avaliação de desempenho de equipamentos com recursos limitados, a fim de averiguar se tais recursos são realmente suficientes para determinadas tarefas. A Tabela 2 apresenta uma comparação entre as principais características dos diferentes modelos do RaspberryPi disponíveis atualmente no mercado.

Tabela 3 – Quadro comparativo modelos Raspberry Pi

	Modelo A	Modelo A+	Modelo B	Modelo B+	Modelo 2 B	Modelo 3 B
CPU	Arm1176	Arm1176	Arm1176	Arm1176	Cortex-A7	Quad Arm Cortex-A53
Núcleos	1	1	1	1	4	4
Clock	700MHz	700MHz	700MHz	700MHz	900MHz	1.2GHz
Memória RAM	256Mb	256Mb	512Mb	512Mb	1Gb	1Gb
Armazenamento	SD	microSD	SD	microSD	microSD	microSD
USB	1	1	2	4	4	4
Conexões			Ethernet	Ethernet	Ethernet	Ethernet/Wifi/BT

2.4.1 Sistemas Operacionais

A maior parte dos sistemas operacionais desenvolvidos para o RaspberryPi são baseados em GNU/Linux e recentemente o Windows10, são compilados para processadores ARM. Existem várias distribuições disponíveis, como por exemplo, Arch, Pidora, RISC OS, entretanto a mais popular é o Raspbian.

O Raspbian é otimizado para executar no RaspberryPi e já conta com interface gráfica, navegador de Internet e cerca de 35.000 programas à disposição.

Sua instalação é feita em um cartão SD, o que se torna desnecessário o uso de um dispositivo de armazenamento, como um HD (*Hard Disk*), por exemplo, porém nada impede que seja acoplado um dispositivo externo de armazenamento de dados através de uma de suas portas USB.

2.5 Display 7" touchscreen *RaspberryPi*

A RaspberryPi Foundation lançou um acessório importante para o mini computador RaspberryPi, uma tela touchscreen de 7 polegadas e que estará disponível no mercado por US\$ 60, cerca de R\$ 226 (PLAZA, 2015).

A tela touch voltada para o RaspberryPi conta com 7 polegadas, resolução de 800x480 e dez pontos multi-toque. Ela é projetada especialmente para trabalhar perfeitamente com o mini computador, agindo como um hardware projetado e não somente uma gambiarra.

A tela se conecta através de uma placa adaptadora e a conexão com o RaspberryPi é realizada através de dois canais principais: a porta para alimentação GPIO, e um cabo de fita que conecta à porta DSI. Os drivers para manipulação da tela podem ser incluídos através de atualização do Raspbian (THOMSEN, 2016).

2.6 PHP

Para este projeto foi usada a linguagem de programação PHP, mas poderia ser outra plataforma e linguagens de programação como, C, C#, C++, Python e Java. Cada uma possui particularidades, vantagens, desvantagens, recursos e ambientes específicos. Não existe uma linguagem perfeita e, sim, fatores que servem para escolher a linguagem adequada à aplicação. Existem linguagens para

desenvolvimento do software que podem cair em desuso, neste contexto, um fator importante é a garantia de continuidade de seu desenvolvimento, acompanhando as tendências tecnológicas.

Sua definição encontrada no Manual do PHP (2016) diz que o

“PHP (Hypertext Preprocessor) é uma linguagem de programação de ampla utilização, interpretada, que é especialmente interessante para desenvolvimento para a Web e pode ser mesclada dentro do código HTML. Sua sintaxe lembra C, C++, Java e Perl.”

Segundo Buyens (2000),

“O PHP é uma linguagem livre, licenciada conforme a Licença Pública GNU (GPL), ou seja, todo usuário possui a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, modificar e aperfeiçoar seu software.”

Por ser usada mundialmente, é fácil encontrar scripts prontos e testados na Internet, além de vários fóruns de discussão sobre o assunto. Outra vantagem dessa linguagem, é o fato do código ser executado no servidor, fazendo com que o cliente receba os resultados da execução dos scripts, sem nenhum modo de determinar como é o código fonte (MANUAL DO PHP, 2016).

O PHP pode ser utilizado na maioria dos sistemas operacionais, incluindo Linux, várias variantes Unix (incluindo HP-UX, Solaris e OpenBSD), Microsoft Windows, Mac OS X, RISC OS e ainda é suportado pela maioria dos servidores Web atuais, incluindo Apache, Microsoft Internet Information Server, Personal Web Server, Netscape andiPlanet Servers, O'Reilly Website Pro Server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd, e muitos outros. Portanto, usando o PHP tem-se a liberdade para escolher o sistema operacional e o servidor Web, além de ser possível escolher entre utilizar programação estruturada ou orientada a objetos, ou ainda uma mistura deles (MANUAL DO PHP, 2016).

2.7 PostgreSQL

O SGBD escolhido para o projeto SAELE foi o PostgreSQL (Software Público Brasileiro). O PostgreSQL é um Banco de Dados Objeto-Relacional (SGBDOR) desenvolvido no Departamento de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Berkeley (SOUZA, AMARAL, LIZARDO). O PostgreSQL descende do POSTGRESS, que possui seu código fonte aberto e fornece suporte às linguagens

SQL92/SQL99, além de outras funcionalidades avançadas (SOUZA, AMARAL, LIZARDO). O POSTGRESS foi pioneiro em muitos conceitos de orientação a objeto que agora estão se tornando disponíveis em alguns bancos de dados comerciais.

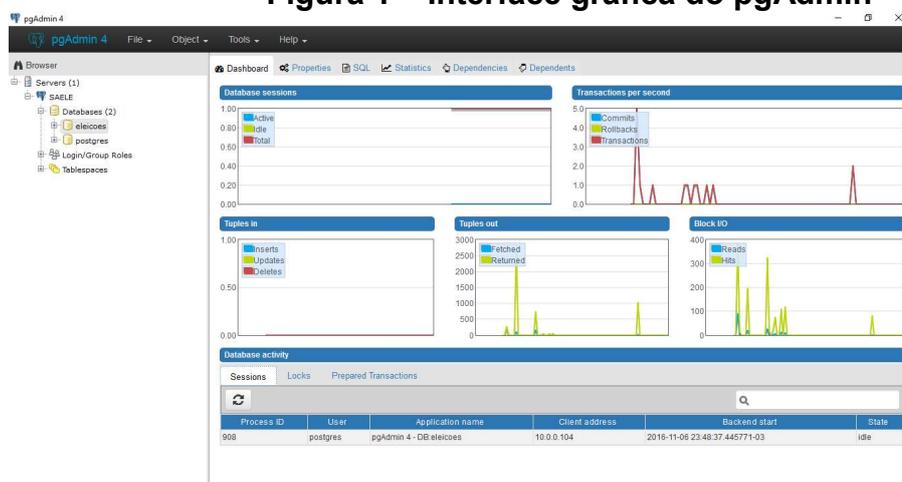
Considerado o mais avançado banco de dados de código aberto o PostgreSQL oferece recursos como controle de concorrência multiversão, suporte a praticamente todas as construções do SQL, incluindo subconsultas, transações, tipos definidos pelo usuário e funções, e dispendo de um amplo conjunto de ligações com linguagens procedurais, incluindo C, C++, Java, Perl, Tcl e Python (NIEDERAUER, 2004).

A linguagem de comando que o PostgreSQL utiliza é a SQL (NIEDERAUER, 2004), a mesma utilizada na maioria dos bancos de dados relacionais. Entretanto, todas as declarações SQL devem ser executadas individualmente pelo servidor de banco de dados. Isto significa que o aplicativo cliente deve enviar o comando para o servidor de banco de dados, aguardar que seja processado, receber os resultados, realizar algum processamento, e enviar o próximo comando para o servidor. Tudo isto envolve comunicação entre processos e pode, também, envolver tráfego na rede se o cliente não estiver na mesma máquina onde se encontra o servidor de banco de dados.

Como parte das exigências para o projeto do SAELE era a escolha de um SGBD desenvolvido por software livre, e o PostgreSQL sendo um dos melhores e mais bem documentado, sua escolha foi bem justificada. Da mesma forma, esta foi a escolhida para este trabalho.

A Figura 1 apresenta a interface pgAdmin do PostgreSQL.

Figura 1 – Interface gráfica do pgAdmin



Fonte: Tela capturada pelo autor.

3 Implantação da Urna Eletrônica

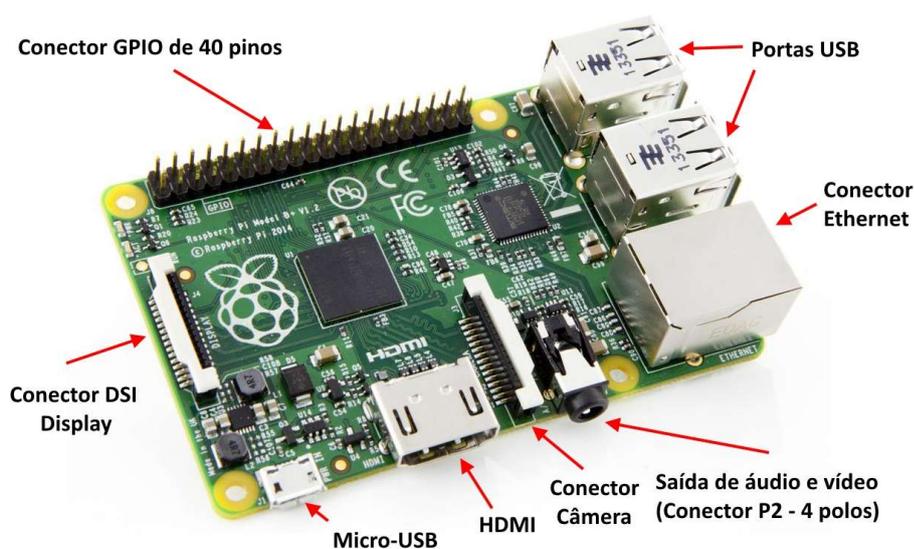
Para o desenvolvimento do trabalho, algumas escolhas tiveram que ser feitas. Foram avaliados os equipamentos disponíveis no mercado, suas configurações e custo frente às demandas do projeto. As opções identificadas, bem como os caminhos seguidos são relatados neste capítulo.

O passo-a-passo para instalação e configuração de cada componente do sistema também são apresentados como forma de orientar possíveis futuros trabalhos.

3.1 Escolha dos equipamentos e plataforma

A primeira decisão para desenvolver o trabalho ora apresentado foi a escolha do modelo RaspberryPi utilizado no projeto – foi definido o RaspberryPi B+ – por . O módulo funciona com um processador Broadcom de núcleo único e 700 MHz, o mesmo presente em todos os RaspberryPi lançados até novembro de 2014, e conta com 512 MB de memória RAM no antigo padrão DDR2. Para ligar periféricos e hardware diversos, a placa conta com interface GPIO de 40 pinos. Há quatro portas USB 2.0, saída HDMI, slot para cartão de memória do tipo microSD, baixo consumo de energia (entre 0,5 e 1 watt) e saída de som P2. O modelo também tem Ethernet, interface para câmera e tela, além de saída de som P2.

Figura 2 – RaspberryPi B+



Fonte: <http://blog.filipeflop.com/embarcados/tutorial-raspberry-pi-linux.html>

A próxima escolha foi definir o melhor sistema operacional que atendesse à demanda do projeto.

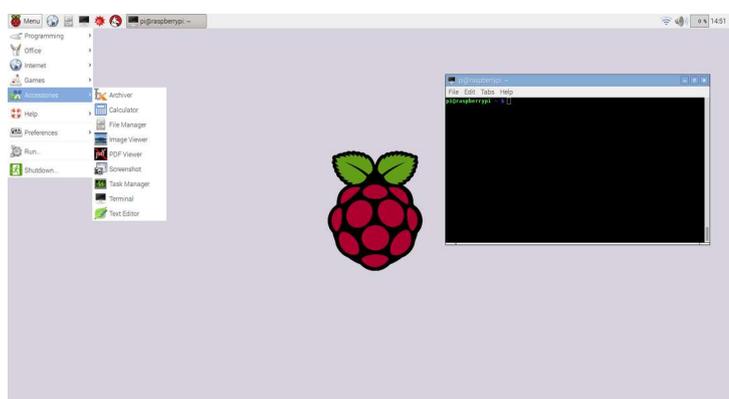
Em qualquer uma de suas edições o *Raspberry Pi* não sofre com escassez de sistemas operacionais, existem várias versões Linux e como novidades o Windows10 e o Fuchsia, do Google.

Algumas versões Linux se destacam diante das outras, como é o caso do Ubuntu, que tem como principal fazer da placa um PC doméstico. Outro destaque fica por conta do OSMC, um sistema operacional voltado para transformar o *Raspberry Pi* em um *media center*, com uma série de recursos que permitem a reprodução de áudio e vídeo com boa qualidade. Quando o foco é *games* o destaque fica por conta do Recalbox. Ele não é o único sistema operacional para essa finalidade mas com certeza é o mais fácil de usar, além de contar com suporte a emulação de uma grande quantidade de consoles mais antigos como o Atari, Master System e Mega Drive.

Entretanto, para esse projeto a escolha foi pelo o Raspbian. Raspbian é um sistema operacional baseado na distribuição Debian e otimizado para o hardware do mini computador RaspberryPi. Mesmo sendo bastante pequeno (pode ser instalado em uma mídia SD de 4 GB ou menos), o Raspbian fornece mais do que um simples sistema operacional, pois ele vem com mais de 35000 softwares.

Com esse mini sistema é possível utilizar o Raspberry como um PC normal (inclusive com um desktop completo com ambiente gráfico), com suporte a Wi-Fi, Ethernet, HDMI e diversas outras tecnologias, sem muita complicação, pois boa parte do suporte já vem embutido na instalação padrão. A tela inicial do Raspbian é apresentada na Figura 2.

Figura 3 – Tela inicial Raspbian



Fonte: Capturada pelo autor

Para instalação do software no *RaspberryPi* são necessários alguns periféricos:

- Tela ou monitor;
- Fonte de alimentação 5V/2A;
- Cartão de memória SD;
- Mouse;
- E teclado.

3.2 Instalação do SO Raspbian

Para instalação do Raspbian foi necessário formatar o cartão SD, fazer o *download* do sistema operacional e passar à instalação. Foram seguidos os seguintes passos.

1º passo: Preparação do cartão SD

Para preparação do cartão SD foi utilizado o programa SDFormatter V4.0¹ para plataforma Windows.

Após o download e instalação do programa em um computador com sistema operacional Windows, foi necessário a conexão do cartão SD através de um leitor de cartões USB, como a foto abaixo.

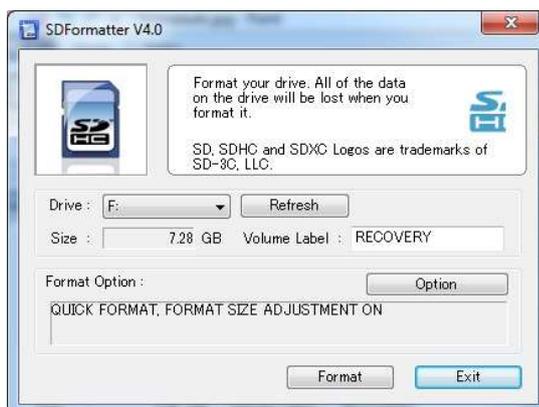
Figura 4 – Leitor de cartões USB



Fonte: Capturada pelo autor

¹ Disponível em: https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/

Figura 5 – Sistema SDFormatter V4.0



Fonte: Capturada pelo autor

Abra o programa e selecione a unidade onde está o cartão SD. Clique em **'Option'** e mude para **'ON'** a opção **'FORMAT SIZE ADJUSTMENT'**

Figura 6 – Opção de formatação do cartão SD



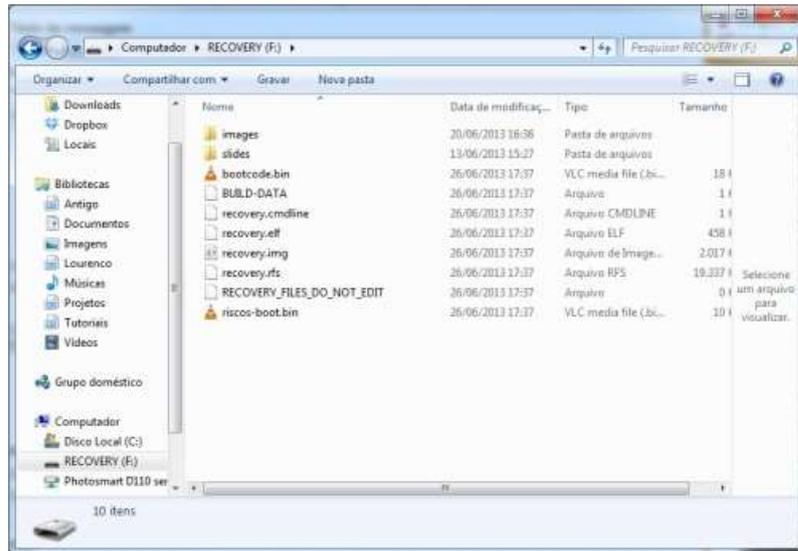
Fonte: Capturada pelo autor

2º passo: Instalando o Raspbian com o NOOBS

O NOOBS² é o gerenciador de instalação dos sistemas operacionais para o RaspberryPi, que após o download é necessário utilizar um descompactador de arquivos para extrair na raiz do cartão SD o arquivo NOOBS_v1_2.zip. A raiz do cartão deve ser apresentada como mostrado na Figura 7.

² Disponível em: <http://downloads.raspberrypi.org/noobs>

Figura 7 – Raiz da pasta NOOBS

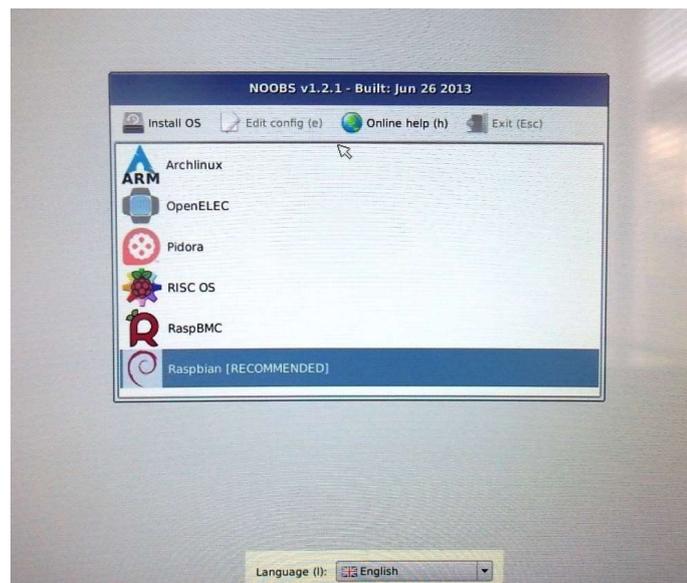


Fonte: Capturada pelo autor

3º passo: Ligando o RaspberryPi

O próximo passo consiste em conectar mouse, teclado, cabo HDMI ou vídeo composto do monitor e o cartão SD no Raspberry. Somente após estas conexões a fonte de alimentação deve ser ligada.

Figura 8 - NOOBS

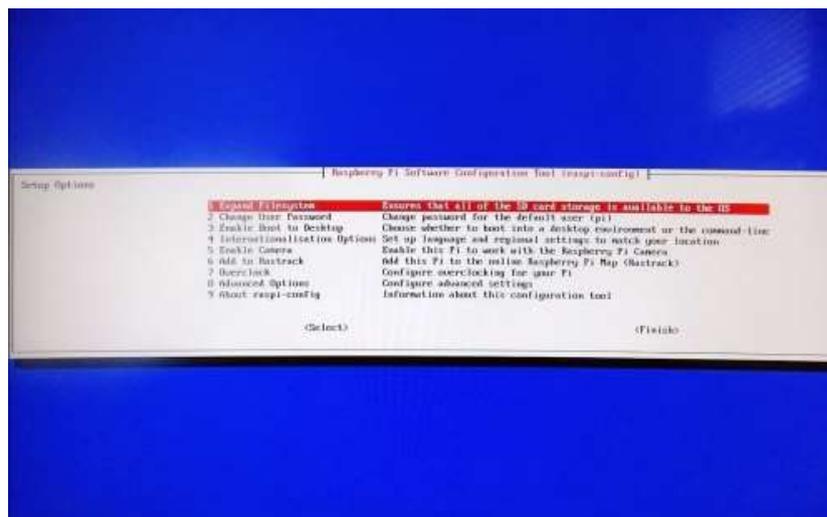


Fonte: Capturada pelo autor

Nesta tela (Figura 8) é possível visualizar vários sistemas operacionais disponíveis para *RaspberryPi*. A opção *Raspbian* aparece marcada como recomendada e foi escolhida. Após clicar, confirmando a opção, o cartão SD é particionado e a imagem do Linux é copiada.

Após cerca de 15 minutos o sistema é iniciado e apresenta um menu conforme a Figura 8 que auxilia o usuário na configuração do sistema. A navegação é efetuada utilizando-se as teclas: Direção, *Enter*, *Esc* e *Backspace* do teclado (não é possível utilizar mouse nesta etapa).

Figura 9 – Instalação Raspbian



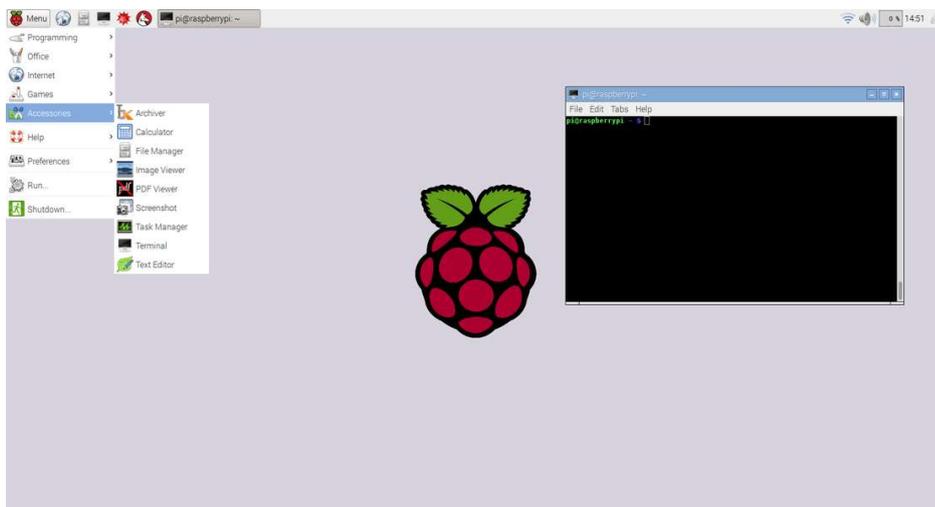
Fonte: Capturada pelo autor

Nesta etapa foram configuradas as seguintes opções:

- Linguagem;
- Matriz do teclado;
- E usuário e senha.

Ao finalizar as configurações, botão *Finish* (seta para esquerda para chegar lá) e a interface do Raspbian é inicializada (Figura 10)

Figura 10 - Raspbian



Fonte: Capturada pelo autor

3.3 Configuração e montagem da tela *touchscreen*

O próximo passo foi a definição da tela que irá comunicar-se com o RaspberryPi. A tela 7" *touchscreen Display*, de fabricação pela própria Raspberry, foi escolhida considerando seu preço e o fato de existirem cabos, conexões e módulos para instalação 100% compatíveis com o hardware utilizado.

Antes de partir para a montagem, foi feita a atualização do *Raspbian* para o correto funcionamento do display. Em uma janela de terminal foram digitados os seguintes comandos:

```
sudo apt-get update  
sudo apt-get upgrade
```

Também foi instalado o teclado virtual, que estará disponível em **Accessories** -> **Keyboard**:

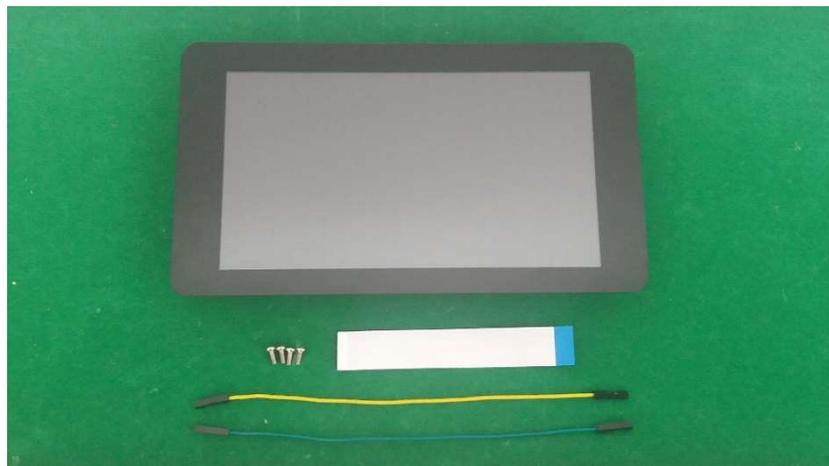
```
sudo apt-get install matchbox-keyboard
```

A montagem e conexão do display 7" *touchscreen* no RaspberryPi foi bem simples, e em poucos minutos já foi possível dispensar o mouse e teclado externos, liberando as

portas USB do Raspberry para outras tarefas. O kit do display contém os seguintes componentes (Figura 11):

- 1 – Display 7" Touchscreen com placa adaptadora
- 2 – Cabo de conexão (ribboncable)
- 3 – 4 jumpers
- 4 – 4 parafusos

Figura 11 - Display 7" Touchscreen e cabos



Fonte: Capturada pelo autor.

A placa adaptadora já vem parafusada no display junto com os quatro espaçadores. Assim, foi preciso apenas conectar os cabos e encaixar o RaspberryPi. A Figura 12 ilustra a conexão do *ribboncable*.

Para efetuar as conexões o RaspberryPi foi desligado e executados os seguintes passos.

1º Passo: Instalação do cabo de conexão

O cabo de comunicação entre a placa adaptadora e o RaspberryPi foi conectado ao conector **RPi-Display** (Figura 12).

Figura 12 – Traseira do Display 7" Touchscreen



Fonte: Capturada pelo autor.

2º Passo: Montagem do RaspberryPi

O RaspberryPi foi colocado sobre os espaçadores, e fixado com os parafusos fornecidos (Figura 13).

Figura 13 – Acoplagem ao RaspberryPi



Fonte: Capturada pelo autor.

3º Passo: Ligação Placa Adaptadora-Raspberry

O cabo de comunicação foi conectado ao conector **DISPLAY/DSI** no RaspberryPi (Figura 14).

Figura 14 – Conexão do cabo de vídeo



Fonte: Capturada pelo autor.

4º Passo: Conexão dos pinos de alimentação

Os pinos 5V e GND da placa adaptadora foram conectados aos pinos 2 e 6 da GPIO do Raspberry, respectivamente, para alimentação do Display Touchscreen 7" Raspberry (Figura 15).

Existe ainda a opção de usar uma fonte externa separada, apenas para o display, utilizando o conector micro USB da placa adaptadora, mas não foi necessário porque o RaspberryPi foi alimentado com uma fonte de 5Vots/2Amperes, suficiente para alimentar as duas placas.

Figura 15 – Conexão dos cabos de alimentação



Fonte: Capturada pelo autor.

Com isso está finalizado o processo de montagem.

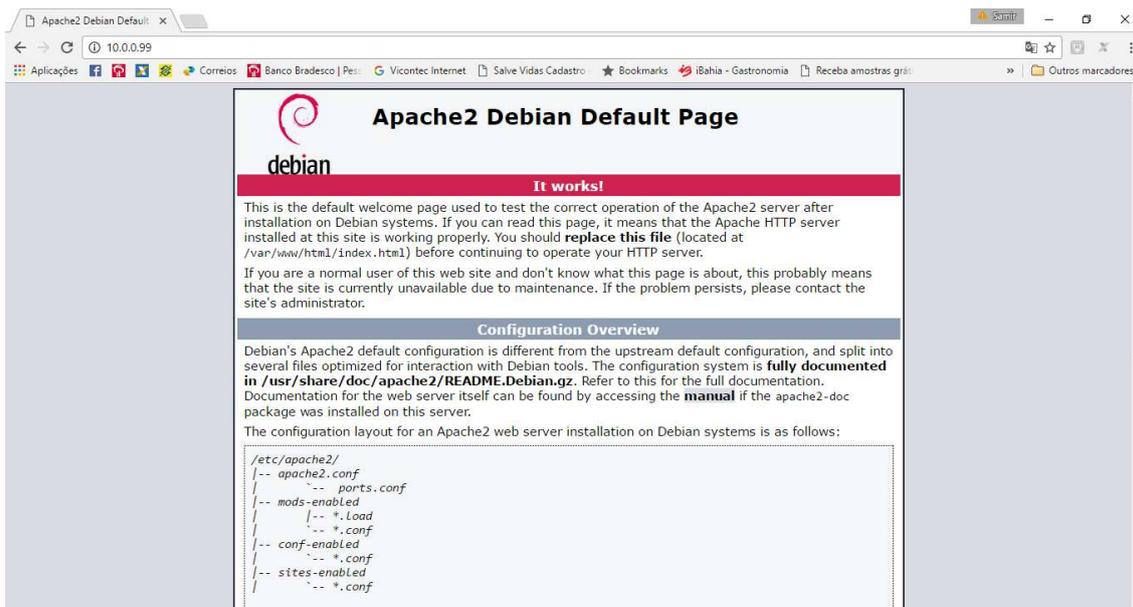
3.4 Instalação do APACHE

O próximo desafio foi a instalação do SAELE no Raspbian, começando pelos serviços que precisam estar executando para o funcionamento do sistema. O primeiro deles é o Apache, que é instalado com o comando:

```
sudo apt-get install apache2 apache2-utils
```

Após a instalação, digitando o IP atribuído ao Raspbian em um navegador a imagem mostrada na Figura 16 foi exibida, confirmando a instalação bem sucedida.

Figura 16 – Localhost do Apache



Fonte: Tela capturada pelo autor

3.5 Instalação do PHP5

O segundo serviço instalado foi o PHP5 usando o comando:

```
sudo apt-get install libapache2-mod-php5 php5 php-pear php5-  
xcache php5-pgsql php5-curl php5-gd
```

Para testar se estar tudo devidamente instalado, foi criado um arquivo dentro de /var/www/HTML através do comando:

```
$ sudo pico /var/www/html/teste.php
```

Dentro do arquivo foi inserido a linha:

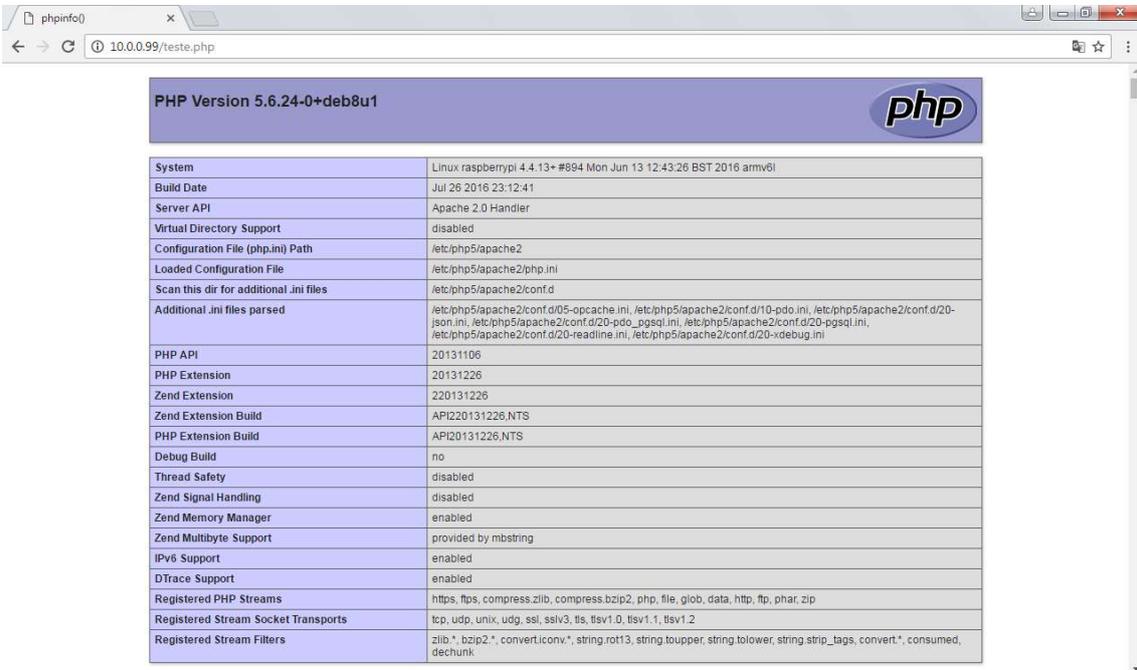
```
<?phpphpinfo(); ?>
```

A edição foi salva e após sair do editor, abrimos o navegador e digitamos na barra de endereço:

<http://localhost/teste.php>

As informações sobre o servidor foram exibidas conforme mostra a Figura 17.

Figura 17 – PHP5



The screenshot shows a web browser window with the address bar containing '10.0.0.99/teste.php'. The main content area displays the output of the PHP info() function, including the PHP logo and a table of system and configuration details.

PHP Version 5.6.24-0+deb8u1	
System	Linux raspberrypi 4.4.13+ #894 Mon Jun 13 12:43:26 BST 2016 armv6l
Build Date	Jul 26 2016 23:12:41
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php5/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php5/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php5/apache2/conf.d
Additional .ini files parsed	/etc/php5/apache2/conf.d/05-opcache.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/10-pdo.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-json.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-pdo_pgsql.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-pgsql.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-readline.ini, /etc/php5/apache2/conf.d/20-xdebug.ini
PHP API	20131106
PHP Extension	20131226
Zend Extension	220131226
Zend Extension Build	API220131226.NTS
PHP Extension Build	API20131226.NTS
Debug Build	no
Thread Safety	disabled
Zend Signal Handling	disabled
Zend Memory Manager	enabled
Zend Multibyte Support	provided by mbstring
IPv6 Support	enabled
DTrace Support	enabled
Registered PHP Streams	https, ftps, compress.zlib, compress.bzip2, php, file, glob, data, http, ftp, phar, zip
Registered Stream Socket Transports	tcp, udp, unix, udg, ssl, sslv3, tls, tlsv1.0, tlsv1.1, tlsv1.2
Registered Stream Filters	zlib*, bzip2*, convert.iconv*, string.rot13, string.toupper, string.tolower, string.strip_tags, convert*, consumed, dechunk

Fonte: Tela capturada pelo autor

3.6 Instalação do PostgreSQL

E o último serviço instalado foi o bando de dados PostgreSQL através do comando:

```
sudo apt-get install postgresql
```

Após a instalação, o arquivo php.ini precisou ser editado através do comando:

```
sudo pico /etc/php5/apache2/php.ini
```

E foi adicionado o código no final do arquivo para que o Apache reconheça os comandos do PHP para conexão e manipulação de dados em bancos Postgres.

```
extension=php_pgsql.so
```

O Apache precisa ser reiniciado após essa edição.

```
sudo /etc/init.d/postgresql restart
```

Posteriormente deve-se alterar a senha do usuário padrão do Postgres

```
sudo -u postgresql
```

Depois foi executado o comando

```
ALTER USER postgres WITH PASSWORD '12345'
```

Ainda logado ao banco de dados, foi criado o banco do sistema SAELE com o comando abaixo:

```
CREATE DATABASE eleicoes;
```

3.7 Conexão do bando de dados ao SAELE

Neste momento foi feito o download do SAELE³, e extraído para a raiz do servidor HTTP.

O arquivo CONEXAO/DBPHP.php/ foi editado

```
sudo pico /var/www/html/SAELE/CONEXAO/DBPHP.php
```

E na linha 48 adicionado os parâmetros para conexão do com o banco de dados.

³ Disponível em <https://softwarepublico.gov.br/social/articles/0000/5877/SAELE-2012-10-08.zip>

```
privatefunction conecta($nomebanco) {  
  
    $host = 'localhost'; //ENDEREÇO DO BANCO DE DADOS  
  
    $user = 'postgres'; //USUÁRIO  
  
    $pass = '12345'; //SENHA
```

Após esse processo o arquivo Scripts.php foi executado para que as tabelas sejam criadas no banco de dados.

Com isso o sistema está pronto para ser usado, basta apenas acessar a página INICIAL/CadastroUsuarioInicial.php e cadastrar o administrador do sistema (Figura 18)

. Figura 18 – Primeiro acesso ao SAELE

A imagem mostra a interface de usuário do sistema SAELE. No topo, há um cabeçalho azul com o logo da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) à esquerda e o texto "SISTEMA ABERTO DE ELEIÇÕES ELETRÔNICAS" e "Cadastro de usuário Inicial" à direita. Abaixo do cabeçalho, o título "Cadastro do usuário Inicial" é exibido em negrito. O formulário contém campos de entrada para: "Código do usuário:", "Nome:", "Local de Trabalho:", "Registro geral:", "CPF:" e "E-Mail:". Um botão "Cadastrar" está posicionado abaixo dos campos. O fundo da página apresenta uma grade de logotipos da UFRGS.

Fonte: Tela capturada pelo autor

3.8 Criação da urna de votação

E por último foi criada a urna de votação que abrigou o RaspberryPi e a tela, que é a única interface de comunicação do o eleitor.

Sua estrutura lateral foi feita em madeira MDF, cortada à laser, o que garantiu um ótimo acabamento, com cortes horizontais de uma forma que facilita a refrigeração do equipamento e cortes redondos para a saída do cabo de alimentação elétrica da urna.

A estrutura superior e inferior foi feita em acrílico, cortado também a laser, dando um design arrojado à urna, pois pode-se ver os equipamentos internos

Com dimensões aproximadas de 10x20x12,5cm (AxLxC) a urna ficou compacta, leve e de fácil transporte.

4 Conclusão

O objetivo proposto neste trabalho de fazer a implantação do SAELE em um microcomputador Raspberry Pi foi alcançado.

O SAELE foi desenvolvido em PHP e com banco de dados PostgreSQL para funcionar sobre navegadores com a finalidade de permitir o acesso a partir de uma mesma interface, independente do ambiente computacional. No caso do Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas assim como outras instâncias da UESB, o interesse é atender a uma votação convencional como ocorre com a Justiça Eleitoral Brasileira, garantindo assim uma eleição sigilosa com segurança para os eleitores, candidatos e comissões eleitorais.

Pode-se destacar os seguintes pontos positivos no SAELE:

- Sistema de envio de email como lembrete de votação;
- Porcentagem de votos computados;
- Em um único concurso pode ter votações e enquetes;
- Impressões de relatórios após a contagem dos votos por chapa ou por classificação;
- Função de recontagem dos votos, mantendo se os históricos das recontagens;

A despeito das qualidades apontadas, foram identificadas algumas falhas no sistema:

- O código do cadastro de pessoas é o mesmo usado na senha para login no sistema;
- O cadastramento de senhas diferentes dos códigos não garante segurança, já que, em posse da senha, não há nenhum dispositivo que confirme ou selecione a pessoa que irá votar. A identificação feita é da senha e não do eleitor.
- Após a contagem e apuração dos votos o concurso pode ser finalizado, e após esse procedimento não se tem mais acesso aos dados daquele concurso;
- Não é possível inserir as fotos dos candidatos;

- Mesmo com 100% dos votos computados não é permitido encerrar a votação e começar a apuração, a menos que o período de validade do concurso tenha finalizado;
- O mecanismo de busca de pessoas exige a inserção de pelo menos 3 caracteres para executar a pesquisa no bando de dados;

É possível afirmar que após a correção dessas falhas, juntamente com a criação de mais algumas funcionalidades e melhorias na urna, o sistema apresentado neste trabalho será mais confiável e seguro, além de oferecer aos usuários uma interface mais amigável.

Assim como sugestão de trabalhos futuros, pode -se destacar:

- Inclusão de um leitor biométrico USB conectado ao Raspberry Pi para realizar login no sistema de votação;
- Manter acessíveis os dados dos concursos que já foram finalizados;
- Habilitar a inserção de fotos dos candidatos;
- Permitir realizar a apuração dos votos quando 100% dos votos já estiverem sido computados;
- Otimizar os mecanismos de busca e inserção de pessoas nos concursos;
- Aumentar o tamanho da urna de forma que seja possível acomodar uma bateria para alimentação do sistema caso ocorra uma queda da corrente elétrica, preservando a integridade do banco de dados e garantindo o andamento das eleições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, José Eulálio Figueiredo de. A biometria como instrumento de garantia constitucional do voto. **Revista Jus Navigandi**, Teresina, ano 19, n. 4136, 28 out. 2014.

Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/30656>>.

Acesso em: 14 out. 2016.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988.

BUYENS, Jim. (2002). *Aprendendo MySQL e PHP*. 1.ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

GARRETT, Filipe. (2016). RaspberryPi: Conheça os modelos e saiba qual o mais indicado pra você.

Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/listas/noticia/2016/03/raspberry-pi-conheca-os-modelos-e-saiba-qual-o-mais-indicado-para-voce.html>>.

Acesso em 21 jul. 2016.

MACHADO, Jonathan D. (2012). *Raspberry Pi: Como um Computador de 50 Reais Pode Revolucionar a Informática*. TECMUNDO, 2012.

MANUAL DO PHP (2017).

Disponível em: <http://php.net/manual/pt_BR/>.

Acesso em: 05 nov. 2016

MENEZES, F. H. P.; ARAUJO, J. F. S.; VASCONCELOS, M. M. B.; SOUZA, A. P. M. (2014). Uma análise sobre a importância da educação política no ensino básico brasileiro para a formação cidadã dos indivíduos. *Anais do VII Encontro de Pesquisa e Extensão da Faculdade Luciano Feijão*. Sobral-CE. Novembro de 2014.

MORIMOTO, Carlos E. (2007). *Entendendo os sistemas embarcados*.

Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/artigos/entendendo-sistemas-embarcados/>>.

Acesso em: 20 jul. 2016.

NIEDERAUER, Juliano. (2004). *PostgreSQL: guia de consulta rápida*. 2a. Ed. Novatec Editora. São Paulo

PLAZA, William R. (2015). Raspberry Pi ganha uma tela touchscreen de 7 polegadas. Disponível em: <<http://www.hardware.com.br/noticias/2015-09/raspberry-pi-ganha-uma-tela-touchscreen-de-polegadas.html>>. Acesso em 01 ago. 2016

Portal do Software Público Brasileiro.

Disponível em: <<https://softwarepublico.gov.br/social/saele>>

Acesso em: 01 ago. 2016

Portal TechTudo: Raspberry Pi

Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/raspberry-pi.html>>

Acesso em: 14 set. 2016

RASPBERRY PI in: Wikipédia: a enciclopédia livre. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi Acesso em 20 jul. 2016.

SOUZA, C. A., AMARAL, H. R., LIZARDO, L. E. O. PostgreSQL: uma alternativa para sistemas gerenciadores de banco de dados de código aberto. Disponível em: <http://ueadsl.textolivre.pro.br/2011.2/papers/upload/115.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2016.

THOMSEN, Adilson. (2016). Como conectar o display touchscreen 7" Raspberry Pi. Disponível em: <<http://blog.filipeflop.com/embarcados/conectar-display-touchscreen-7-raspberry-pi.html>>.

Acesso em 10 ago. 2016.

TRIBUNAL SUPERIOR ELEITORAL DO BRASIL. Conheça a história da urna eletrônica brasileira, que completa 18 anos.

Disponível em: <<http://www.tse.jus.br/imprensa/noticias-tse/2014/Junho/conheca-a-historia-da-urna-eletronica-brasileira-que-completa-18-anos>>.

Acesso em 8 de novembro de 2016.