



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA E ESTATÍSTICA
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ORLANDO DA SILVA BAPTISTA

**Desenvolvimento de Aplicativo Web Progressivo para Sistema de TCCs do
INE/UFSC**

MONOGRAFIA

**Florianópolis
2018**

ORLANDO DA SILVA BAPTISTA

**Desenvolvimento de Aplicativo Web Progressivo para Sistema de TCCs do
INE/UFSC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Jean Carlo Rossa Hauck

Florianópolis
2018

Orlando da Silva Baptista

Desenvolvimento de Aplicativo Web Progressivo para Sistema de TCCs do
INE/UFSC

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para
obtenção de grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientador:
Prof. Jean Carlo Rossa Hauck

Banca Examinadora:
Prof. Renato Cislaghi

Banca examinadora:
Prof. Frank Augusto Siqueira

Agradecimentos

À minha mãe, pela vida e pelas lições de honestidade e virtude.

À minha noiva Fabiana, meu norte e fonte de inspiração.

Ao meu irmão Gabriel, pelo apoio incondicional.

Aos meus amigos, pela compreensão durante toda essa caminhada.

Ao Prof.º Jean Hauck, que com excepcional profissionalismo me guiou durante todo o projeto.

Aos Professores Frank e Cislighi pela enorme contribuição na revisão final do trabalho.

Resumo

Atualmente o sistema de gestão de TCCs do INE/UFSC, apesar de acessível via dispositivos móveis, devido à constante atualização dos dispositivos utilizados para acesso, assim como a rápida evolução dos navegadores, não apresenta um bom nível usabilidade quando acessado por aparelhos portáteis com telas pequenas e que utilizam o toque como método principal de entrada de dados. Tal comportamento, causa dificuldades aos Alunos e aos Professores que necessitam utilizar a ferramenta por meio de dispositivos móveis. Uma alternativa para o desenvolvimento de interfaces específicas para dispositivos móveis é o uso de Aplicativos Web Progressivos, que são aplicações híbridas, ou seja, tanto web quanto *mobile*. Assim, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso, é efetuar a pesquisa acadêmica e desenvolver um Aplicativo Web Progressivo, que por sua natureza, além de ser um site acessível em computadores de mesa, se comporta de maneira semelhante a um aplicativo nativo em dispositivos móveis. O Aplicativo Web progressivo desenvolvido, colocado em produção e avaliado por usuários por meio de um *survey*. Os resultados preliminares da avaliação indicam que o aplicativo apresentou um bom desempenho do ponto de vista dos alunos.

Palavras-chave: aplicativo, progressivo, responsivo, android, PWA.

Abstract

Currently INE / UFSC's TCCs management system, although accessible via mobile devices, due to the constant updating of the devices used for access, as well as the rapid evolution of browsers, does not present a good level of usability when operated via mobile devices with small screens that use a touch as the primary method of data entry. Such behavior causes disruption to Students and Teachers who need to use the tool in mobile devices. An alternative to the development of specific interfaces for mobile devices is the use of Progressive Web Applications that are hybrid applications for both web and mobile. This Undergraduate thesis aims to conduct an academic research and develop a Progressive Web Application, which by its nature, in addition to being an accessible website on desktop computers, behaves in a manner similar to a native application on mobile devices. The developed Progressive Web Application is put into production and evaluated by users through a survey. Preliminary results from the assessment indicates that the application performed well from the students' perspective.

Keywords: app, progressive, responsive, android, PWA.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Casos de Uso para o Ator Aluno	36
Figura 2 – Interface de Instalação	37
Figura 3 – Aplicação Instalada e ícone de inicialização	37
Figura 4 – Aplicação instalada no dispositivo	38
Figura 5 – Tela de inicialização	38
Figura 6 – Nova Interface de Início	39
Figura 7 – Interface de consulta de estado do projeto.	39
Figura 8 – Interface de consulta de avaliações.	40
Figura 9 – Interface de consulta de prazos.	40
Figura 10 – Estrutura de pastas para o novo módulo	42
Figura 11 – Aplicação exibida em telas com amplitude horizontal	44
Figura 12 – Aplicação exibida em telas com amplitude vertical	44
Figura 13 – Comportamento do menu lateral	45
Figura 14 – Mensagem exibida durante a utilização offline.	46
Figura 15 – Visão geral do service worker	47
Figura 16 – Arquivo de manifesto da aplicação.	48
Figura 17 – Ícone da Aplicação	49
Figura 18 – Vista parcial do formulário de avaliação	52
Figura 19 – Medida 1	53
Figura 20 – Medida 2	55
Figura 21 – Medida 3	56

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tecnologias utilizadas	23
Tabela 2 – Tabela de termos para a pesquisa.	25
Tabela 3 – Resultados da primeira iteração da busca	27
Tabela 4 – Resultados da segunda iteração da busca.	27
Tabela 5 – Questionário de avaliação	51

Lista de abreviaturas e siglas

CAGR	Sistema de Controle Acadêmico da Graduação
CAS	Central Authentication Service
CSS	Cascading Style Sheets
DOM	Document Object Model
DTO	Data Transfer Object
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GQM	Goal Question Metric
HTML	HyperText Markup Language
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure
HTTPS	Hyper Text Transfer Protocol Secure
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Ambiente Integrado de Desenvolvimento
INE	Departamento de Informática e Estatística
IOS	iPhone Operating System
JSF	JavaServer Faces
JSON	JavaScript Object Notation
JSP	JavaServer Pages
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PWA	Aplicativo Web Progressivo
SeTIC	Superintendência de Governança Eletrônica e Tecnologia da Informação e Comunicação
SSH	Secure Shell
SUS	System Usability Scale
TCC	Trabalho de conclusão de curso
TIC	Suplemento de Tecnologias de Informação e Comunicação

UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
URL	Uniform Resource Locator
W3C	World Wide Web Consortium
XHTML	eXtensible Hypertext Markup Language
XML	Extensible Markup Language

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Contextualização	13
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
1.2.3	Escopo do trabalho	14
1.3	Método de Pesquisa	14
1.4	Estrutura deste Documento	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1	Aplicações Web	18
2.1.1	HTML	18
2.1.2	CSS	19
2.1.2.1	Frameworks CSS	19
2.1.2.1.1	<i>Twitter Bootstrap</i>	20
2.1.2.1.2	<i>Foundation</i>	20
2.1.2.1.3	<i>Bulma</i>	20
2.1.2.1.4	<i>Semantic UI</i>	21
2.1.2.1.5	<i>Escolha do Framework CSS</i>	21
2.1.3	Frameworks para Desenvolvimento de Aplicações Web	21
2.1.4	Framework de autenticação SeTIC/UFSC	21
2.1.5	Tecnologias presentes no sistema atual	23
2.2	Aplicativo Web Progressivo	23
2.2.1	Evolução do desenvolvimento de aplicações <i>web</i> , para dispositivos móveis	23
2.2.2	Características gerais de Aplicativos Web Progressivos	24
3	ESTADO DA ARTE	25
3.1	Definição do Protocolo da Revisão	25
3.1.1	Critérios de inclusão/exclusão	26
3.1.2	Dados a serem extraídos	26
3.1.3	Execução da busca	26
3.1.4	Abrangência e escopo da revisão literária	26
3.1.5	Primeira Iteração da Busca	27
3.1.6	Segunda Iteração da Busca	27
3.2	Extração da Informação	28
3.3	Discussão	28

3.3.1	<i>Progressive Web Apps: The Possible Web-native Unifier for Mobile Development</i>	28
3.3.2	<i>Progressive Web Apps: the Definite Approach to Cross-Platform Development?</i>	29
3.3.3	<i>Evaluation and Implementation of Progressive Web Application</i> . . .	30
3.3.4	Comparing Progressive Web Applications with Native Android Applications	31
3.3.5	Desenvolvimento de <i>Progressive Web Apps</i> e Aplicações Nativas . .	31
3.3.6	<i>Advanced Software-Technological Approaches for Mobile Apps Development</i>	32
4	Proposta de Solução	34
4.1	Modelagem e Desenvolvimento	34
4.1.1	Visão Geral do Sistema Atual	34
4.1.2	Intervenções Necessárias	35
4.1.3	Casos de Uso Selecionados	35
4.1.4	Protótipos de Tela	36
4.1.4.1	Interface de Instalação	36
4.1.4.2	Interfaces da aplicação.	38
5	Desenvolvimento	41
5.1	Preparação do Ambiente de Desenvolvimento	41
5.2	Estrutura de pastas para o novo módulo	41
5.3	Particularidades na execução de um PWA em ambientes locais .	42
5.4	Criação da Interface Responsiva	43
5.5	Implementação dos requisitos de um PWA	45
5.5.1	<i>Service Worker</i>	45
5.5.2	Estratégia de <i>Cache</i>	46
5.5.3	Arquivo de Manifesto	47
5.5.4	Ícone da aplicação	48
5.6	Implantação	49
6	Avaliação	50
6.1	Definição da Avaliação	50
6.2	Execução da Avaliação	51
6.3	Análise dos dados	52
6.4	Resultado das sugestões	56
6.5	Discussão	57
6.6	Ameaças à validade	58
7	Conclusão	59

7.1	Trabalhos futuros	60
	Referências	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O atual sistema de gerenciamento de TCCs do INE/UFSC (BOTELHO; UGIONI, 2015) foi inicialmente desenvolvido como tema de um trabalho de conclusão de curso, posteriormente foi alvo de um estudo de usabilidade (GONÇALVES, 2016) no qual recebeu diversas melhorias. Tais aprimoramentos, foram então implementados no decorrer de um terceiro projeto de TCC (DEKKER; CONSTANTE, 2016).

Devido à constante atualização dos dispositivos utilizados para acesso, assim como a rápida evolução dos navegadores, o sistema de gerenciamento de TCCs do INE/UFSC, não apresenta um bom nível de usabilidade. Essa característica, torna-se ainda mais visível em telas pequenas de dispositivos móveis e que utilizam o toque como método principal de entrada de dados. Esse comportamento, gera dificuldades de uso aos Alunos e aos Professores que necessitam utilizar a ferramenta.

Vale ressaltar ainda, que o uso do telefone celular para acessar a “*internet*” no Brasil ultrapassa o computador de mesa desde 2014, conforme apontou o Suplemento de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), divulgado em abril de 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (VILLELA; CAVALCANTE, 2016). Esse cenário torna a facilidade de acesso via dispositivos móveis para tais aplicativos extremamente necessária.

Frente a esse contexto, há uma tecnologia emergente que está sendo introduzida pelo Google e tem como objetivo mudar a forma como usuários de dispositivos móveis interagem com aplicações *web*. Os Aplicativos Web Progressivos, são Aplicações Web que, devido à forma como são programadas e a possibilidade de maiores interações com o sistema operacional do dispositivo móvel, entregam uma experiência mais rica e completa ao usuário (LEPAGE, 2018).

Assim, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um módulo Web Progressivo para o Sistema de TCCs do INE. Espera-se assim que tal esforço possa contribuir positivamente com a comunidade acadêmica, em especial os alunos e professores do Departamento de Informática e Estatística, facilitando o acesso ao sistema de TCCs a partir de dispositivos móveis.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo principal é desenvolver e instalar um novo módulo Web Progressivo para gerenciamento de TCCs do Departamento de Informática e Estatística da UFSC para ser utilizado por alunos durante os seus trabalhos de conclusão de curso.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a literatura sobre o desenvolvimento de aplicativos “*web/mobile*”;
- Realizar a análise e comparação das tecnologias disponíveis atualmente para o desenvolvimento de aplicativos “*web/mobile*”;
- Analisar o estado da arte sobre aplicativos mobile, nativos e progressivos;
- Desenvolver e instalar um novo módulo Web Progressivo para gerenciamento de TCCs do Departamento de Informática e Estatística da UFSC.

1.2.3 Escopo do trabalho

O presente trabalho tem por objetivo aclarar as tecnologias e passos necessários ao desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo (AWP), utilizando como estudo de caso o Sistema de TCCs do INE - UFSC. A aplicação por sua vez não será avaliada por meio de uma aplicação científica, pois a mesma não compõe o escopo desse trabalho. Todavia, o artefato de software gerado durante esse estudo, assim como toda a documentação produzida na forma de relatório, servirá como prova de conceito da aplicabilidade da técnica e deverá ser de grande valia aos alunos e professores do INE - UFSC e de maneira mais abrangente à comunidade científica.

1.3 Método de Pesquisa

Este trabalho pode ser categorizado como se tratando de uma pesquisa aplicada. A escolha dessa metodologia se dá através da própria essência de suas características e pelo seu alinhamento às necessidades identificadas, visto que, de acordo com (KAU-ARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010, p. 26), uma pesquisa aplicada “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigida à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais”. Desta maneira espera-se que o projeto apresente maior probabilidade de sucesso no que diz respeito ao cumprimento dos objetivos elicitados no Capítulo 1, agregando valor na forma de praticidade e comodidade aos alunos do INE UFSC.

O desenvolvimento do projeto será organizado em etapas, as quais estão ordenadas da seguinte maneira:

Etapa 1: Fundamentação teórica.

Na etapa inicial que ocorre paralelamente à elaboração do trabalho, será realizada fundamentação teórica, buscando por informações de fontes fidedignas que tratem dos assuntos e tecnologias associadas ao projeto a ser desenvolvido. Esse trabalho inicial deverá servir como um norte científico de modo a guiar o restante do projeto na totalidade. Nota-se então que é de vital importância a qualidade do material aqui coletado e analisado, para que esse possa então incorporar informações de qualidade e com alto grau de credibilidade.

Etapa 2: Estado da Arte

Nesta etapa, a aplicação de técnicas de revisão sistemática (KITCHENHAM, 2004) serão preferidas em detrimento a métodos de pesquisas puramente informais. Desta forma será possível efetuar uma análise crítica e científica dos dados identificados e coletados. De maneira resumida e simplificada, a supracitada revisão deverá seguir o seguinte protocolo, conforme apresentado por (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007):

- a revisão sistemática deverá iniciar pelo processo de definição do protocolo de revisão que determinará a questão a ser respondida, assim como os métodos utilizados para respondê-la;
- a revisão sistemática deverá ser baseada na definição prévia da estratégia de busca, identificando dessa forma, tanto conteúdo relevante da literatura quanto possível;
- a revisão sistemática deverá documentar toda a estratégia e execução da busca, de forma que os leitores da obra possam verificar o seu rigor e completude, podendo ainda replicar a busca caso necessário.
- a revisão sistemática deverá apresentar os critérios explícitos e formais que servirão de parâmetros de inclusão e exclusão de artefatos literários.

Ainda conforme (KITCHENHAM, 2004), todo o processo de revisão sistemática deverá ser conduzido seguindo um procedimento bem definido e transparente, de modo que seja compreensível e acessível a outros pesquisadores. Apesar de relatada em três fases distintas que são: planejar, executar e documentar a revisão (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007), estas atividades não devem ser interpretadas como sendo inteiramente sequencias, visto que algumas etapas não só poderão, mas trarão mais riqueza ao trabalho quando executadas de maneira iterativa.

Etapa 3: Proposta de Solução.

Na terceira etapa, a qual é dedicada a tratar da proposta da solução, serão abordados detalhes referentes aos seguintes tópicos:

- escolha das tecnologias utilizadas;
- elicitación de requisitos;
- prototipação;
- decisões de projeto.

Etapa 4: Modelagem e Desenvolvimento

Por se tratar de um projeto cuja maior parte do esforço se concentrará em transportar funcionalidades já existentes para uma nova tecnologia, a etapa de desenvolvimento da solução seguirá o modelo Cascata (Waterfall ou WFM), a qual tem características aplicáveis a projetos mais detalhados e previsíveis. De acordo com (WAZLAWICK, 2012), esse modelo é aplicável a projetos que tenham um trabalho extenso de análise que precede as atividades de codificação. Dessa maneira, o presente projeto visa fazer uso dos esforços, em especial no que diz respeito a ampla documentação das fases de planejamento e requisitos, preexistente dos trabalhos de (BOTELHO; UGIONI, 2015), e (GONÇALVES, 2016) e (DEKKER; CONSTANTE, 2016).

1.4 Estrutura deste Documento

O Capítulo 2 abordará a fundamentação teórica do trabalho, tratando conceitos e tecnologias associadas ao desenvolvimento de Aplicações para a Web, Aplicações Mobile e Aplicativos Web Progressivos. Serão abordadas questões relacionadas ao *cache* de informações e *frameworks* para desenvolvimento de interfaces.

No Capítulo 3 será apresentado o estado da arte contendo a definição do protocolo de revisão sistemática e execução da pesquisa, assim como a extração, análise e discussão dos resultados.

O Capítulo 4 tratará da proposta de solução propriamente dita, apresentando o estudo e decisão e as decisões técnicas tomadas.

No Capítulo 5 é realizada a modelagem e desenvolvimento da solução proposta, assim como o detalhamento dessas etapas, expondo as decisões de projeto tomadas.

O Capítulo 6, será reservado para a criação de uma pesquisa de avaliação, assim como para a apresentação dos seus resultados, fornecendo assim uma análise dos dados que representarão o ponto de vista dos usuários a respeito do novo módulo.

Por fim, o Capítulo 7 apresenta a conclusão deste trabalho e sugestões de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão introduzidos conceitos fundamentais sobre o assunto a seguir, as tecnologias assim como recursos indispensáveis no desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo. Um ligeiro conhecimento sobre o que será abordado a seguir será indispensável para o pleno entendimento do presente trabalho. Inicialmente, serão tratados aspectos relevantes ao desenvolvimento de aplicações *web* clássicas assim como às tecnologias que dão suporte ao desenvolvimento dessa solução. Seguindo essa linha de cunho introdutório, serão debatidas as particularidades inerentes ao desenvolvimento e distribuição de aplicativos nativos para dispositivos móveis, em particular para as duas maiores plataformas na data da criação do presente trabalho. Por fim, o excerto final do texto discorrerá sobre os Aplicativos Web Progressivos e as técnicas e tecnologias que os tornam possíveis.

2.1 Aplicações Web

O termo Aplicação Web é utilizado para descrever uma vasta gama de *softwares* que estão disponíveis em ambientes Web, os quais são acessados por navegadores de hipertexto. Em um curto período, as aplicações *web* se tornaram a tecnologia mais difundida de desenvolvimento na história das TICs e hoje, abrangem um enorme leque de áreas (GINIGE; MURUGESAN, 2001). De acordo com PRESSMAN (2011), uma aplicação *web* pode ser definida como uma simples página, um site ou até mesmo sistemas *web* completos. Especialmente com o advento da Web 2.0, tais aplicativos têm evoluído para sofisticados ambientes computacionais.

Apesar de se apresentar como uma plataforma extremamente acessível, a *web* em si não foi criada com os propósitos para os quais a utilizamos. O objetivo original da *web* tinha, de fato, expectativas fundamentalmente simplistas e se propunha apenas o compartilhamento de informações científicas entre um pequeno grupo de pessoas (GINIGE; MURUGESAN, 2001). O progresso apresentado pelas aplicações *web* que utilizamos atualmente, em relação aos objetivos iniciais da tecnologia, representa parte considerável das causas de muitos dos problemas enfrentados pelos desenvolvedores. Se faz importante ressaltar que as lacunas tecnológicas geradas naturalmente ao longo dos anos em relação a aplicações *web* e a maneira como a utilizamos se tornam um obstáculo ainda maior quando se tratando de Aplicativos Web Progressivos.

2.1.1 HTML

A sigla HTML, é a abreviação da expressão proveniente da língua inglesa para *HyperText Markup Language* (Linguagem de Marcação de Hipertexto) e é utilizada

para produzir documentos da web na forma de notícias, correio eletrônico, documentações, menus de opções, imagens, etc (BERNERS-LEE; CONNOLLY, 1993). Esses documentos são interpretados por um navegador *web* que utiliza as *tags* presentes no código fonte desses documentos e os converte em informação na forma de páginas, as quais têm por objetivo serem facilmente interpretadas pelo usuário. As páginas de descritas na linguagem de marcação HTML podem ser criadas em um editor de texto simples, de modo que o desenvolvedor precise apenas seguir as especificações definidas pela *World Wide Web Consortium (W3C)*. Por sua vez, os navegadores têm a missão de implementar essas especificações.

2.1.2 CSS

Folha de estilo em cascata, ou *Cascading Style Sheets (CSS)*, é um padrão criado pelo consórcio W3C para definir a apresentação visual de páginas de internet. Atuando em uma camada separada da marcação *HTML* (ou XML e XHTML), o *CSS* permite definir de forma centralizada e não obstrutiva, a aparência das páginas de um site ou aplicação web através da criação de regras *CSS*, as quais podem ser atribuídas de maneira geral ou aplicadas em elementos específicos da árvore *Document Object Model DOM*. Tais regras podem estar contidas em um arquivo externo à página, ou embutidas diretamente nas *tags HTML* (GRANNEL, 2007). Por meio da utilização dessa técnica é possível definir cores da página, tamanhos de fonte, espaçamentos, margens, imagens de fundo, etc. A partir do surgimento do *CSS* as linguagens de marcação passaram de maneira gradativa a exercer novamente a função para a qual foram concebidas: marcar e estruturar o conteúdo de uma página.

2.1.2.1 Frameworks CSS

Os *frameworks* são um conjunto de componentes e funcionalidades genéricas e reutilizáveis, que fornecem a estrutura básica de elementos necessários no decorrer do desenvolvimento de uma aplicação. Tratando especificamente de *CSS*, os *frameworks* constituem bibliotecas de códigos que têm por objetivo permitir a implementação de modo mais ágil, fácil e compatível com os padrões atuais. Os *frameworks CSS*, em geral, oferecem formatação para os elementos mais recorrentes de uma página ou aplicação, sendo eles: grade de estruturação, formulários, cabeçalhos de páginas, estilos de textos, margens, imagens, etc. Os *frameworks* modernos proveem ainda recursos para a estruturação responsiva do conteúdo, usualmente baseado em grades.

2.1.2.1.1 *Twitter Bootstrap*

È um dos mais difundidos e populares *css frameworks* da atualidade e tendo sido criado especialmente para facilitar o desenvolvimento de *front-ends*, o *Bootstrap* provê recursos para auxiliar na criação de protótipos de interface e *websites* responsivos completos (INC., 2018a). Fazendo uso de HTML, CSS, Javascript e jQuery¹, o framework fornece uma série de componentes e *plugins* prontos que permitem a rápida conversão de ideias em aplicativos complexos no que compreende à interface gráfica e usabilidade. A distribuição atual do *framework* é de código aberto e utiliza a licença MIT. Criado em 2011, o Bootstrap conta com uma grande comunidade e possui documentação bastante completa.

2.1.2.1.2 *Foundation*

Baseado no antigo *ZURB Style Guide* (INC., 2018b), o *Foundation*² é um *framework* fortemente orientado à filosofia *Mobile First*, por este motivo a ferramenta conta com recursos modernos para a criação de aplicativos *websites* responsivos. Altamente personalizável, a ferramenta permite a criação de protótipos de alta fidelidade de maneira bastante acessível e com uma curva de aprendizado relativamente curta. A ferramenta tem uma comunidade modesta quando comparada a outras soluções como o Bootstrap. Os componentes utilizam javascript para fazer as manipulações necessárias ao *DOM*. O pacote completo de código fonte aberto utiliza a licença MIT³.

2.1.2.1.3 *Bulma*

O *framework* Bulma⁴ possui uma característica bastante singular em relação aos seus concorrentes: utiliza somente CSS. O projeto é focado em sua simplicidade, tanto de utilização quando em relação ao consumo de recursos do cliente, o que o torna uma opção interessante para ser executado em dispositivos móveis ou embarcados de menor desempenho (THOMAS et al., 2018). A comunidade do projeto é a menor dentre todos os *frameworks* avaliados para esse trabalho. O projeto conta ainda com código fonte aberto e utiliza a licença MIT.

¹ <https://jquery.com/>

² <https://foundation.zurb.com/>

³ <https://opensource.org/licenses/MIT>

⁴ <https://bulma.io/>

2.1.2.1.4 Semantic UI

Descrito como um *framework* moderno que faz utilização da linguagem LESS⁵ e da biblioteca *jQuery*, o *Semantic UI*⁶ se apresenta como uma opção leve e inovadora. A filosofia de compartilhamento de Interfaces de Usuário também é um ponto de destaque do *framework*. Concentrando-se em entregar componentes neutros, o pacote de elementos permite que o desenvolvedor personalize-o conforme a necessidade (GERCHEV, 2014). Além de uma extensa documentação, o *Semantic UI* detém uma comunidade crescente que durante o desenvolvimento desse trabalho já ultrapassa os 40 mil membros (GITHUB, 2018).

2.1.2.1.5 Escolha do Framework CSS

A escolha do *framework* CSS mais apropriado para este projeto considerou os seguintes critérios: responsividade, popularidade, qualidade da documentação e quantidade de navegadores suportados. Visando a longevidade esperada para o projeto, em conjunto com as suas características colaborativas, o item popularidade recebeu um peso maior na tomada de decisão. O *framework* CSS escolhido foi o *Twitter Bootstrap*.

2.1.3 Frameworks para Desenvolvimento de Aplicações Web

Os *Frameworks Web*, são *softwares* criados com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de aplicações para a Internet. Fortemente orientados à reutilização e padronização de código, assim como de artefatos visuais, estes *Frameworks* fornecem agilidade nas mais diversas frentes de desenvolvimento. *Frameworks* podem fornecer serviços de acesso ao banco de dados, gerenciamento do fluxo da aplicação e padrões de projeto, fornecimento de *templates* visuais, gerenciamento de sessões assim como uma enorme gama de serviços (STATZ, 2010). De acordo com Schimidt e Houston (2002) a chave para a construção de *softwares* com alta qualidade dentro dos prazos estabelecidos pelo mercado, é a habilidade de reutilizar *designs* e implementações já consolidadas e aprovadas pela indústria.

2.1.4 Framework de autenticação SeTIC/UFSC

O *framework* de autenticação da Setic/USFC⁷, o qual é utilizado no presente projeto, provê aos desenvolvedores uma base para implementação de aplicações Web integradas ao Cadastro Unificado de Pessoas e Sistema de Autenticação Centralizada da UFSC (CAS)⁸. Segundo os próprios desenvolvedores, as motivações para o

⁵ <http://lesscss.org>

⁶ <https://semantic-ui.com/>

⁷ <https://setic.ufsc.br/>

⁸ <https://setic.ufsc.br/documento-de-oficializacao-de-demanda-autenticacao-centralizada-cas/>

desenvolvimento e utilização de um sistema de autenticação centralizada são claras:

O Sistema de Autenticação Centralizada permite que os diversos sistemas utilizem uma tela única para o processo de autenticação. É utilizada a abordagem de single sign-on, que permite que, uma vez autenticado, o usuário não precise se autenticar novamente para usar outro sistema. No momento da sua implantação, a Universidade não dispunha ainda de um cadastro único de pessoas, isto é, o usuário precisava escolher com qual tipo de vínculo desejava se autenticar, exemplo: como aluno de graduação, aluno de pós-graduação, funcionário ou cadastro especial. Essa característica não permitia haver um single sign-on pleno, isto é, esse só era possível quando os sistemas eram preparados para um mesmo tipo de vínculo, pois não era possível mapear o usuário de um tipo de vínculo para o outro. Por exemplo, um usuário que tivesse se autenticado como aluno de graduação (e que também possuísse o vínculo de funcionário) não poderia entrar em um sistema administrativo, pois não havia como identificar que se tratava do mesmo usuário. Para os sistemas, cada vínculo era visto como uma pessoa distinta, com login, senha e registros próprios nos bancos de dados. (BEZERRA; AMANCIO; HENRIQUE, 2014)

Os idealizadores ressaltam ainda que antes da implantação do Sistema de Autenticação Centralizada, a autenticação ocorria de maneira menos ordenada, onde cada sistema implementado era responsável por acessar determinadas bases de dados de modo a obter o usuário, comparar suas credenciais e então autenticá-lo. Tal cenário se agravava, pois, havia duplicidade de registros, visto que uma mesma pessoa podia estar cadastrada em inúmeras bases de dados. Essa ausência de modelagem de dados, permitia ainda que o usuário possuísse credenciais distintas, isto é, *login* e senha individuais para cada sistema, gerando transtornos adicionais. (BEZERRA; AMANCIO; HENRIQUE, 2014)

O fluxo de autenticação do CAS segue as seguintes etapas:

- 1) o usuário tenta acessar um sistema que requer autenticação;
- 2) o usuário é encaminhado para a tela de *login* centralizada, onde irá fornecer suas credenciais;
- 3) o servidor de autenticação verifica nas bases de dados se as credenciais fornecidas são válidas;
- 4) caso estejam corretas, o servidor CAS gera um *ticket* para a aplicação, redirecionando o usuário já autenticado para a aplicação solicitante;
- 5) esta aplicação irá validar com o servidor CAS o *ticket* recebido. Quando a aplicação valida o *ticket* do CAS, a mesma pode receber informações adicionais relativas ao usuário que foi autenticado (por ex. seu CPF, login, ID etc.).

Assim como a maioria dos sistemas, a solução proposta utiliza o *Spring Security*⁹ como *framework* de autenticação e autorização que possui um módulo de integração com o CAS.

2.1.5 Tecnologias presentes no sistema atual

As tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema atual (Dekker & Constante (2016)) são listadas na tabela abaixo:

Tabela 1 – Tecnologias utilizadas

Nome	Descrição
JavaServer Faces	O JSF (JavaServer Faces) é a tecnologia padrão do J2EE 1.4 (ou superior) para criar aplicações web.
Spring Security Framework	Framework Java para autenticação e autorização, com API de integração.
PrimeFaces	Framework JSF para acelerar o processo de desenvolvimento de interfaces.
RichFaces	Biblioteca de componentes de interfaces de integração por requisições Ajax
Hibernate	

2.2 Aplicativo Web Progressivo

2.2.1 Evolução do desenvolvimento de aplicações *web*, para dispositivos móveis

Devido ao avanço tecnológico apresentado pela indústria de dispositivos móveis nas últimas décadas, aparatos como celulares que antes eram meros operadores de chamadas e gerenciados de simples mensagens de texto, tornaram-se sistemas computacionais avançados e robustos, que oferecem um potencial enorme para as mais variadas indústrias de *software* (ZAKAS, 2013). Ainda de acordo com Zakas (2013), apesar desse avanço, a navegação Web nesses dispositivos ainda é, por muitas vezes, uma experiência frustrante.

Além dos entraves relacionados ao fato de que as aplicações *web*, inicialmente desenvolvidas para *computadores de mesa*, passaram a ser acessadas em dispositivos com telas relativamente menores e com uma distinta interface de entrada de dados, outros problemas surgiram com essa migração. Conexões relativamente lentas e que, apesar de os constantes avanços ainda deixam muito a desejar em relação

⁹ <https://spring.io/projects/spring-security>

à conexão cabeada dos computadores de mesa, tornaram-se um problema para os primeiros usuários.

2.2.2 Características gerais de Aplicativos Web Progressivos

Aplicativos Web Progressivos, ou PWA, de acordo com LEPAGE (2018) são *softwares* que visam convergir as tecnologias existentes no desenvolvimento para *web*, com as vantagens e facilidades antes inerentes somente às aplicações *mobile* nativas. Dentre as facilidades oferecidas pela proposta estão:

- a ausência da necessidade de efetuar instalações como nos aplicativos tradicionais;
- é responsivo, se adequa aos mais variados tamanhos de tela;
- ausência da necessidade de atualizações;
- fornece acessos mais seguros devido à obrigatoriedade da utilização do protocolo HTTPS;
- permite a utilização *offline* por meio do uso de *cache* local;
- possibilita maior interação com o *hardware* e S.O. do dispositivo, incluindo acesso ao *GPS* e criação de notificações via *Push*;

3 ESTADO DA ARTE

Este capítulo tem como objetivo apresentar o estado da arte no que diz respeito à criação e publicação de Aplicativos Web Progressivos. O levantamento foi realizado através da utilização de técnicas de revisão sistemática de literatura, adaptadas ao contexto de um trabalho de conclusão de curso, seguindo as principais etapas do método proposto por Kitchenham (2004). Se faz importante ressaltar que a escolha de tal técnica foi realizada por permitir analisar e interpretar pesquisas consideradas mais relevantes acerca de um determinado tópico de pesquisa (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

3.1 Definição do Protocolo da Revisão

A revisão literária apresentada tem por objetivo principal identificar, na literatura atual, as metodologias e tecnologias mais adequadas no que diz respeito ao desenvolvimento de Aplicativos Web Progressivos. Foram levadas em consideração características como a manutenibilidade do *software* e a segurança da informação. Desta maneira, para a presente etapa do trabalho, o mapeamento sistemático foi elaborado visando responder à seguinte pergunta: Qual o conjunto de técnicas mais recentes que possibilitam o desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo?

A partir da pergunta criada para a pesquisa, foram estabelecidos os termos da busca que formaram a tabela a seguir. Por se tratar de tecnologias em sua maioria, desenvolvidas em países e em organizações nos quais o idioma nativo é o inglês, os sinônimos de tais termos também foram utilizados na composição das *strings* de busca.

Tabela 2 – Tabela de termos para a pesquisa.

Termo	Sinônimos	Tradução (Inglês)
aplicativo web progressivo	pwa, progressive web apps	progressive web app

As bases de dados utilizadas no contexto desse trabalho para efetuar a execução da busca são o Google Scholar, que provê uma maneira simples de efetuar buscas em uma ampla base de literatura acadêmica, de instituições privadas, universidades e outras fontes (GOOGLE, 2018). Além da supracitada ferramenta de buscas, também foi utilizado o *IEEEExplore*¹, por ser uma importante biblioteca de conteúdo científico com forte inclinação para diversas áreas da tecnologia como engenharia elétrica, eletrônica e ciência da computação (IEEE, 2018).

¹ <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

3.1.1 Critérios de inclusão/exclusão

De modo a extrair um melhor aproveitamento dos resultados obtidos na etapa de busca da revisão sistemática da literatura, alguns critérios foram previamente definidos como sendo indicadores de inclusão e exclusão de trabalhos. Dessa maneira, os critérios de inclusão/exclusão foram:

- o material retornado deve conter documentação técnica sobre a criação de aplicativos web progressivos;
- o material deve conter exemplos de utilização de pelo menos uma das tecnologias envolvidas na criação de aplicativos web progressivos;
- será excluído material de cunho publicitário e/ou promocional.

3.1.2 Dados a serem extraídos

A revisão literária apresentada tem por objetivo extrair da literatura científica analisada as seguintes informações:

- aplicações práticas passíveis da utilização de aplicativos web progressivos;
- tecnologias envolvidas na criação de um aplicativo web progressivo;
- processo de desenvolvimento de um aplicativo web progressivo;
- dificuldades e limitações atuais em relação ao desenvolvimento e utilização de aplicativos web progressivos;

3.1.3 Execução da busca

A execução da busca propriamente dita ocorreu em abril de 2018. De modo a alcançar o objetivo proposto, duas interações de busca foram necessárias, pois apenas a pesquisa com os termos em Português não retornou resultados suficientemente relevantes. Assim, se fez imprescindível uma segunda iteração utilizando dessa vez os termos em Inglês.

3.1.4 Abrangência e escopo da revisão literária

A natureza recente da tecnologia a ser pesquisada, por si só, reduz consideravelmente a quantidade de trabalhos correlatos disponíveis nas bases agregadoras utilizadas para a execução da pesquisa. Ainda, a mesma característica embrionária da

técnica para a criação de Aplicativos Web Progressivos, somada à extensa documentação da sua maior patrocinadora e difusora (Google), aparenta reduzir parcialmente o espectro de temas a serem tratados, em particular no que diz respeito à engenharia da própria solução. Em contrapartida, foram identificadas várias iniciativas dedicadas ao estudo de caso da utilização do método de desenvolvimento nas mais diversas áreas, nenhuma entretanto, com objetivos similares ao estudo do presente trabalho.

3.1.5 Primeira Iteração da Busca

Primeiramente foi efetuada a busca pelos termos em português nos repositórios indicados anteriormente. Conforme descritos na tabela a seguir, foram encontrados 64 trabalhos no somatório geral de resultados.

Tabela 3 – Resultados da primeira iteração da busca

String	Google Scholar	IEEE Xplore
“aplicativo web progressivo” and “PWA”	0	0
“Progressive Web Apps” and “PWA”	62	2

3.1.6 Segunda Iteração da Busca

Com o objetivo de localizar mais publicações referentes ao tema de estudo, uma segunda iteração se fez necessária, utilizando desta vez, apenas o termo central de estudo em inglês. O citado ajuste fez com que fosse possível localizar 109 trabalhos, além dos encontrados na primeira iteração.

Tabela 4 – Resultados da segunda iteração da busca.

String	Google Scholar	IEEE Xplore	Resultados Pertinentes
“Progressive Web Apps”	169	4	6

Uma vez concluídas as iterações previstas na revisão sistemática, foram constatados 6 trabalhos considerados inicialmente relevantes, os quais tratam especificamente das tecnologias, desenvolvimento e aplicações práticas para aplicativos *web* progressivos (PWA) em variados contextos.

3.2 Extração da Informação

Após a obtenção dos resultados encontrados na etapa de busca da revisão sistemática, uma leitura mais apurada revelou variadas facetas até então desconhecidas sobre os artigos identificados. Os dados analisados e extraídos desses artigos são apresentados com mais detalhes nesta seção.

O tópico a seguir, apresenta de maneira resumida cada um dos trabalhos, destacando trechos considerados relevantes sobre o desenvolvimento de aplicativos web progressivos, os seus requisitos de implementação tanto no que diz respeito a padrões quanto à segurança. Destacam-se prioritariamente as seguintes particularidades de cada trabalho quando aplicável: conceitos básicos envolvidos, problemas existentes, soluções possíveis, conclusões e trabalhos futuros.

3.3 Discussão

Artefatos resultantes das etapas anteriores, os trabalhos encontrados propriamente ditos, foram individualmente avaliados utilizando uma estrutura que permeia os conceitos básicos envolvidos, problemas existentes, soluções possíveis, conclusões e trabalhos futuros, quando aplicável.

3.3.1 *Progressive Web Apps: The Possible Web-native Unifier for Mobile Development*

O artigo “*Progressive Web Apps: The Possible Web-native Unifier for Mobile Development*” (BIØRN-HANSEN; MAJCHRZAK; GRØNLI, 2017) procura evidenciar o fato de que no desenvolvimento de aplicações tradicionais para dispositivos móveis, há pouca ou nenhuma reutilização (reúso) de código. De acordo com os autores, tal característica, é intensificada principalmente pelo fato da multiplicidade de plataformas móveis. Essa característica da indústria torna os esforços para a criação de aplicações multi-plataforma como os Aplicativos Web Progressivos uma opção muito interessante, especialmente nos casos onde a empresa não está disposta ou simplesmente não tem recursos para investir na criação de versões para cada plataforma.

Visando aproximar o estudo acadêmico de exemplos reais, o autor efetua testes de desempenho considerando três indicadores básicos: tamanho da instalação, atividade de processamento no momento da execução inicial e tempo necessário desde o acionamento até o carregamento da barra de ferramentas do aplicativo. Alguns resultados obtidos no decorrer desse estudo são bastante promissores como, por exemplo, o tamanho necessário para a instalação chega a ser 157 vezes menor para um *PWA* em relação a um aplicativo nativo tradicional.

No que diz respeito a desafios existentes e limitações da tecnologia, o autor

indica a crescente porém muito limitada e embrionária integração com o hardware dos dispositivos móveis. Outro ponto especialmente relevante é a dependência intrínseca do navegador de internet do dispositivo, um aspecto inerente à própria concepção da tecnologia.

Os autores concluem que é notável o aumento do investimento por parte da indústria no desenvolvimento e difusão dos Aplicativos Web Progressivos, e indicam que a falta de material acadêmico a respeito dessa tecnologia denota um distanciamento da academia em relação a esses esforços. Os autores veem na escassez de materiais acadêmicos sobre os Aplicativos Web Progressivos uma grande oportunidade de pesquisa. São apontados que alguns aspectos, como a aproximação da experiência de instalação dos PWAs, têm evoluído bastante no quesito de experiência do usuário, e que os Aplicativos Web Progressivos tem se tornado semelhantes à aplicativos nativos. Através desse trabalho, os autores concluem que a tecnologia em questão é bastante promissora e está em constata evolução.

3.3.2 *Progressive Web Apps: the Definite Approach to Cross-Platform Development?*

No artigo “*Progressive Web Apps: the Definite Approach to Cross-Platform Development?*” (BIØRN-HANSEN; MAJCHRZAK, 2018) os autores trazem a tona que os aplicativos para dispositivos móveis atuais precisam suportar os sistemas operacionais mais difundidos no mercado (Android e iOS) de modo a prover seus serviços para um maior número de usuários. O trabalho chama a atenção ainda para o fato de que há novos entrantes no mercado de dispositivos móveis como, por exemplo os *wearables*, o que torna o esforço necessário para a execução dos aplicativos em múltiplas plataformas ainda maior.

Apesar de serem coniventes com o pensamento de que ainda está por vir uma tecnologia que unificará o desenvolvimento multi-plataforma de aplicativos, os autores veem nos Aplicativos Web Progressivos uma iniciativa positiva e bastante promissora e que pode representar um passo importante em direção a tal unificação. Visando desmistificar a tecnologia, o artigo trata das metodologias e concepções atuais no que tange o desenvolvimento de aplicativos multi-plataforma. Em um segundo momento, os PWA's são avaliados como uma opção viável para sobrepor os entraves atuais inerentes à criação de aplicações únicas que atendam as variadas e supracitadas plataformas.

Retornando ao ponto central do artigo e à questão que norteou os estudos, “Serão os Aplicativos Web Progressivos a estratégia definitiva para o desenvolvimento multi-plataforma?” (BIØRN-HANSEN; MAJCHRZAK, 2018), os autores julgam que apesar dos crescentes esforços aplicados, ainda é cedo para chegar a essa conclusão. Entretanto, é de esperar que o interesse massivo por parte da indústria seja

gradativamente seguido pela academia, o que deverá impulsionar ainda mais essa nova tecnologia. Dessa forma, os autores esperam encorajar novos pesquisadores de modo a enriquecer o processo de desenvolvimento de aplicativos multi-plataforma, logo, melhorar por conta disso os próprios aplicativos. Os autores concluem o artigo denotando inclusive interesse na criação de um roteiro de pesquisa, baseados em marcos de entregas, com a finalidade de iluminar ainda mais as questões relacionadas ao desenvolvimento multi-plataforma.

3.3.3 *Evaluation and Implementation of Progressive Web Application*

Esta tese expõe ideias consolidadas na forma da monografia “*Evaluation and Implementation of Progressive Web Application*” (THAKUR, 2018), que teve por objetivo principal a pesquisa acerca da avaliação e implementação de um Aplicativo Web Progressivo. De modo a dar embasamento à pesquisa, foram explorados os fatores teóricos relevantes ao desenvolvimento de um aplicativo de notícias no formato *PWA*. Em um primeiro momento, o autor retrata o quanto a inovação tecnológica impulsionada pela indústria e academia impactam na forma como produtos e serviços são implementados e oferecidos ao mercado consumidor. O autor estipula ainda de maneira bastante assertiva a divisão dos principais aplicativos da atualidade em dois grandes grupos: aplicativos nativos e aplicativos *web*.

Alguns conceitos importantes inerentes à indústria são considerados no decorrer da tese. O autor chama atenção para o quanto o desenvolvimento de aplicativos nativos cresceu nos últimos anos, especialmente quando comparados aos aplicativos *web*. É fato, de acordo com Thakur (2018), que as aplicações *web* ficam para trás nos quesitos confiabilidade, desempenho facilidade de engajamento quando comparadas com apps nativos. Apesar disso, os aplicativos nativos têm as suas desvantagens. Quando comparados com aplicativos *web*, os aplicativos nativos consomem mais recursos do *hardware*, têm menor poder de penetração no mercado e dependem de um processo oneroso no que diz respeito à publicação.

Após uma extensa pesquisa, o autor conclui que a tecnologia de aplicativos *web* progressivos não chegou para substituir os aplicativos nativos, mas apresenta-se apenas como uma maneira de aproximar os aplicativos *web* da outra categoria. Tal afirmação, não diminui a importância da tecnologia *PWA*, que vem ganhando popularidade tanto na indústria quanto na academia. Ainda de acordo com o autor, alguns problemas precisam ser contornados de modo a facilitar e dar suporte à difusão da tecnologia, em especial no que diz respeito ao seu comportamento quando usando diferentes navegadores na sua plataforma. Em sua declaração final, Thakur (2018) ressalta que são inegáveis as possibilidades trazidas por essa nova filosofia e que recursos antes inerentes apenas às aplicações nativas vislumbram um futuro promissor

no desenvolvimento dos Aplicativos Web Progressivos.

3.3.4 Comparing Progressive Web Applications with Native Android Applications

Desde 2014, o número de usuários que acessam a *web*, através de um dispositivo móvel supera a quantidade de acessos via computadores de mesa (DRIAGUINE; FRANSSON, 2017). Os autores ressaltam que tal estatística por si só impõe que desenvolver soluções *web* amigáveis a dispositivos móveis se faz mais importante do que nunca. Além disso, empresas geralmente sentem a necessidade de criar aplicativos nativos para superar as limitações impostas ao desenvolver apenas *web sites* amigáveis a dispositivos móveis, como a impossibilidade de acesso ao hardware do aparelho. Um fator agravante com relação a estratégia apresentada, é o fato de que em muitos casos ainda há a necessidade de desenvolvimento para diferentes plataformas, no melhor caso para, pelo menos duas delas: Android e iOS (DRIAGUINE; FRANSSON, 2017).

Como uma possível solução para resolver o problema apresentado, os autores avaliam a utilização da recente tecnologia de Aplicativos Web Progressivos. Dentre as várias facilidades oferecidas como características, estão a possibilidade da criação de *cache* de dados, adição de atalho na tela inicial, maior engajamento com a utilização de mensagens *push* e acesso *offline*. Tais amenidades são possíveis aos Aplicativos Web Progressivos apenas pela utilização de *Service Workers* (DRIAGUINE; FRANSSON, 2017).

Os autores concluem após a execução de variados *benchmarks* que, não há grandes limitações na utilização de Aplicativos Web Progressivos em relação aos tradicionais aplicativos nativos, especialmente quando o assunto é a integração com o hardware do aparelho. Entretanto, em alguns casos especiais como, por exemplo, a utilização da câmera, ainda é notável a disparidade de controle sobre o hardware ao utilizar aplicações nativas em relação aos *PWAs*. Todavia, testes efetuados no campo de serviços de geolocalização, que fazem uso do *GPS*, foram relatados como superiores ao de aplicações nativas (DRIAGUINE; FRANSSON, 2017).

3.3.5 Desenvolvimento de *Progressive Web Apps* e Aplicações Nativas

O artigo “Desenvolvimento de *Progressive Web Apps* e Aplicações Nativas” (FREITAS, 2017), trata de questões relacionadas à chegada da tecnologia dos Aplicativos Web Progressivos ao mercado como sendo uma proposta de baixo custo para atender o público de usuários de *smartphones*. O autor destaca ainda como fator importante o desejo desses usuários de estarem sempre conectados a assuntos que lhes inte-

ressam, especialmente quando essa conexão é acompanhada de um certo nível de praticidade. Dentro desse contexto, o trabalho credita aos aplicativos convencionais o mérito de ser uma das melhores maneiras de estabelecer a conexão entre os usuários e os interesses de seu público.

Ao permear a realidade do mercado atual, Freitas (2017) ressalta que o desenvolvimento de aplicativos já vem sendo utilizado como ponte entre clientes e negócios dos mais variados ramos de atuação, e busca atrair a atenção para a enorme diversidade de aplicativos para diferentes públicos assim como a forma na qual as funcionalidades são distintas. No que diz respeito ao desenvolvimento de tais aplicações, são exibidos diversos fatores que diferenciam os aplicativos móveis dos aplicativos de PCs, em especial no que diz respeito à integração com *hardware* para as suas funcionalidades principais como o GPS, Câmera, Giroscópio, Acelerômetro, etc.

Por fim o estudo se posiciona como tendo como principal objetivo apresentar as características inerentes às diferentes abordagens de desenvolvimento de aplicativos, sejam nativos ou web, assim como suas vantagens e desvantagens. O autor conclui que apesar dos aplicativos web progressivos terem uma maior abrangência em multiplataformas aliados a um menor custo de desenvolvimento, não há unanimidade favorável a nenhuma das abordagens escolhidas para análise. Ao invés disso, destaca que cada projeto deve ser avaliado individualmente de modo a identificar o melhor caminho a seguir. Existe ainda um excerto do texto que destaca a importância do conhecimento dos requisitos de cada projeto de modo a seguir um caminho mais adequado. No campo de trabalhos futuros, Freitas (2017) indica que e os avanços tecnológicos recentes promovem, muitas vezes, mudanças de paradigmas, tornando tecnologias anteriores obsoletas gerando dessa maneira um amplo campo para estudos.

3.3.6 *Advanced Software-Technological Approaches for Mobile Apps Development*

Conceitos bastante técnicos relacionados às abordagens modernas de desenvolvimento e em especial, a distribuição de aplicativos para dispositivos móveis, são o tema principal do trabalho “*Advanced Software-Technological Approaches for Mobile Apps Development*” (LUNTOVSKYY, 2018). O autor do artigo avalia o nível de conveniência associado à distribuição de aplicativos móveis, em especial tratando da instalação desses aplicativos enquanto conectados à redes 5G, e como a tecnologia dos Aplicativos Web Progressivos podem contribuir para melhorar esse cenário. Como motivação para o desenvolvimento do artigo, ao autor indica que para diversas tarefas do dia a dia, aplicações para dispositivos móveis como *tablets* e *smartphones* são notavelmente convenientes, principalmente quando associadas às redes de interconexão como as populares 3G.

Com o crescente tráfego de dados gerados por dispositivos móveis, se fazem necessários esforços nas variadas áreas que contribuem para esse fenômeno, em especial no que diz respeito à distribuição e comunicação de aplicativos. Nesse contexto, o autor aborda os Aplicativos Web Progressivos como uma alternativa eficiente para auxiliar a indústria na difícil tarefa de redução de tráfego. Isso porque, de acordo com o texto, os Aplicativos Web Progressivos contam com um processo de distribuição muito menos complexo do que o existente em aplicativos nativos. Tal característica é possível pelo fato de que essa nova técnica utiliza de recursos do navegador de *internet* do dispositivo através da criação de um *service worker*, o qual opera de maneira transparente, como um *proxy* (LUNTOVSKYY, 2018), realizando tarefas como, por exemplo, o gerenciamento de *cache*, entre o cliente e o servidor de dados. Por se tratar basicamente de um *web site* com aptidões antes inerentes somente a aplicativos nativos, os Aplicativos Web Progressivos oferecem suporte a todas as tecnologias e facilidades do desenvolvimento para a *web*, assim como HTML5, CSS3, JavaScript, etc.

O autor destaca ainda a redução de complexidade do processo de instalação de Aplicativos Web Progressivos, e cita diversas vantagens disponíveis através da utilização dessa tecnologia, como por exemplo, a maneira pela qual os Aplicativos Web Progressivos se comportam como aplicações nativas, podendo inclusive serem instaladas, e tendo seus ícones disponíveis na área de trabalho do usuário.

Em sua conclusão, Luntovskyy (2018) faz um paralelo entre esse novo paradigma de desenvolvimento de soluções e as inovações no campo da distribuição e descentralização de dados, em particular das iniciativas de *Fog* e *Edge Computing*, em detrimento das grandes nuvens de dados utilizadas atualmente.

4 Proposta de Solução

Este capítulo apresenta uma proposta de solução para melhorar o acesso via dispositivos móveis ao sistema de TCCs do INE. A solução proposta consiste no desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo. Essa tecnologia emergente que está sendo introduzida pelo Google tem como objetivo mudar a forma como usuários de dispositivos móveis interagem com aplicações *web*. Os Aplicativos Web Progressivos, são aplicações *web* que, TCCs devido à forma como são programadas e a um maior nível de interação com o sistema operacional do dispositivo móvel, entregam uma experiência mais rica e completa ao usuário.

Assim, o presente projeto propõe o desenvolvimento de um módulo Web Progressivo para o Sistema de TCCs do INE. Espera-se assim que tal esforço possa contribuir positivamente com a comunidade acadêmica, em especial com os alunos e professores do Departamento de Informática e Estatística. O objetivo principal é desenvolver e instalar um novo módulo Web Progressivo para gerenciamento de TCCs do Departamento de Informática e Estatística da UFSC para ser utilizado por alunos durante os seus trabalhos de conclusão de curso.

Espera-se com o presente trabalho apresentar as tecnologias e passos necessários ao desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo, utilizando como estudo de caso o Sistema de TCCs do INE - UFSC. A aplicação, no que lhe concerne, não será avaliada através de uma metodologia científica, pois a mesma não compõe o escopo desse trabalho. Todavia, o artefato de software gerado durante esse estudo, assim como toda a documentação produzida na forma de relatório, servirá como prova de conceito da aplicabilidade da técnica e deverá ser de grande valia aos alunos e professores do INE - UFSC e de maneira mais abrangente à comunidade científica.

4.1 Modelagem e Desenvolvimento

Por se tratar da transposição de um sistema já existente para uma nova plataforma a qual será aproveitada quase que por completo a documentação técnica produzida nos trabalhos predecessores (BOTELHO; UGIONI, 2015), (DEKKER; CONSTANTE, 2016; GONÇALVES, 2016).

4.1.1 Visão Geral do Sistema Atual

A estrutura de pastas do sistema segue o padrão MVC, no qual os artefatos destinados ao modelo, visão e controlador da aplicação se encontram em pastas distintas. A pasta modelo guarda os arquivos *.java* que armazenam e tratam de dados relacionados às entidades de negócio propriamente ditas, assim como suas característi-

cas e atributos. A pasta *controller* (situada no diretório *web/view/controller*), por sua vez, armazena arquivos .java que são utilizados no controle de fluxo da aplicação e execução de tarefas. Assim como no caso dos modelos, cada arquivo controlador está separado de acordo com as suas responsabilidades e escopo de trabalho. A estrutura de diretórios que tem a raiz *webapp/** se destaca em especial nesse projeto, pois é a parte responsável pelas interfaces. Durante a criação do Aplicativo Web Progressivo proposto, as views são a parte da aplicação que concentrarão maior parte do trabalho, sendo que precisam ser desenvolvidas de modo a se comportarem de maneira semelhante a um aplicativo nativo para celular.

4.1.2 Intervenções Necessárias

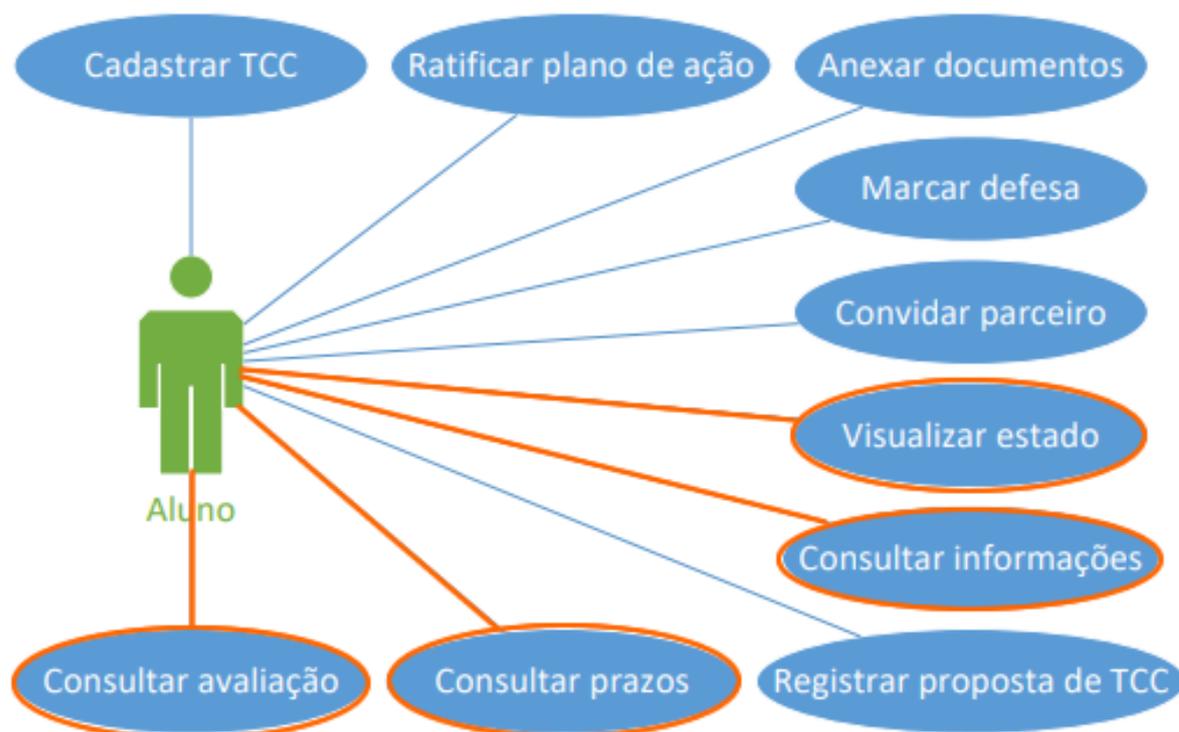
Conforme exposto anteriormente, o projeto atual foi concebido fazendo uso da arquitetura Model-View-Controller (MVC), arquivos do tipo .xhtml no caso específico da aplicação atual correspondem a telas, ou em vários casos, fragmentos de telas, que por sua vez, podem ser compostas por nenhum a muitos componentes visuais oferecidos pelas bibliotecas PrimeFaces e RichFaces (DEKKER; CONSTANTE, 2016). No que compreende ao controle de fluxo da aplicação, assim como as técnicas de aquisição de dados, não se farão necessárias alterações no projeto atual, seguindo então com a mesma estrutura dos trabalhos mais recentes que culminaram na versão atual do sistema:

“Os ManagedBeans que provém a interface para aquisição dos dados às telas, estão em classes com sufixo Controller. As classes de sufixo Service, apresentados como Service no diagrama, contém um conjunto de métodos para resolução das regras de negócio do domínio do sistema. As classes dos objetos para transporte dos dados chamadas DTOs, sigla em inglês para Data Transport Object, são usadas para fornecer aos ManagedBeans, dados mais específicos de algumas telas. As consultas a banco estão implementadas nos denominados DAOs, sigla em inglês para Data Access Object, cujas as classes possuem o sufixo DAO” (DEKKER; CONSTANTE, 2016).

4.1.3 Casos de Uso Selecionados

Com a finalidade de explorar as características visuais inerentes a aplicações para dispositivos móveis nativas, um subconjunto dos casos de usos identificados por Gonçalves (2016) foi selecionado para ser implementado. A Figura 1 ilustra essa seleção, destacando na cor laranja os itens escolhidos.

Figura 1 – Casos de Uso para o Ator Aluno



GONÇALVES, 2016

4.1.4 Protótipos de Tela

Parte central do presente trabalho, as telas receberam protótipos já nas fases iniciais do desenvolvimento, que são importantes no contexto do desenvolvimento de Aplicativos Web Progressivos, sendo assim artefatos vitais diretamente associados ao sucesso do projeto. Se faz importante ressaltar que, as melhorias propostas para as interfaces dos alunos, conforme propostas por Gonçalves (2016), serão consideradas, reaproveitadas e implementadas no contexto de um PWA.

Nota-se ainda que, ao embarcar na filosofia de reuso e aproveitamento dos projetos anteriores, conforme aplicada por Dekker & Constante (2016), esse trabalho faz uso das muitas características sugeridas por Gonçalves (2016). Tais melhorias, dentro do contexto desse trabalho de transposição, são aplicáveis de maneira generalista no decorrer do esforço de criação envolvido em todas as novas funcionalidades do sistema.

4.1.4.1 Interface de Instalação

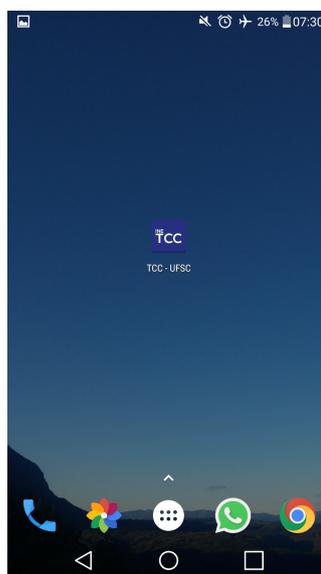
As Figuras 2, 3, 4 e 5, ilustram o processo de instalação e inicialização do sistema em um dispositivo móvel. Uma vez efetuada essa instalação, os dados constantes no aplicativo ficarão disponíveis aos alunos mesmo enquanto o dispositivo estiver

offline.

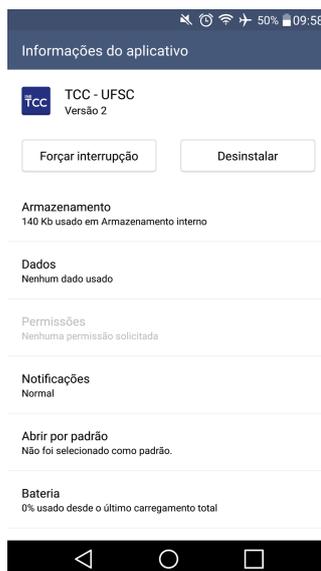
Figura 2 – Interface de Instalação



Figura 3 – Ícone de inicialização



Captura de tela da própria aplicação.

Figura 4 – Aplicação instalada

Captura de tela da própria aplicação.

Figura 5 – Tela de inicialização

Captura de tela da própria aplicação.

4.1.4.2 Interfaces da aplicação.

As Figuras 6 e 7, exibem as interfaces referentes à implementação dos casos de uso referentes à consulta de informações e visualização de estados, respectivamente.

Figura 6 – Interface de consulta de informações.

Captura de tela da própria aplicação.

Figura 7 – Interface de consulta de estado do projeto.

As Figuras 8 e 9, ilustram as interfaces referentes à implementação dos casos de uso referentes à consulta de avaliações e visualização de prazos.

Figura 8 – Interface de consulta de avaliações.

The screenshot shows a mobile application interface with a blue header containing a hamburger menu icon. Below the header, the title 'Avaliações' is displayed. The interface is divided into sections for 'Introdução a Projetos', 'Projetos I', and 'Projetos II'. The 'Projetos I' section contains a table with three columns: 'Professor', 'Nota', and 'Comentário'. The 'Projetos II' section also has a table with the same three columns, but it is currently empty.

Professor	Nota	Comentário
Jean Carlo Rossa Hauck	8.5	
Renato Cislaghi	-	
Frank Augusto Siqueira	9.0	

Figura 9 – Interface de consulta de prazos.

The screenshot shows a mobile application interface with a blue header containing a hamburger menu icon. Below the header, the title 'Datas importantes' is displayed. The interface lists three important dates with their corresponding descriptions.

Data	Descrição
26/03/2019	Projeto I e II - Entrega, via sistema de Projetos, do formulário ratificando o plano de trabalho para o semestre, conforme prevê o artigo 8 do Regimento interno. Tanto o Regimento interno quanto o modelo do formulário estão disponíveis na seção "Arquivos úteis". Caso este requisito não seja atendido, o Regimento interno prevê reprovação.
29/04/2019	INTRODUÇÃO AO PROJETO - Definição do Professor Responsável e do título provisório do TCC a ser feita pelos alunos de Introdução ao Projeto. A formalização destas definições deve ser feita através deste sistema.
05/06/2019	PROJETO II - Envio de cópias do rascunho do relatório para todos os avaliadores do TCC e

5 Desenvolvimento

Neste capítulo são apresentados os passos e particularidades inerentes ao desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo. Cada uma das tecnologias utilizadas será abordada, assim como a forma pela qual ocorreu a integração dos novos paradigmas com a versão atual do sistema de TCCs.

5.1 Preparação do Ambiente de Desenvolvimento

Para iniciar a implementação da solução proposta, primeiramente foi necessário configurar o ambiente de desenvolvimento. Apesar de ser uma etapa comum da criação de *software*, algumas características do sistema atual de gerenciamento de TCCs, tornam essa importação menos trivial. Em contrapartida, o processo de importação e execução do projeto foi muito bem documentado em diversos trabalhos de conclusão de curso desenvolvidos nos últimos anos. A presente iteração do desenvolvimento do sistema apoia-se fortemente nesses documentos.

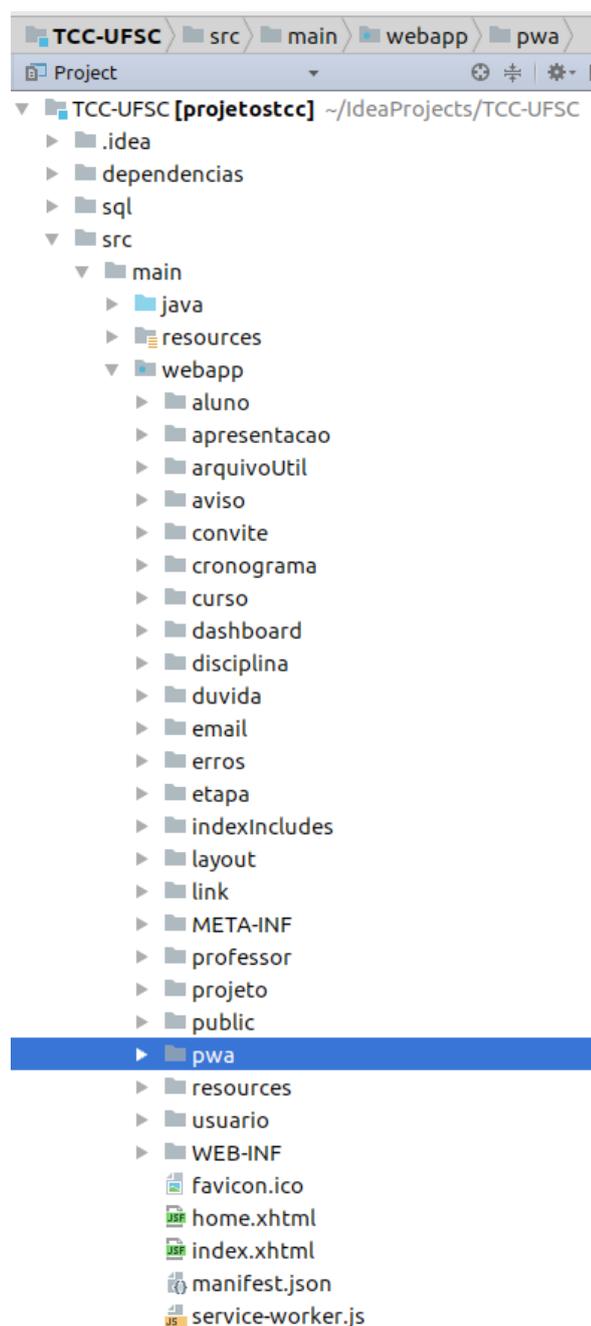
A escolha do ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) deu-se por questões primariamente relacionadas a continuidade e documentação do processo, uma vez que os últimos trabalhos realizados na aplicação utilizaram o IDEA Intellij¹. Após efetuar a configuração das credenciais do repositório do sistema na IDE, o projeto foi baixado para a estação de desenvolvimento. Toda a configuração necessária para a execução do projeto localmente foi feita conforme descrito no trabalho que implementou melhorias no sistema de TCCs para o perfil de professor (ONGHERO, 2018).

5.2 Estrutura de pastas para o novo módulo

Visando integrar o novo módulo ao projeto, se fez necessária a criação de uma subpasta para armazenar os arquivos do PWA. A figura 10 ilustra a inserção do módulo na estrutura do projeto.

¹ <https://www.jetbrains.com/idea/>

Figura 10 – Estrutura de pastas para o novo módulo



5.3 Particularidades na execução de um PWA em ambientes locais

Uma das estratégias adotadas pelos seus idealizadores visando garantir a segurança na comunicação do PWA com o servidor, foi tornar a utilização de uma conexão segura, via HTTPS (LEPAGE, 2018), um requisito obrigatório. Além disso, a atual implementação da tecnologia não aceita a utilização de um certificado digital auto-assinado, ou seja, que não foi emitido por uma autoridade certificadora. Para contornar esse comportamento, que ocorre mesmo em ambiente de desenvolvimento local, o endereço “*http://localhost*” é interpretado como sendo seguro, logo, aceito pela

engine do PWA (LEPAGE, 2018).

Entretanto, a maneira pela qual o sistema de TCCs foi implementado desde suas primeiras versões, faz com que ele seja executado no caminho local alternativo “<https://projetoostcc:8443/>”. Essa combinação de fatores fez com que os testes referentes à instalação do aplicativo fossem bastante dificultados durante o desenvolvimento.

Por se tratar-se de uma tecnologia recente, a sua implementação encontra-se em constante evolução. Na primeira parte do desenvolvimento desse trabalho, uma estratégia utilizada pelo navegador Google Chrome² para resolver o problema citado anteriormente, foi a criação de um parâmetro denominado “*UnsafelyTreatInsecureOriginAsSecure*”. Esse parâmetro permitia aos desenvolvedores informarem URLs que deveriam ser tratadas como seguras, permitindo assim a instalação do PWA hospedado em ambiente local. Ainda por questões relacionadas à segurança, essa estratégia foi descontinuada pela Google³ no decorrer desse projeto. Avanços recentes no desenvolvimento da tecnologia PWA sugerem outros contornos para a questão. Entretanto, as novas abordagens não entraram no escopo desse trabalho, devido ao curto período de tempo disponível entre a publicação das documentações oficiais e data de conclusão do projeto.

5.4 Criação da Interface Responsiva

Uma das principais características de um aplicativo nativo para celulares é a forma como a sua interface gráfica é adaptada para o tamanho da tela dos dispositivos, assim como para a interface de entrada de dados, que geralmente ocorre pelo toque. Visando proporcionar uma experiência mais familiar para os usuários, o módulo PWA foi concebido com o objetivo de reproduzir essas facilidades. Além do suporte do framework CSS Bootstrap⁴, dois arquivos CSS foram criados para armazenar as folhas de estilo da aplicação, os quais encontram-se em “*style.css*” e “*ufsc.css*”. As Figuras 11, 12 e 13 exibem a forma como a interface desenvolvida para o sistema se adapta aos diferentes tamanhos de dispositivos.

² <https://www.google.com/chrome/>

³ <http://www.chromium.org/administrators/policy-list-3/deprecated-policies#UnsafelyTreatInsecureOriginAsSecure>

⁴ <https://getbootstrap.com/>

Figura 11 – Aplicação exibida em telas com amplitude horizontal

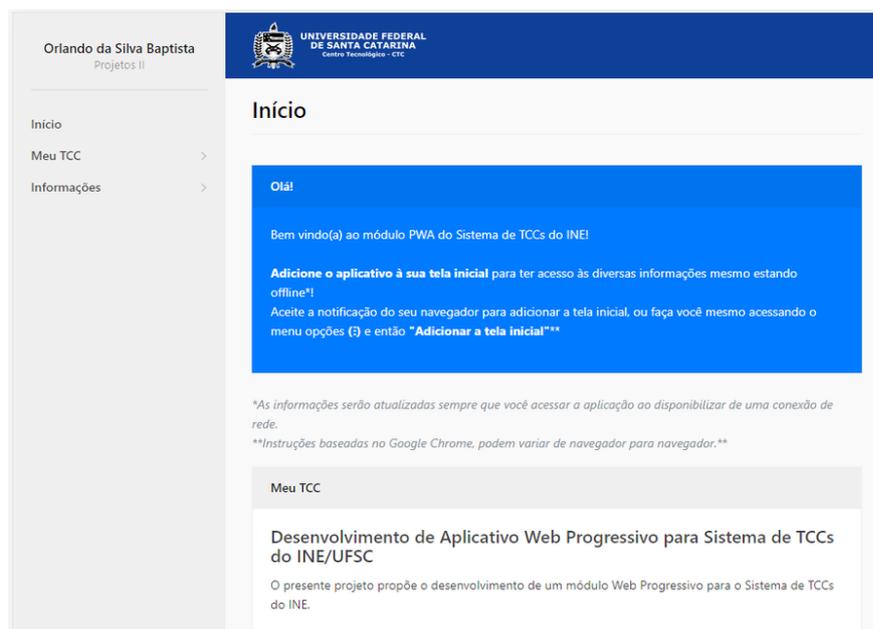


Figura 12 – Aplicação exibida em telas com amplitude vertical

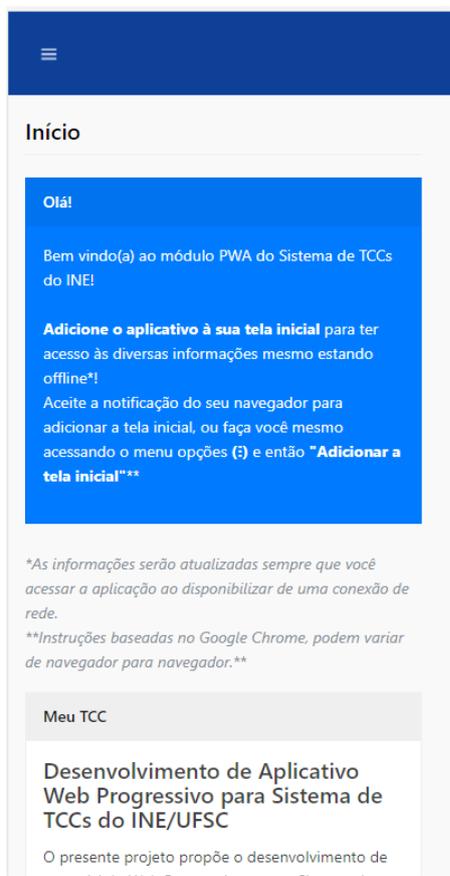
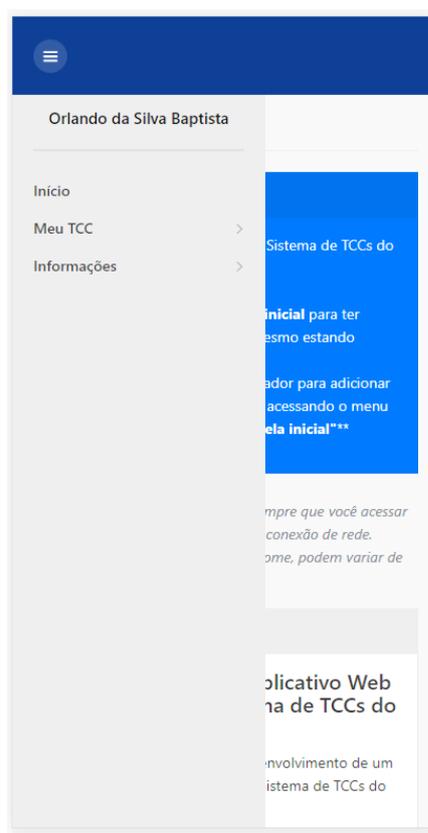


Figura 13 – Comportamento do menu lateral



5.5 Implementação dos requisitos de um PWA

A conversão de uma aplicação *web* em um PWA vai além da criação de uma interface responsiva. Gerenciar aspectos da instalação e organizar uma estratégia de *cache* e atualização de dados são algumas das tarefas pertencentes a esse processo. Os itens a seguir trazem informações sobre essas etapas, bem como, sobre a forma pela qual a parte visual do módulo é implementada, incluindo o ícone que será exibido no dispositivo móvel após a instalação.

5.5.1 *Service Worker*

O *Service Worker* é um *script* que independe da ação do usuário e executa em segundo plano no navegador do dispositivo, fornecendo novas maneiras de interagir com o *hardware*. Na sua atual implementação, os *service workers* já possibilitam o gerenciamento e sincronização de dados, assim como a emissão de notificações via *push*. Espera-se que no futuro, a gama de serviços fornecidos pelos *service workers* seja ainda maior (GAUNT, 2019).

O *service worker* também é o recurso que permitirá aos alunos acessarem o módulo PWA mesmo sem uma conexão de dados disponível. Para cumprir essa tarefa,

uma vez instalado esse *script* funcionará como um *proxy*, interceptando as requisições e gerenciando se os dados devem ser lidos do *cache* ou do servidor.

5.5.2 Estratégia de *Cache*

A escolha da estratégia de *cache* e sincronização deve ser feita com base nos requisitos e restrições de cada projeto. Especificamente para o módulo PWA do sistema de TCCs, a estratégia adotada foi a *Network first, Cache fallback*⁵, na qual o *service worker* recorre primeiramente ao servidor (GOOGLE, 2019). Caso uma conexão com o servidor seja efetuada com sucesso, o *service worker* atualizará o *cache* e exibirá os novos dados para o usuário. Se a conexão com o servidor não estiver disponível no momento da consulta, os dados presentes no *cache* serão exibidos. Os principais motivadores dessa decisão foram garantir que os alunos tenham a informação mais atual sempre que possível e prevenir a necessidade de salvar as credenciais do usuário localmente. Pretendendo manter os alunos cientes de que estão acessando o conteúdo armazenado localmente, a mensagem contida na figura 14 foi programada para ser exibida sempre que a aplicação recorrer ao *cache*.

Figura 14 – Mensagem exibida durante a utilização offline.



A Figura 15 exibe código do *service worker*, assim como a estratégia de gerenciamento e utilização do *cache* na íntegra.

⁵ https://developers.google.com/web/ilt/pwa/introduction-to-progressive-web-app-architectures#caching_strategies_supported_by_sw-toolbox

Figura 15 – Visão geral do service worker

```
1 var cacheName = 'v1:static_1.23';
2
3 // Instalação do service worker
4 self.addEventListener('install', function(e) {
5
6   // Criação do cache de todos os recursos necessários para que a aplicação funcione offline
7   e.waitUntil(
8     caches.open(cacheName).then(function(cache) {
9       return cache.addAll([
10         './pwa/',
11         './pwa/index.html',
12         './pwa/meu_tcc.html',
13         './pwa/avaliacoes.html',
14         './pwa/datas_importantes.html',
15         './pwa/faqs.html',
16         './pwa/professores.html',
17         './pwa/assets/bootstrap/css/bootstrap.min.css',
18         './pwa/assets/plugins/themify/themify-icons.css',
19         './pwa/assets/plugins/jquery.scrollbar/jquery.scrollbar.css',
20         './pwa/assets/plugins/font-awesome/css/font-awesome.min.css',
21         './pwa/assets/plugins/switchery/switchery.min.css',
22         './pwa/assets/css/style.css',
23         './pwa/assets/css/ufsc.css',
24         './pwa/assets/js/jquery-3.2.1.min.js',
25         './pwa/assets/js/popper.min.js',
26         './pwa/assets/bootstrap/js/bootstrap.min.js',
27         './pwa/assets/js/holder.js',
28         './pwa/assets/plugins/switchery/switchery.min.js',
29         './pwa/assets/plugins/jquery.scrollbar/jquery.scrollbar.min.js',
30         './pwa/assets/plugins/themify/fonts/themify.woff',
31         './pwa/assets/js/custom.js'
32       ]).then(function() {
33         self.skipWaiting();
34       });
35     });
36   );
37 });
38
39 // Implementação da estratégia de cache
40 self.addEventListener('fetch', function(event) {
41   event.respondWith(
42     fetch(event.request).catch(function() {
43       return caches.match(event.request);
44     })
45   );
46 });
```

5.5.3 Arquivo de Manifesto

A especificação define o arquivo de manifesto, ou *manifest.json*, como sendo arquivo JSON que serve como local centralizado para armazenamento de metadados da aplicação web (W3C, 2019). Os metadados contidos no arquivo de manifesto podem armazenar dados como: nome da aplicação, caminho para arquivos de ícones, o padrão de exibição que a aplicação deverá ter, cores da janela que contém a aplicação, entre outros. Estas informações podem ser utilizadas pelo sistema operacional do dispositivo para tornar a aplicação web, uma vez instalada para uso *offline*, indistinguível das aplicações nativas. A Figura 16 ilustra o manifesto utilizado no módulo PWA do sistema de TCCs.

Figura 16 – Arquivo de manifesto da aplicação.

```
1 {
2   "name": "TCC",
3   "short_name": "TCC - UFSC",
4   "scope": "/pwa/",
5   "start_url": "/pwa/index.html",
6   "display": "standalone",
7   "background_color": "#F2F7FD",
8   "theme_color": "#0F4098",
9   "icons": [
10    {
11      "src": "/pwa/assets/images/icons/icon-128x128.png",
12      "sizes": "128x128",
13      "type": "image/png"
14    },
15    {
16      "src": "/pwa/assets/images/icons/icon-144x144.png",
17      "sizes": "144x144",
18      "type": "image/png"
19    },
20    {
21      "src": "/pwa/assets/images/icons/icon-152x152.png",
22      "sizes": "152x152",
23      "type": "image/png"
24    },
25    {
26      "src": "/pwa/assets/images/icons/icon-192x192.png",
27      "sizes": "192x192",
28      "type": "image/png"
29    },
30    {
31      "src": "/pwa/assets/images/icons/icon-256x256.png",
32      "sizes": "256x256",
33      "type": "image/png"
34    }
35  ]
36 }
```

5.5.4 Ícone da aplicação

Parte essencial da experiência que o usuário tem ao utilizar uma aplicação nativa, é a imagem de um ícone que torna essa aplicação distinta das demais instaladas no dispositivo. Dessa maneira, o ícone representado na Figura 17 foi criado para representar o módulo.

Figura 17 – Ícone da Aplicação



5.6 Implantação

O processo de publicação do módulo no servidor de produção, o qual envolve tornar o sistema temporariamente indisponível e realizar a cópia de segurança da versão corrente, foi realizado via conexão *SSH* seguindo todos os passos, previamente testados, sugeridos por Onghero (2018).

6 Avaliação

Este capítulo é reservado à exposição da avaliação da solução implementada, assim como suas funcionalidades e nível de operabilidade. A avaliação considera a perspectiva dos alunos das disciplinas de Introdução a Projetos, Projetos I e Projetos II, que serão usuários típicos do aplicativo desenvolvido.

6.1 Definição da Avaliação

A abordagem GQM - Goal/Question/Metric (MASHIKO; BASILI, 1997) foi utilizada para planejar a avaliação da solução implementada. Os autores da abordagem propõe que, para o sistema a ser avaliado, sejam definidos os objetivos específicos de medição. Para cada um dos objetivos escolhidos, é derivado um conjunto de perguntas que constituirão o formulário de avaliação a ser aplicado com os usuários do sistema. Por fim, cada uma das perguntas do questionário deve possuir uma métrica associada. O cumprimento ou não dessa medida irá determinar se os objetivos estão sendo atingidos, do ponto de vista dos usuários.

Assim, seguindo a abordagem GQM, os objetivos dessa avaliação serão: analisar: utilidade, adequação funcional e usabilidade do Aplicativo Web Progressivo desenvolvido para a ferramenta de gerenciamento de TCCs do INE, sob o ponto de vista dos alunos. Visando reduzir a qualquer possível abiguidade inerente aos termos “adequação funcional” e “usabilidade”, as definições formais escolhidas para o trabalho foram as apresentadas na norma (ISO, 2011). No âmbito da norma, “adequação funcional” é o grau no qual um produto ou sistema provê funções que estejam alinhadas com as necessidades implícitas e elicítadas, quando utilizados em contextos específicos. Quanto a usabilidade, a norma trata como sendo o grau no qual um produto ou sistema pode ser utilizado por usuários específicos para atingir objetivos também específicos com eficácia, eficiência e satisfação, dado um contexto específico de utilização (ISO, 2011).

Dentre as várias escalas numéricas de usabilidade, o método SUS (BROOKE, 1996) foi utilizado como modelo para essa avaliação. Trata-se de uma abordagem simples, porém robusta, que atende aos requisitos dos objetivos propostos. A Tabela 4 apresenta as características e perguntas derivadas.

Tabela 5 – Questionário de avaliação

Característica	Pergunta
M1 - Utilidade	Q1 - Acho que usarei o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC.
M2 - Usabilidade	Q2 - Acho o módulo PWA desnecessariamente complexo.
	Q3 - Achei o módulo PWA fácil de usar.
	Q4 - Acho que eu precisaria de suporte técnico para poder usar o módulo PWA.
M3 - Adequação funcional	Q5 - Acho que as funções do módulo PWA são bem integradas.
	Q6 - Me deparei com muitas inconsistências no módulo PWA.
M2 - Usabilidade	Q7 - Imagino que os alunos das disciplinas do TCC aprenderão rapidamente a usar o módulo PWA.
	Q8 - Achei o módulo PWA complicado de usar.
	Q9 - Me senti confortável com os menus e funções ao utilizar o módulo PWA.
	Q10 - Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o módulo PWA.
M3 - Adequação funcional	Q11 - O módulo PWA inclui as funcionalidades necessárias para se acompanhar um TCC no celular?
	Q12 - Caso tenha respondido com "não" a questão anterior, utilize o campo abaixo para sugerir funcionalidades.

6.2 Execução da Avaliação

Para a execução da avaliação do módulo PWA foi disponibilizado um questionário online, no qual os usuários puderam registrar as suas opiniões. A amostra de usuários selecionados para os testes e avaliação foram os alunos das disciplinas que envolvem o desenvolvimento do TCC do Departamento de Informática e Estatística da UFSC, sendo elas Introdução a Projetos, Projetos I e Projetos II. O envio do formulário foi feito via disparo de e-mail em massa para os alunos dessas disciplinas. O período de execução da avaliação foi entre 29/05/2019 e 02/06/2019, e um total de 21 alunos

responderam o questionário. A Figura 18 exibe parcialmente o formulário recebido pelos alunos.

Figura 18 – Vista parcial do formulário de avaliação

Avaliação do Sistema de TCCs - Módulo PWA (Mobile)

Questionário de avaliação

Sobre o módulo PWA do Sistema de TCC do INE-UFSC, responda:

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Acho que usarei o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC.	<input type="radio"/>				
Acho o módulo PWA desnecessariamente complexo.	<input type="radio"/>				
Achei a módulo PWA fácil de usar.	<input type="radio"/>				
Acho que eu precisaria de suporte técnico para poder usar o módulo PWA.	<input type="radio"/>				
Acho que as funções do módulo PWA são bem integradas e me auxiliarão no acompanhamento do TCC.	<input type="radio"/>				

6.3 Análise dos dados

Após o término do período de avaliação, os dados coletados foram analisados e confrontados com os objetivos propostos. No contexto do objetivo, cada característica foi analisada individualmente, assim como as suas respectivas medidas. Também foram consideradas as respostas descritivas dos alunos.

Objetivo: analisar: utilidade, adequação funcional e usabilidade do Aplicativo Web Progressivo desenvolvido para a ferramenta de gerenciamento de TCCs do INE, sob o ponto de vista dos alunos.

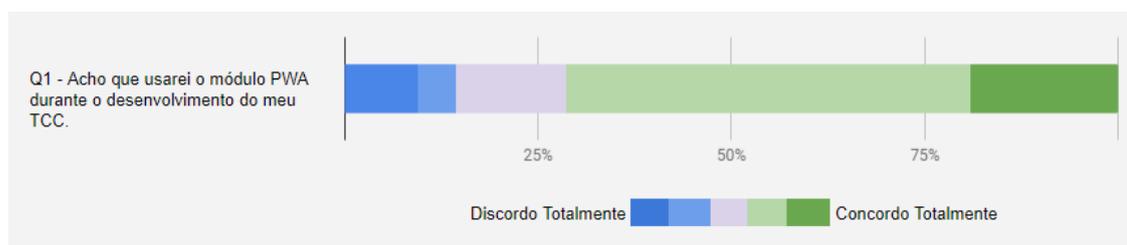
Medida 1: Utilidade.

Pergunta 1 (Q1): Acho que usarei o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC.

Um total de 71,43% responderam que utilizariam o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC. Um total de 14,29% foi indiferente em relação à utilização do módulo e outros 14,29% informaram que não utilizariam o sistema.

A Figura 19 exibe os resultados referentes às perguntas correspondentes à Medida 1.

Figura 19 – Medida 1



Medida 2: Usabilidade.

Pergunta 2 (Q2): Acho o módulo PWA desnecessariamente complexo.

Dos alunos que responderam a questão, 95,24% discordam que o módulo PWA seja desnecessariamente complexo, 4,76% foram indiferentes quanto à questão e nenhum concordou com a afirmação.

Pergunta 3 (Q3): Achei o módulo PWA fácil de usar.

Dentre os participantes, 90,48% concordaram com a afirmação de que julgam o módulo PWA fácil de usar, 4,76% foram indiferentes e outros 4,76% discordaram da afirmação.

Pergunta 4 (Q4): Acho que eu precisaria de suporte técnico para poder usar o módulo PWA.

Um total de 90,48% dos participantes discordam que precisariam de suporte técnico para poder usar o módulo PWA. Ainda, 9,52% dos participantes se mostraram indiferentes e nenhum concordou com a afirmação.

Pergunta 7 (Q7): Imagino que os alunos das disciplinas do TCC aprenderão rapidamente a usar o módulo PWA.

Dos alunos que responderam a pesquisa, 90,48% concordam com a afirmação. Ainda, 4,76% dos respondentes é indiferente quanto à questão e 4,76% discordam da afirmação de que os alunos das disciplinas do TCC aprenderão rapidamente a usar o módulo PWA.

Pergunta 8 (Q8): Achei o módulo PWA complicado de usar.

Dentre os alunos, 90,48% discordam da afirmação enquanto 9,52% concordam que julgam o módulo PWA complicado de usar.

Pergunta 9 (Q9): Me senti confortável com os menus e funções ao utilizar o módulo PWA.

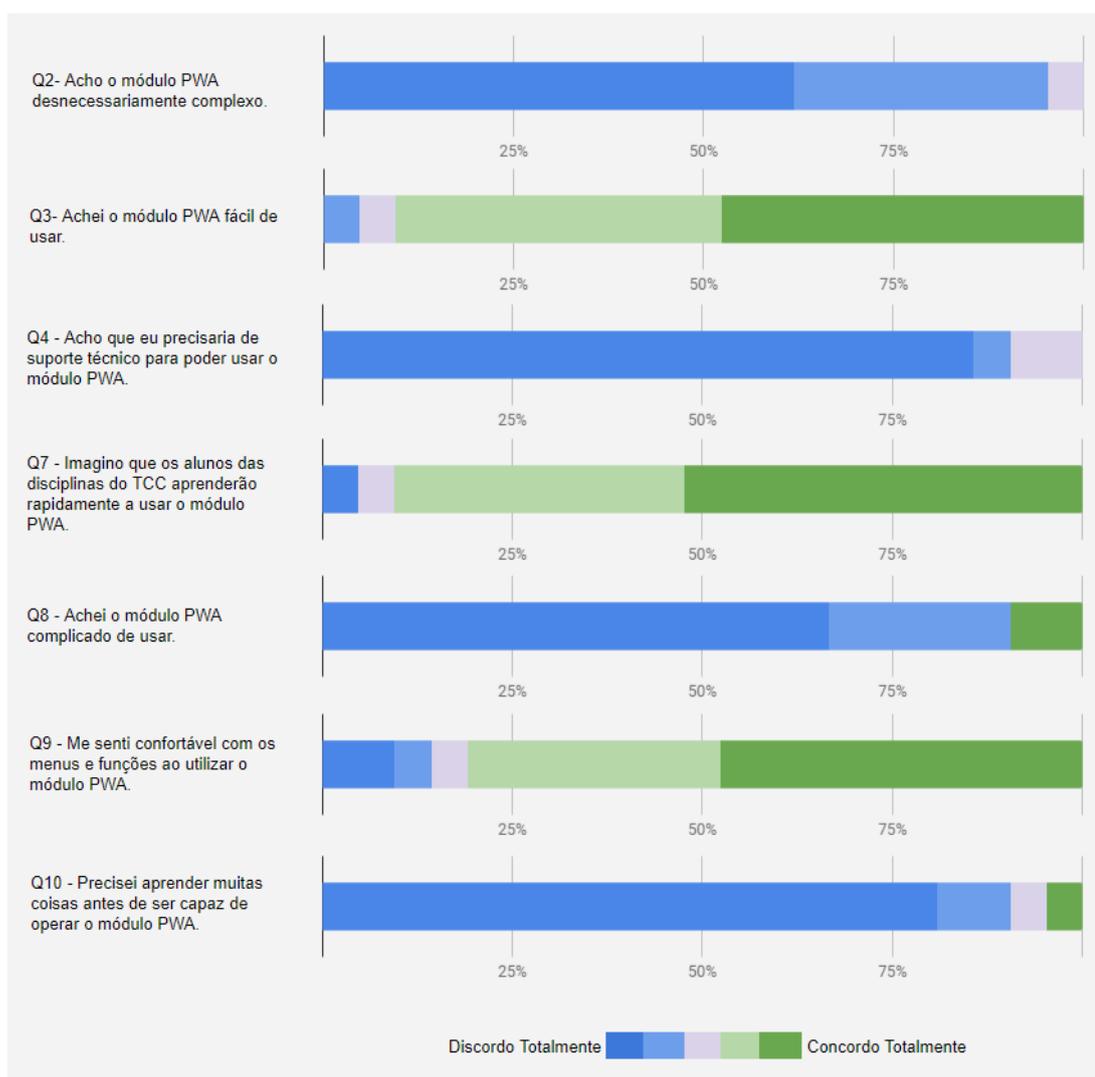
Um total de 80,95% concordam com a afirmação de que se sentiram confortáveis com os menus e funções ao utilizar o módulo PWA. Já 4,76% foram indiferentes quanto à afirmação enquanto 14,29% não se sentiram confortáveis no uso dos menus e funções da aplicação.

Pergunta 10 (Q10): Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o módulo PWA.

Dos alunos que responderam a pesquisa, 90,48% discordam que precisaram aprender muitas coisas antes de serem capazes de operarem o módulo PWA. Outros 4,76% ficaram indiferentes e 4,76% concordaram com a afirmação.

A Figura 20 exibe os resultados referentes às perguntas correspondentes à Medida 2.

Figura 20 – Medida 2



Medida 3: Adequação funcional.

Pergunta 5 (Q5): Acho que as funções do módulo PWA são bem integradas.

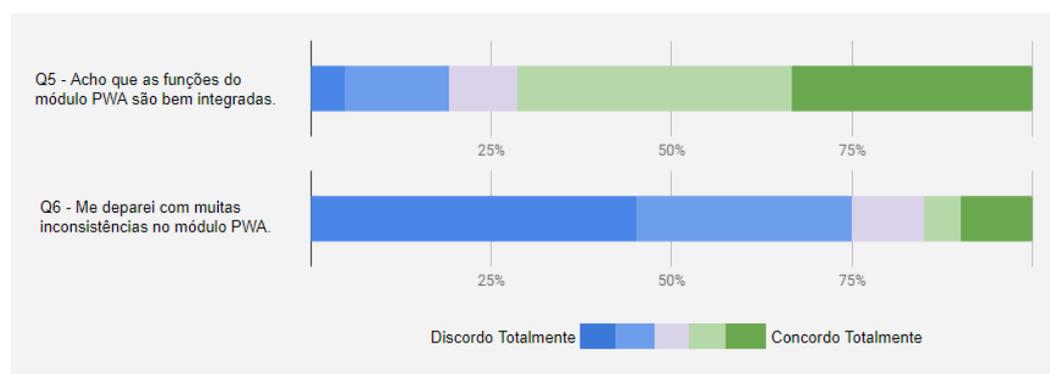
Dentre os respondentes, 71,43% concordam que as funções do módulo PWA são bem integradas. Um montante de 9,52% se mostrou indiferente frente à afirmação, enquanto 19,05% discordaram da afirmação.

Pergunta 6 (Q6): Me deparei com muitas inconsistências no módulo PWA.

Dos participantes, 71,43% discordaram de que houveram muitas inconsistências no módulo PWA. Já 9,52% foram indiferentes quando ao questionamento, enquanto 14,29% relataram terem se deparado com inconsistências no módulo PWA.

A Figura 21 exhibe os resultados referentes às perguntas correspondentes à Medida 3.

Figura 21 – Medida 3



Pergunta 11 (Q11): O módulo PWA inclui as funcionalidades necessárias para se acompanhar um TCC no celular?

Um total de 85,7% dos participantes julgou que o módulo PWA inclui as funcionalidades necessárias para se acompanhar um TCC no celular. Já 14,3% dos participantes discordaram da afirmação.

Pergunta 12 (Q12): Caso tenha respondido com “não” a questão anterior, utilize o campo abaixo para sugerir funcionalidades.

Dois respostas foram registradas para esse questionamento, conforme transcritas abaixo:

1. “Calendário.”
2. “Importar os arquivos uteis, data de apresentações de tcc’s, que precisamos assistir para frequência nas disciplina.”

6.4 Resultado das sugestões

Também foi fornecido aos participantes um espaço para que pudessem registrar sugestões. Dois alunos utilizaram o campo para relatar problemas relacionados à instalação do módulo do IOS¹. Os itens a seguir representam as críticas construtivas gentilmente fornecidas pelos alunos.

- “Nas datas importantes deixar apenas as datas referente à disciplina cursada no semestre, ali apresenta a data das três disciplinas de tcc, na parte de frequência nas apresentações de tcc, seria bem útil ter uma sessão pra apresentar quantas apresentações o aluno já compareceu, além de informar quantas dele deve assistir. Ter lembretes quando as datas de entregas estiverem chegando. (e-mail e/ou notificação). um adicional interessante mas não indispensável seria ter

¹ <https://www.apple.com/ios/>

uma sessão com comunicados do professor da disciplina de tcc, hoje ele manda e-mail via moodle, se essas mensagem fosse agrupadas em uma tela seria legal. pois ele manda apenas as informações importantes para a disciplina.“

- *“Algum jeito de enviar arquivos, relatórios e tudo mais. E algum jeito de ver uma lista de arquivos enviados”*
- *“1 - quando o usuario não esta logado, a aplicação solicita autenticação. após informada uma pagina de código é mostrada e não se tem acesso a aplicação. todavia volta a funcionar se fechar e abrir novamente. 2 - na aba 'informações' > 'professores' seria interessante ter uma metodo de filtragem por nome ou area. 3 - na aba 'Meu TCC' > 'Avaliações' as informações sobre introdução ao TCC estão fora de formato 4 - na aba 'Meu TCC' > 'Avaliações' a visualização de um comentário ultrapassa o limite da tela(talvez um scroll seja suficiente. 5 - ao clicar no menu, assim como no comentario na aba 'Meu TCC' > 'Avaliações' seria interessante recolher o popup quando clicado fora da area deles atualmente deve-se clicar nos botões novamente para contrai-los.essa foi uma observação rapida.“*
- *Acho que a parte mais importante seria destacar as datas de entregas e, talvez, uma funcionalidade de adicionar “minhas datas” que correspondem a deadlines dos orientadores/banca/entrega de projeto/etc.*

6.5 Discussão

A partir dos dados coletados e analisados foi possível perceber que a avaliação obteve um resultado positivo. A maioria dos alunos que responderam a pesquisa informou que usaria o novo módulo durante o desenvolvimento do TCC. Tal informação provê uma resposta favorável para a medida 1 do objetivo proposto, que tratava sobre a utilidade do sistema.

As questões que englobavam a segunda medida de qualidade proposta, a usabilidade, desempenharam de maneira ainda mais satisfatória, validando a segunda métrica. Por fim, o último item de qualidade a ser medido, a adequação funcional, também obteve bons resultados dentre os alunos, que em sua maioria julgaram que o novo módulo possui as funcionalidades necessárias para se acompanhar um TCC no celular.

As sugestões fornecidas apresentam ainda uma gama de possibilidades para a implementação de novos recursos nas ferramentas. Entretanto, vale ressaltar a

natureza de sistema que permeia entre o *online* e o *offline*. Tal característica faz com que as funcionalidades a serem embutidas no módulo sejam analisadas com cautela adicional. Sugestões como a adição da possibilidade de listar arquivos de relatório enviados, ao serem implementadas, precisariam considerar que todo o conteúdo do módulo é baixado para o celular no momento da instalação. Além do incremento significativo no tempo de instalação, esse processo pode ocorrer via conexão de dados móveis, que possuem taxas de transferência de dados variáveis.

6.6 Ameaças à validade

Diversos fatores e influenciadores externos podem ter afetado o resultado dessa pesquisa, ameaçando a validade dos resultados. Dentre esses critérios, o número de avaliações realizadas e o sistema operacional do dispositivo utilizado para os testes possuem um real potencial de ameaça. Para a realização da pesquisa não foram gerados quaisquer tipos de filtros restritivos a dispositivos e versões de software instalado. Os testes, assim como o questionário, foram fornecidos a todos os alunos das disciplinas de Introdução a Projetos, Projetos I e Projetos II. Essa decisão fez com que o sistema fosse avaliado também por usuários de versões antigas, tanto do Android² quanto do IOS³. Por questões de limitações do hardware e outras que não cabem serem discutidas aqui, ambos os sistemas operacionais oferecem retrocompatibilidade limitada de atualizações aos dispositivos. Ao se confrontar essa realidade com a natureza nova e emergente que os PWAs representam, entende-se alguns dos problemas relatados pelos alunos.

² <https://www.android.com>

³ <https://www.apple.com/ios/>

7 Conclusão

Neste trabalho foi desenvolvido e disponibilizado um novo módulo PWA aos alunos das disciplinas de TCC do Departamento de Informática e Estatística da Universidade Federal de Santa Catarina. A ferramenta, que encontra-se atualmente em ambiente de produção e disponível para todos os alunos, fornece facilidade de acesso e maior mobilidade ao sistema, mesmo nos momentos em que os usuários estiverem sem uma rede de dados disponível. Além das supracitadas características, a possibilidade da adição de um ícone de acesso rápido à tela inicial, assim como a execução no formato de aplicativo, fornecem uma melhora geral na experiência de uso do sistema. Todo o ciclo de vida da elaboração do trabalho ocorreu conforme descrito nos itens abaixo.

Em um primeiro momento, o trabalho abordou a fundamentação teórica, tratando conceitos e tecnologias associadas ao desenvolvimento de aplicações para a *web*, aplicações mobile e Aplicativos Web Progressivos. Foram também abordadas questões relacionadas ao *cache* de informações e *frameworks* para desenvolvimento de interfaces.

Em seguida, foi efetuada uma pesquisa do estado da arte na literatura. Nessa etapa foi concebida a definição do protocolo de revisão sistemática, assim como a execução da pesquisa, extração, análise e discussão dos resultados. O estudo envolveu a busca por trabalhos científicos relacionados ao tema. Os trabalhos foram categorizados e escolhidos com base no seu conteúdo. Esses dados tornaram-se então a base para o estado da arte na implementação de aplicativos web progressivos.

Por sua vez, a etapa seguinte do trabalho forneceu a proposta de solução propriamente dita, apresentando o estudo e as decisões técnicas tomadas. Durante a etapa, concluiu-se que a criação de um módulo PWA para o sistema de TCCs do INE seria uma solução viável para o problema proposto.

Definida a proposta, foram apresentados os passos e particularidades inerentes ao desenvolvimento de um aplicativo web progressivo. Cada uma das tecnologias utilizadas foi abordada, assim como a forma pela qual ocorreu a integração dos novos paradigmas à versão atual do sistema de TCCs.

Uma vez implementada e disponibilizada a solução, se fez necessária a avaliação da aplicação desenvolvida. Os resultados da avaliação pelos usuários indicam que o módulo desenvolvido atende às necessidades básicas dos alunos para o acompanhamento dos TCCs.

7.1 Trabalhos futuros

Com base no resultado e sugestões fornecidas pelos alunos durante a pesquisa de avaliação, de características identificadas durante a etapa de implementação e com a própria evolução da tecnologia no decorrer do desenvolvimento do projeto, os seguintes trabalhos futuros foram identificados:

- implementação de notificações *push* para informar sobre atualizações no conteúdo do sistema;
- criação de um calendário compatível com dispositivos móveis;
- adição de notificações que avisem ao usuário sobre datas importantes;
- implementar um filtro de datas importantes por disciplina;
- efetuar o controle de participações em apresentações;
- efetuar testes de homologação para versões de sistemas operacionais suportadas pelo módulo, criando assim um documento de homologação.

Referências

BERNERS-LEE; CONNOLLY. *Hypertext Markup Language (HTML): A Representation of Textual Information and MetaInformation for Retrieval and Interchange*. 1993.

BEZERRA; AMANCIO; HENRIQUE. Sistema de Autenticação Centralizada e Cadastro Unificado de Pessoas na UFSC. *VIII Workshop de Tecnologia da Informação e Comunicação das IFES*, 2014.

BIØRN-HANSEN; MAJCHRZAK. Progressive Web Apps: the Definite Approach to Cross-Platform Development? *51st Hawaii International Conference on System Sciences*, p. 5735 – 5744, 2018.

BIØRN-HANSEN; MAJCHRZAK; GRØNLI. Progressive Web Apps: The Possible Web-native Unifier for Mobile Development. *13th International Conference on Web Information Systems and Technologies (WEBIST 2017)*, p. 334 – 351, 2017.

BOTELHO; UGIONI. *Nova Aplicação Web para Suporte à Coordenação de Projetos*. 2015. 67 p. Monografia (Sistemas de Informação) — Universidade Federal de Santa Catarina.

BROOKE, J. SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 1996.

DEKKER; CONSTANTE. *Implementação de Melhorias de Usabilidade no Sistema de TCC do INE*. 2016. 126 p. Monografia (Sistemas de Informação) — Universidade Federal de Santa Catarina.

DRIAGUINE; FRANSSON. *Comparing Progressive Web Applications with Native Android Applications*. 2017. 59 p. Monografia (Datavetenskap, kandidatprogram) — Linnaeus University, Faculty of Technology, Department of Computer Science.

FREITAS. Desenvolvimento de Progressive Web Apps e Aplicações Nativas. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*. Edição 07. Ano 02, Vol. 02., p. 27 – 37, 2017.

GAUNT, M. *Introdução aos service workers*. 2019. Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/primers/service-workers/?hl=pt-br>. Acesso em: 20/05/2019.

GERCHEV. *Introducing: Semantic UI Component Library*. 2014. Disponível em: <https://www.sitepoint.com/introducing-semantic-ui-component-library/>. Acesso em: 23/07/2018.

GINIGE, A.; MURUGESAN, S. Web Engineering: an Introduction. *IEEE MultiMedia*, v. 8, p. 14 – 18, Janeiro 2001.

GITHUB. *Semantic UI Repository*. 2018. Disponível em: <https://github.com/SemanticOrg/Semantic-UI>. Acesso em: 31/07/2018.

GONÇALVES. *Melhoria da Usabilidade do Sistema de TCC do INE/UFSC do Ponto de Vista do Aluno*. 2016. 118 p. Monografia (SISTEMAS DE INFORMAÇÃO) — Universidade Federal de Santa Catarina.

GOOGLE. *Google Acadêmico*. 2018. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/intl/pt-BR/scholar/about.html>. Acesso em: 23/05/2018.

GOOGLE. *Introduction to Progressive Web App Architectures*. 2019. Disponível em: https://developers.google.com/web/ilt/pwa/introduction-to-progressive-web-app-architectures#caching_strategies_supported_by_sw-toolbox. Acesso em: 05/02/2019.

GRANNEL. *The Essential Guide to CSS and HTML Web Design*. Apress, 2007.

IEEE. *IEEE Xplore Digital Library*. 2018. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/Xplorehelp/#/overview-of-ieee-xplore/about-ieee-xplore>. Acesso em: 23/05/2018.

INC., T. *Bootstrap Documentation*. 2018a. Disponível em: <https://getbootstrap.com/docs/4.1/getting-started/introduction/>. Acesso em: 13/07/2018.

INC., Z. *Foundation Documentation*. 2018b. Disponível em: <https://foundation.zurb.com/showcase/about.html>. Acesso em: 13/07/2018.

ISO. *ISO 25010 Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)*. [S.l.], 2011. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25010:ed-1:v1:en>.

KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS. Metodologia de Pesquisa: Um guia prático. In: KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS (ed.). [S.l.]: Via Litterarum, 2010. cap. 2, p. 26 –.

KITCHENHAM. Procedures for performing systematic reviews. n. 2004, 2004.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering*. [S.l.]: Software Engineering Group Department of Computer Science Keele University, 2007. Acesso em: 20/04/2017.

LEPAGE. *Your First Progressive Web App*. 2018. Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/codelabs/your-first-pwapp/>.

LUNTOVSKYY. Advanced software-technological approaches for mobile apps development. *Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, p. 113 – 118, 2018.

MASHIKO, Y.; BASILI, V. R. Using the GQM Paradigm to Investigate Influential Factors for Software Process Improvement. *Journal of Systems and Software*, v. 36, n. 1, p. 17 – 32, 1997. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/0164-1212\(95\)00194-8](http://dx.doi.org/10.1016/0164-1212(95)00194-8).

ONGHERO, E. D. *Implementação de Melhorias no Sistema de TCCs do Departamento de Informática e Estatística da UFSC: Perfil de Professor*. 2018. 121 p. Monografia (Sistemas de Informação) — Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: http://www.gqs.ufsc.br/wp-content/uploads/2011/11/TCC_Eduardo_Demeneck_Onghero.pdf. Acesso em: 03/04/2019.

PRESSMAN. Engenharia de Software. Uma Abordagem Profissional. In: PRESSMAN (Ed.). *Engenharia de Software. Uma Abordagem Profissional*. [S.l.]: Amgh Editora, 2011. cap. 1.

STATZ. *Get Started with Web Frameworks*. 2010. Disponível em: https://www.wired.com/2010/02/get_started_with_web_frameworks/. Acesso em: 18/05/2018.

THAKUR. *Evaluation and Implementation of Progressive Web Application*. 2018. 40 p. Monografia (Bachelor of Engineering, Information Technology) — Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.

THOMAS et al. *Creating Interfaces with Bulma*. [S.l.]: Bleeding Edge Press, 2018.

VILLELA; CAVALCANTE. *Celular é principal meio de acesso à internet no Brasil, mostra IBGE*. 2016. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-04/celular-e-principal-meio-de-acesso-internet-na-maioria-dos-lares>. Acesso em: 17/05/2018.

W3C. *Web App Manifest - W3C Working Draft*. 2019. Working Draft. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/appmanifest/>. Acesso em: 01/06/2019.

WAZLAWICK. *Engenharia de Software para Sistemas de Informação: Conceitos e Práticas que Fazem Sentido*. [S.l.]: UFSC, 2012.

ZAKAS. The evolution of web development for mobile devices. *Commun. ACM*, v. 56, n. 4, p. 42 – 48, 2013. Disponível em: <http://doi.acm.org/10.1145/2436256.2436269>.

Desenvolvimento de Aplicativo Web Progressivo para Sistema de TCCs do INE/UFSC

Orlando S. Baptista

Departamento de Informática e Estatística
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, SC - Brazil
orlando.baptista@grad.ufsc.br, orlsbap@gmail.com

***Abstract.** This article reports the work of the Undergraduate Thesis that developed an academic research and created a Progressive Web application for the System of TCCs of INE / UFSC. The application was published and evaluated by users through a survey. Preliminary results from the evaluation indicated that the application performed well from the students' point of view.*

***Resumo.** Este artigo relata o trabalho de conclusão de curso, que efetuou a pesquisa acadêmica e desenvolver um Aplicativo Web Progressivo para o Sistema de TCCs do INE/UFSC. O aplicativo desenvolvido foi colocado em produção e avaliado por usuários por meio de um survey. Os resultados preliminares da avaliação indicaram que o aplicativo apresentou um bom desempenho do ponto de vista dos alunos.*

1. Introdução

O atual sistema de gerenciamento de TCCs do INE/UFSC (BOTELHO; UGIONI, 2015) foi inicialmente desenvolvido como tema de um trabalho de conclusão de curso, posteriormente foi alvo de um estudo de usabilidade (GONÇALVES, 2016) no qual recebeu diversas melhorias. Tais aprimoramentos, foram então implementados no decorrer de um terceiro projeto de TCC (DEKKER; CONSTANTE, 2016).

Devido à constante atualização dos dispositivos utilizados para acesso, assim como a rápida evolução dos navegadores, o sistema de gerenciamento de TCCs do INE/UFSC, não apresenta um bom nível de usabilidade. Essa característica, torna-se ainda mais visível em telas pequenas de dispositivos móveis e que utilizam o toque como método principal de entrada de dados. Esse comportamento, gera dificuldades de uso aos Alunos e aos Professores que necessitam utilizar a ferramenta.

Vale ressaltar ainda, que o uso do telefone celular para acessar a “internet” no Brasil ultrapassa o computador de mesa desde 2014, conforme apontou o Suplemento de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), divulgado em abril de 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (VILLELA; CAVALCANTE, 2016). Esse cenário torna a facilidade de acesso via dispositivos móveis para tais aplicativos extremamente necessária.

Frente a esse contexto, há uma tecnologia emergente que está sendo introduzida pelo Google e tem como objetivo mudar a forma como usuários de dispositivos móveis

interagem com aplicações web. Os Aplicativos Web Progressivos, são Aplicações Web que, devido à forma como são programadas e a possibilidade de maiores interações com o sistema operacional do dispositivo móvel, entregam uma experiência mais rica e completa ao usuário (LEPAGE, 2018).

Assim, o trabalho de conclusão de curso propôs o desenvolvimento de um módulo Web Progressivo para o Sistema de TCCs do INE.

2. Fundamentação Teórica

O termo Aplicação Web é utilizado para descrever uma vasta gama de softwares que estão disponíveis em ambientes Web, os quais são acessados por navegadores de hipertexto. Em um curto período, as aplicações web se tornaram a tecnologia mais difundida de desenvolvimento na história das TICs e hoje, abrangem um enorme leque de áreas (GINIGE; MURUGESAN, 2001). De acordo com PRESSMAN (2011), uma aplicação web pode ser definida como uma simples página, um site ou até mesmo sistemas web completos. Especialmente com o advento da Web 2.0, tais aplicativos têm evoluído para sofisticados ambientes computacionais. Apesar de se apresentar como uma plataforma extremamente acessível, a web em si não foi criada com os propósitos para os quais a utilizamos.

O objetivo original da web tinha, de fato, expectativas fundamentalmente simplistas e se propunha apenas o compartilhamento de informações científicas entre um pequeno grupo de pessoas (GINIGE; MURUGESAN, 2001). O progresso apresentado pelas aplicações web que utilizamos atualmente, em relação aos objetivos iniciais da tecnologia, representa parte considerável das causas de muitos dos problemas enfrentados pelos desenvolvedores. Se faz importante ressaltar que as lacunas tecnológicas geradas naturalmente ao longo dos anos em relação a aplicações web e a maneira como a utilizamos se tornam um obstáculo ainda maior quando se tratando de Aplicativos Web Progressivos.

Devido ao avanço tecnológico apresentado pela indústria de dispositivos móveis nas últimas décadas, aparatos como celulares que antes eram meros operadores de chamadas e gerenciados de simples mensagens de texto, tornaram-se sistemas computacionais avançados e robustos, que oferecem um potencial enorme para as mais variadas indústrias de software (ZAKAS, 2013). Ainda de acordo com Zakas (2013), apesar desse avanço, a navegação Web nesses dispositivos ainda é, por muitas vezes, uma experiência frustrante. Além dos entraves relacionados ao fato de que as aplicações web, inicialmente desenvolvidas para computadores de mesa, passaram a ser acessadas em dispositivos com telas relativamente menores e com uma distinta interface de entrada de dados, outros problemas surgiram com essa migração.

Características gerais de Aplicativos Web Progressivos Aplicativos Web Progressivos, ou PWA, de acordo com LEPAGE (2018) são softwares que visam convergir as tecnologias existentes no desenvolvimento para web, com as vantagens e facilidades antes inerentes somente às aplicações mobile nativas.

2.1. Evolução do desenvolvimento de aplicações web, para dispositivos móveis

Devido ao avanço tecnológico apresentado pela indústria de dispositivos móveis nas últimas décadas, aparatos como celulares que antes eram meros operadores de chamadas e gerenciados de simples mensagens de texto, tornaram-se sistemas computacionais avançados e robustos, que oferecem um potencial enorme para as mais variadas indústrias de software (ZAKAS, 2013). Ainda de acordo com Zakas (2013), apesar desse avanço, a navegação Web nesses dispositivos ainda é, por muitas vezes, uma experiência frustrante.

Além dos entraves relacionados ao fato de que as aplicações web, inicialmente desenvolvidas para computadores de mesa, passaram a ser acessadas em dispositivos com telas relativamente menores e com uma distinta interface de entrada de dados, outros problemas surgiram com essa migração. Conexões relativamente lentas e que, apesar de os constantes avanços ainda deixam muito a desejar em relação à conexão cabeada dos computadores de mesa, tornaram-se um problema para os primeiros usuários.

2.2. Características gerais de Aplicativos Web Progressivos

Aplicativos Web Progressivos, ou PWA, de acordo com LEPAGE (2018) são softwares que visam convergir as tecnologias existentes no desenvolvimento para web, com as vantagens e facilidades antes inerentes somente às aplicações mobile nativas. Dentre as facilidades oferecidas pela proposta estão:

- a ausência da necessidade de efetuar instalações como nos aplicativos tradicionais;
- é responsivo, se adequa aos mais variados tamanhos de tela;
- ausência da necessidade de atualizações;
- fornece acessos mais seguros devido à obrigatoriedade da utilização do protocolo HTTPS;
- permite a utilização offline por meio do uso de cache local;
- possibilita maior interação com o hardware e S.O. do dispositivo, incluindo acesso ao GPS e criação de notificações via Push.

2.3. A escolha do framework CSS

Após uma extensa pesquisa que envolveu os principais *frameworks* disponíveis atualmente, a escolha do framework CSS mais apropriado para este projeto considerou os seguintes critérios: responsividade, popularidade, qualidade da documentação e quantidade de navegadores suportados. Visando a longevidade esperada para o projeto, em conjunto com as suas características colaborativas, o item popularidade recebeu um peso maior na tomada de decisão. O framework CSS escolhido foi o Twitter Bootstrap.

2.4. Framework de autenticação SeTIC/UFSC

O *framework* de autenticação da Setic/USFC foi utilizado no projeto, esse *framework* provê aos desenvolvedores uma base para implementação de aplicações Web integradas ao Cadastro Unificado de Pessoas e Sistema de Autenticação Centralizada da UFSC.

3. Estado da arte

O trabalho contou com a pesquisa e apresentação do estado da arte no que diz respeito à criação e publicação de Aplicativos Web Progressivos. O levantamento foi realizado através da utilização de técnicas de revisão sistemática de literatura, adaptadas ao contexto de um trabalho de conclusão de curso, seguindo as principais etapas do método proposto por Kitchenham (2004). Se faz importante ressaltar que a escolha de tal técnica foi realizada por permitir analisar e interpretar pesquisas consideradas mais relevantes acerca de um determinado tópico de pesquisa (KITCHENHAM; CHARTERS, 2007).

3.1. Definição do Protocolo da Revisão

A revisão literária apresentada tem por objetivo principal identificar, na literatura atual, as metodologias e tecnologias mais adequadas no que diz respeito ao desenvolvimento de Aplicativos Web Progressivos. Foram levadas em consideração características como a manutenibilidade do software e a segurança da informação. Desta maneira, para a presente etapa do trabalho, o mapeamento sistemático foi elaborado visando responder à seguinte pergunta: Qual o conjunto de técnicas mais recentes que possibilitam o desenvolvimento de um Aplicativo Web Progressivo?

A partir da pergunta criada para a pesquisa, foram estabelecidos os termos da busca que formaram a tabela a seguir. Por se tratar de tecnologias em sua maioria, desenvolvidas em países e em organizações nos quais o idioma nativo é o inglês, os sinônimos de tais termos também foram utilizados na composição das strings de busca.

Tabela 1. Termos para a pesquisa

Termo	Sinônimos	Tradução (Inglês)
aplicativo web progressivo	pwa, progressive web apps	progressive web app

As bases de dados utilizadas no contexto desse trabalho para efetuar a execução da busca são o Google Scholar, que provê uma maneira simples de efetuar buscas em uma ampla base de literatura acadêmica, de instituições privadas, universidades e outras fontes (GOOGLE, 2018). Além da supracitada ferramenta de buscas, também foi utilizado o IEEEExplore, por ser uma importante biblioteca de conteúdo científico com forte inclinação para diversas áreas da tecnologia como engenharia elétrica, eletrônica e ciência da computação (IEEE, 2018).

3.2. Execução da busca

De modo a extrair um melhor aproveitamento dos resultados obtidos na etapa de busca da revisão sistemática da literatura, alguns critérios foram previamente definidos como sendo indicadores de inclusão e exclusão de trabalhos. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a execução da busca ocorreu em abril de 2018.

De modo a alcançar o objetivo proposto, duas interações de busca foram necessárias, pois apenas a pesquisa com os termos em Português não retornou resultados suficientemente relevantes. Assim, se fez imprescindível uma segunda iteração utilizando dessa vez os termos em Inglês.

Uma vez concluídas as iterações previstas na revisão sistemática, foram constatados 6 trabalhos considerados relevantes, os quais tratam especificamente das tecnologias, desenvolvimento e aplicações práticas para aplicativos web progressivos (PWA) em variados contextos.

Artefatos resultantes das etapas anteriores, os trabalhos encontrados propriamente ditos, foram individualmente avaliados utilizando uma estrutura que permeia os conceitos básicos envolvidos, problemas existentes, soluções possíveis, conclusões e trabalhos futuros, quando aplicável.

3.3 Proposta de Solução

Os trabalhos estudados na etapa anterior, tornaram-se então a base para o estado da arte na implementação de aplicativos web progressivos. Assim, o projeto propôs o desenvolvimento de um módulo Web Progressivo para o Sistema de TCCs do INE.

Esperava-se que tal esforço pudesse contribuir positivamente com a comunidade acadêmica, em especial com os alunos e professores do Departamento de Informática e Estatística. O objetivo principal foi desenvolver e instalar um novo módulo Web Progressivo para gerenciamento de TCCs do Departamento de Informática e Estatística da UFSC para ser utilizado por alunos durante os seus trabalhos de conclusão de curso.

3.4. Modelagem e Desenvolvimento

Por se tratar da transposição de um sistema já existente para uma nova plataforma a qual será aproveitada quase que por completo a documentação técnica produzida nos trabalhos predecessores (BOTELHO; UGIONI, 2015), (DEKKER; CONSTANTE, 2016; GONÇALVES, 2016).

3.5. Visão Geral do Sistema Atual

A estrutura de pastas do sistema segue o padrão MVC, no qual os artefatos destinados ao modelo, visão e controlador da aplicação se encontram em pastas distintas. A pasta modelo guarda os arquivos .java que armazenam e tratam de dados relacionados às entidades de negócio propriamente ditas, assim como suas características e atributos. A pasta controller (situada no diretório web/view/controller), por sua vez, armazena

arquivos .java que são utilizados no controle de fluxo da aplicação e execução de tarefas.

Assim como no caso dos modelos, cada arquivo controlador está separado de acordo com as suas responsabilidades e escopo de trabalho. A estrutura de diretórios que tem a raiz webapp/* se destaca em especial nesse projeto, pois é a parte responsável pelas interfaces. Durante a criação do Aplicativo Web Progressivo proposto, as views são a parte da aplicação que concentrarão maior parte do trabalho, sendo que precisam ser desenvolvidas de modo a se comportarem de maneira semelhante a um aplicativo nativo para celular.

O projeto atual foi concebido fazendo uso da arquitetura Model-View-Controller (MVC), arquivos do tipo .xhtml no caso específico da aplicação atual correspondem a telas, ou em vários casos, fragmentos de telas, que por sua vez, podem ser compostas por nenhum a muitos componentes visuais oferecidos pelas bibliotecas PrimeFaces e RichFaces (DEKKER; CONSTANTE, 2016). No que compreende ao controle de fluxo da aplicação, assim como as técnicas de aquisição de dados, não se farão necessárias alterações no projeto atual, seguindo então com a mesma estrutura dos trabalhos mais recentes que culminaram na versão atual do sistema.

3.6. Casos de Uso Selecionados

Com a finalidade de explorar as características visuais inerentes a aplicações para dispositivos móveis nativas, um subconjunto dos casos de usos identificados por Gonçalves (2016) foi selecionado para ser implementado. A Figura 1 ilustra essa seleção, destacando na cor laranja os itens escolhidos.

Figura 1. Casos de uso selecionados



3.7. Protótipos de Tela

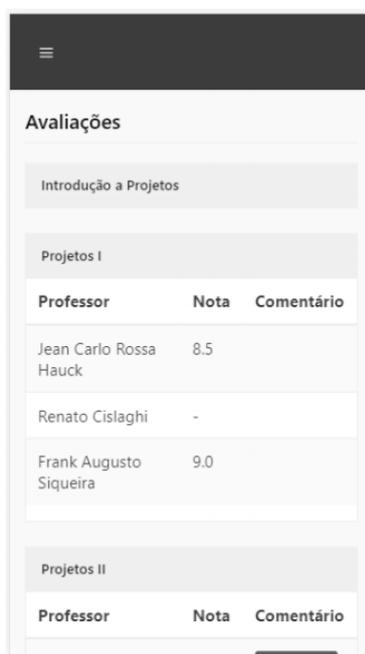
Parte central do presente trabalho, as telas receberam protótipos já nas fases iniciais do desenvolvimento, que são importantes no contexto do desenvolvimento de Aplicativos Web Progressivos, sendo assim artefatos vitais diretamente associados ao sucesso do projeto. Se faz importante ressaltar que, as melhorias propostas para as interfaces dos

alunos, conforme propostas por Gonçalves (2016), serão consideradas, reaproveitadas e implementadas no contexto de um PWA.

Nota-se ainda que, ao embarcar na filosofia de reuso e aproveitamento dos projetos anteriores, conforme aplicada por Dekker & Constante (2016), esse trabalho faz uso das muitas características sugeridas por Gonçalves (2016). Tais melhorias, dentro do contexto desse trabalho de transposição, são aplicáveis de maneira generalista no decorrer do esforço de criação envolvido em todas as novas funcionalidades do sistema.

A Figura 2 exibe um dos vários protótipos de tela criados para dar suporte ao desenvolvimento das interfaces que viriam a compor o sistema final.

Figura 2. Protótipos de Tela



O protótipo de tela mostra uma interface de usuário com um menu no topo e uma seção de avaliações. A seção de avaliações é dividida em duas partes: 'Projetos I' e 'Projetos II'. Cada parte contém uma tabela com as seguintes colunas: Professor, Nota e Comentário.

Avaliações		
Introdução a Projetos		
Projetos I		
Professor	Nota	Comentário
Jean Carlo Rossa Hauck	8.5	
Renato Cislaghi	-	
Frank Augusto Siqueira	9.0	
Projetos II		
Professor	Nota	Comentário

4. Desenvolvimento

Para iniciar a implementação da solução proposta, primeiramente foi necessário configurar o ambiente de desenvolvimento. Apesar de ser uma etapa comum da criação de software, algumas características do sistema atual de gerenciamento de TCCs, tornam essa importação menos trivial. Em contrapartida, o processo de importação e execução do projeto foi muito bem documentado em diversos trabalhos de conclusão de curso desenvolvidos nos últimos anos. A presente iteração do desenvolvimento do sistema apoia-se fortemente nesses documentos.

A escolha do ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) deu-se por questões primariamente relacionadas a continuidade e documentação do processo, uma vez que os últimos trabalhos realizados na aplicação utilizaram o IDEA IntelliJ1. Após efetuar a configuração das credenciais do repositório do sistema na IDE, o projeto foi baixado para a estação de desenvolvimento. Toda a configuração necessária para a execução do

projeto localmente foi feita conforme descrito no trabalho que implementou melhorias no sistema de TCCs para o perfil de professor (ONGHERO, 2018).

4.1. Estrutura do Novo Módulo

Visando integrar o novo módulo ao projeto, se fez necessária a criação de uma subpasta para armazenar os arquivos do PWA. A figura 3 ilustra a inserção do módulo na estrutura do projeto.

Figure 3. Estrutura de pastas para o novo módulo



4.2. Particularidades na execução de um PWA em ambientes locais

Uma das estratégias adotadas pelos seus idealizadores visando garantir a segurança na comunicação do PWA com o servidor, foi tornar a utilização de uma conexão segura, via HTTPS (LEPAGE, 2018), um requisito obrigatório. Além disso, a atual implementação da tecnologia não aceita a utilização de um certificado digital auto-assinado, ou seja, que não foi emitido por uma autoridade certificadora. Para contornar esse comportamento, que ocorre mesmo em ambiente de desenvolvimento local, o endereço “http://localhost/“ é interpretado como sendo seguro, logo, aceito pela engine do PWA (LEPAGE, 2018).

Entretanto, a maneira pela qual o sistema de TCCs foi implementado desde suas primeiras versões, faz com que ele seja executado no caminho local alternativo “h

https://projetostcc:8443/". Essa combinação de fatores fez com que os testes referentes à instalação do aplicativo fossem bastante dificultados durante o desenvolvimento.

Por tratar-se de uma tecnologia recente, a sua implementação encontra-se em constante evolução. Na primeira parte do desenvolvimento desse trabalho, uma estratégia utilizada pelo navegador Google Chrome² para resolver o problema citado anteriormente, foi a criação de um parâmetro denominado “UnsafelyTreatInsecureOriginAsSecure“. Esse parâmetro permitia aos desenvolvedores informarem URLs que deveriam ser tratadas como seguras, permitindo assim a instalação do PWA hospedado em ambiente local. Ainda por questões relacionadas à segurança, essa estratégia foi descontinuada pela Google³ no decorrer desse projeto. Avanços recentes no desenvolvimento da tecnologia PWA sugerem outros contornos para a questão. Entretanto, as novas abordagens não entraram no escopo desse trabalho, devido ao curto período de tempo disponível entre a publicação das documentações oficiais e data de conclusão do projeto.

4.3. Criação da interface responsiva

Uma das principais características de um aplicativo nativo para celulares é a forma como a sua interface gráfica é adaptada para o tamanho da tela dos dispositivos, assim como para a interface de entrada de dados, que geralmente ocorre pelo toque.

Visando proporcionar uma experiência mais familiar para os usuários, o módulo PWA foi concebido com o objetivo de reproduzir essas facilidades. Além do suporte do framework CSS Bootstrap⁴, dois arquivos CSS foram criados para armazenar as folhas de estilo da aplicação, os quais encontram-se em “*style.css*” e “*ufsc.css*”. A Figura 4 exibe a forma como a interface desenvolvida para o sistema se adapta automaticamente aos diferentes tamanhos de dispositivos., o que a torna ideal para utilização em *tablets* e *smartphones*.

Figura 4. Interface responsiva



4.4. Implementação dos Requisitos do PWA

A conversão de uma aplicação web em um PWA vai além da criação de uma interface responsiva. Gerenciar aspectos da instalação e organizar uma estratégia de cache e atualização de dados são algumas das tarefas pertencentes ao processo. Os itens a seguir trazem informações sobre essas etapas, bem como, sobre a forma pela qual a parte

visual do módulo é implementada, incluindo o ícone que será exibido no dispositivo móvel.

4.4.1. Service Worker

O Service Worker é um script que independe da ação do usuário e executa em segundo plano no navegador do dispositivo, fornecendo novas maneiras de interagir com o hardware. Na sua atual implementação, os service workers já possibilitam o gerenciamento e sincronização de dados, assim como a emissão de notificações via push. Espera-se que no futuro, a gama de serviços fornecidos pelos service workers seja ainda maior (GAUNT, 2019).

O service worker também é o recurso que permitirá aos alunos acessarem o módulo PWA mesmo sem uma conexão de dados disponível. Para cumprir essa tarefa, uma vez instalado esse script funcionará como um proxy, interceptando as requisições e gerenciando se os dados devem ser lidos do cache ou do servidor.

4.4.2. Estratégia de Cache

A escolha da estratégia de cache e sincronização deve ser feita com base nos requisitos e restrições de cada projeto. Especificamente para o módulo PWA do sistema de TCCs, a estratégia adotada foi a Network first, Cache fallback 5 , na qual o service worker recorre primeiramente ao servidor (GOOGLE, 2019). Caso uma conexão com o servidor seja efetuada com sucesso, o service worker atualizará o cache e exibirá os novos dados para o usuário. Se a conexão com o servidor não estiver disponível no momento da consulta, os dados presentes no cache serão exibidos.

Os principais motivadores dessa decisão foram garantir que os alunos tenham a informação mais atual sempre que possível e prevenir a necessidade de salvar as credenciais do usuário localmente. Pretendendo manter os alunos cientes de que estão acessando o conteúdo armazenado localmente, uma mensagem é disponibilizada na tela informando que não há uma conexão ativa com o servidor.

4.4.3. O arquivo de manifesto

A especificação define o arquivo de manifesto, ou manifest.json, como sendo arquivo JSON que serve como local centralizado para armazenamento de metadados da aplicação web (W3C, 2019). Os metadados contidos no arquivo de manifesto podem armazenar dados como: nome da aplicação, caminho para arquivos de ícones, o padrão de exibição que a aplicação deverá ter, cores da janela que contém a aplicação, entre outros. Estas informações podem ser utilizadas pelo sistema operacional do dispositivo para tonar a aplicação web, uma vez instalada para uso offline, indistinguível das aplicações nativas.

4.4.4. Ícone da Aplicação

Parte essencial da experiência que o usuário tem ao utilizar uma aplicação nativa, é a imagem de um ícone que torna essa aplicação distinta das demais instaladas no

dispositivo. Dessa maneira, o ícone representado na Figura 5 foi criado para representar o módulo.

Figura 5. Ícone da Aplicação



4.4.5 Implantação

O processo de publicação do módulo no servidor de produção, o qual envolve tornar o sistema temporariamente indisponível e realizar a cópia de segurança da versão corrente, foi realizado via conexão SSH seguindo todos os passos, previamente testados, sugeridos por Onghero (2018).

5. Avaliação

Uma vez implementada e disponibilizada a solução, se fez necessária a avaliação da aplicação desenvolvida. Os resultados da avaliação pelos usuários indicam que o módulo desenvolvido atende às necessidades básicas dos alunos para o acompanhamento dos TCCs.

5.1. Definição da Avaliação

A abordagem GQM - Goal/Question/Metric (MASHIKO; BASILI, 1997) foi utilizada para planejar a avaliação da solução implementada. Os autores da abordagem propõem que, para o sistema a ser avaliado, sejam definidos os objetivos específicos de medição. Para cada um dos objetivos escolhidos, é derivado um conjunto de perguntas que constituirão o formulário de avaliação a ser aplicado com os usuários do sistema. Por fim, cada uma das perguntas do questionário deve possuir uma métrica associada. O cumprimento ou não dessa medida irá determinar se os objetivos estão sendo atingidos, do ponto de vista dos usuários.

Assim, seguindo a abordagem GQM, os objetivos dessa avaliação serão: analisar: utilidade, adequação funcional e usabilidade do Aplicativo Web Progressivo desenvolvido para a ferramenta de gerenciamento de TCCs do INE, sob o ponto de vista dos alunos. Visando reduzir a qualquer possível ambiguidade inerente aos termos “adequação funcional” e “usabilidade”, as definições formais escolhidas para o trabalho foram as apresentadas na norma (ISO, 2011). No âmbito da norma, “adequação funcional” é o grau no qual um produto ou sistema provê funções que estejam alinhadas com as necessidades implícitas e elicitadas, quando utilizados em contextos específicos. Quanto a usabilidade, a norma trata como sendo o grau no qual um produto ou sistema pode ser utilizado por usuários específicos para atingir objetivos também específicos

com eficácia, eficiência e satisfação, dado um contexto específico de utilização (ISO, 2011).

Dentre as várias escalas numéricas de usabilidade, o método SUS (BROOKE, 1996) foi utilizado como modelo para essa avaliação. Trata-se de uma abordagem simples, porém robusta, que atende aos requisitos dos objetivos propostos. A Tabela 2 apresenta as características e perguntas derivadas.

Tabela 2. Questionário de avaliação

Característica	Pergunta
M1 - Utilidade	Q1 - Acho que usarei o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC.
M2 - Usabilidade	Q2 - Acho o módulo PWA desnecessariamente complexo
	Q3 - Achei o módulo PWA fácil de usar
	Q4 - Acho que eu precisaria de suporte técnico para poder usar o módulo PWA.
M3 - Adequação funcional	Q5 - Acho que as funções do módulo PWA são bem integradas.
	Q6 - Me deparei com muitas inconsistências no módulo PWA.
M2 - Usabilidade	Q7 - Imagino que os alunos das disciplinas do TCC aprenderão rapidamente a usar o módulo PWA.
	Q8 - Achei o módulo PWA complicado de usar
	Q9 - Me senti confortável com os menus e funções ao utilizar o módulo PWA
	Q10 - Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o módulo PWA.
M3 - Adequação funcional	Q11 - O módulo PWA inclui as funcionalidades necessárias para se acompanhar um TCC no celular?
	Q12 - Caso tenha respondido com “não” a questão anterior, utilize o campo abaixo para sugerir funcionalidades.

5.2. Execução da avaliação

Para a execução da avaliação do módulo PWA foi disponibilizado um questionário online, no qual os usuários puderam registrar as suas opiniões. A amostra de usuários selecionados para os testes e avaliação foram os alunos das disciplinas que envolvem o desenvolvimento do TCC do Departamento de Informática e Estatística da UFSC, sendo elas Introdução a Projetos, Projetos I e Projetos II.

O envio do formulário foi feito via disparo de e-mail em massa para os alunos dessas disciplinas. O período de execução da avaliação foi entre 29/05/2019 e 02/06/2019, e um total de 21 alunos responderam o questionário.

5.3. Análise dos dados

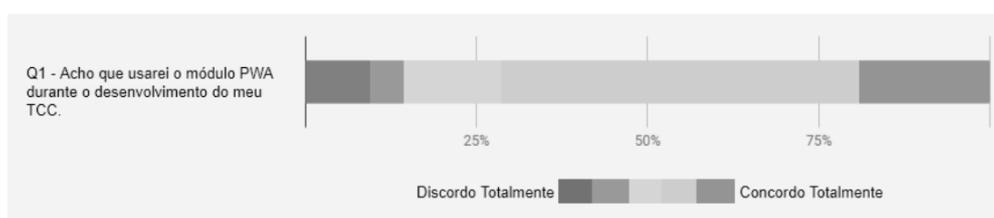
Após o término do período de avaliação, os dados coletados foram analisados e confrontados com os objetivos propostos. No contexto do objetivo, cada característica foi analisada individualmente, assim como as suas respectivas medidas. Também foram consideradas as respostas descritivas dos alunos.

Medida 1: Utilidade.

Pergunta 1 (Q1): Acho que usarei o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC.

Um total de 71,43% respondeu que utilizariam o módulo PWA durante o desenvolvimento do meu TCC. Um total de 14,29% foi indiferente em relação à utilização do módulo e outros 14,29% informaram que não utilizariam o sistema. A Figura 6 exibe os resultados referentes às perguntas correspondentes à Medida 1.

Figura 6. Medida 1



Medida 2: Usabilidade.

Pergunta 2 (Q2): Acho o módulo PWA desnecessariamente complexo.

Dos alunos que responderam a questão, 95,24% discordam que o módulo PWA seja desnecessariamente complexo, 4,76% foram indiferentes quanto à questão e nenhum concordou com a afirmação.

Pergunta 3 (Q3): Achei o módulo PWA fácil de usar.

Dentre os participantes, 90,48% concordaram com a afirmação de que julgam o módulo PWA fácil de usar, 4,76% foram indiferentes e outros 4,76% discordaram da afirmação.

Pergunta 4 (Q4): Acho que eu precisaria de suporte técnico para poder usar o módulo PWA.

Um total de 90,48% dos participantes discordam que precisariam de suporte técnico para poder usar o módulo PWA. Ainda, 9,52% dos participantes se mostraram indiferentes e nenhum concordou com a afirmação.

Pergunta 7 (Q7): Imagino que os alunos das disciplinas do TCC aprenderão rapidamente a usar o módulo PWA.

Dos alunos que responderam a pesquisa, 90,48% concordam com a afirmação. Ainda, 4,76% dos respondentes é indiferente quanto à questão e 4,76% discordam da afirmação de que os alunos das disciplinas do TCC aprenderão rapidamente a usar o módulo PWA.

Pergunta 8 (Q8): Achei o módulo PWA complicado de usar.

Dentre os alunos, 90,48% discordam da afirmação enquanto 9,52% concordam que julgam o módulo PWA complicado de usar.

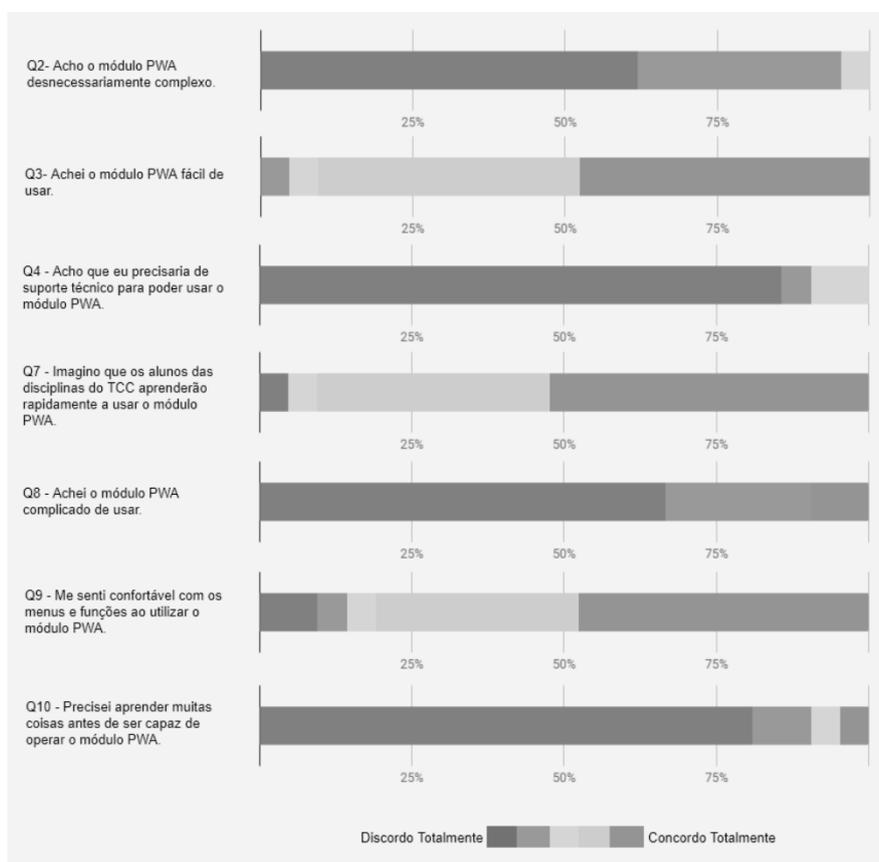
Pergunta 9 (Q9): Me senti confortável com os menus e funções ao utilizar o módulo PWA.

Um total de 80,95% concordam com a afirmação de que se sentiram confortáveis com os menus e funções ao utilizar o módulo PWA. Já 4,76% foram indiferentes quanto à afirmação enquanto 14,29% não se sentiram confortáveis no uso dos menus e funções da aplicação.

Pergunta 10 (Q10): Precisei aprender muitas coisas antes de ser capaz de operar o módulo PWA.

Dos alunos que responderam a pesquisa, 90,48% discordam que precisaram aprender muitas coisas antes de serem capazes de operarem o módulo PWA. Outros 4,76% ficaram indiferentes e 4,76% concordaram com a afirmação. A Figura 7 exibe os resultados referentes às perguntas correspondentes à Medida 2.

Figura 7. Medida 2



Medida 3: Adequação funcional.

Pergunta 5 (Q5): Acho que as funções do módulo PWA são bem integradas.

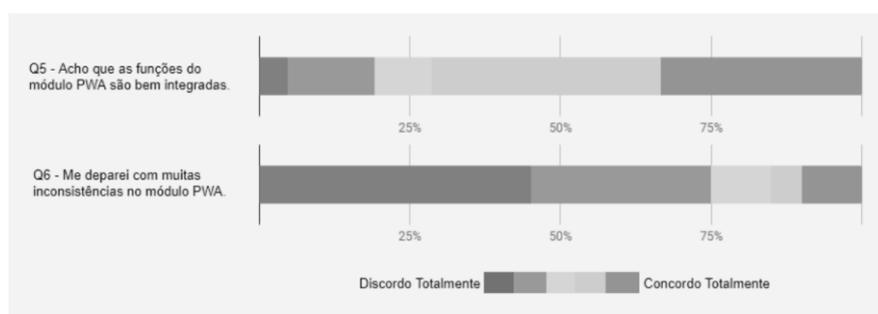
Dentre os respondentes, 71,43% concordam que as funções do módulo PWA são bem integradas. Um montante de 9,52% se mostrou indiferente frente à afirmação, enquanto 19,05% discordaram da afirmação.

Pergunta 6 (Q6): Me deparei com muitas inconsistências no módulo PWA.

Dos participantes, 71,43% discordaram de que houveram muitas inconsistências no módulo PWA. Já 9,52% foram indiferentes quando ao questionamento, enquanto 14,29% relataram terem se deparado com inconsistências no módulo PWA.

A Figura 3 exibe os resultados referentes às perguntas correspondentes à Medida 3.

Figura 8. Medida 3



5.4. Discussão

A partir dos dados coletados e analisados foi possível perceber que a avaliação obteve um resultado positivo. A maioria dos alunos que responderam a pesquisa informou que usaria o novo módulo durante o desenvolvimento do TCC. Tal informação provê uma resposta favorável para a medida 1 do objetivo proposto, que tratava sobre a utilidade do sistema.

As questões que englobavam a segunda medida de qualidade proposta, a usabilidade, desempenharam de maneira ainda mais satisfatória, validando a segunda métrica. Por fim, o último item de qualidade a ser medido, a adequação funcional, também obteve bons resultados dentre os alunos, que em sua maioria julgaram que o novo módulo possui as funcionalidades necessárias para se acompanhar um TCC no celular.

As sugestões fornecidas apresentam ainda uma gama de possibilidades para a implementação de novos recursos nas ferramentas. Entretanto, vale ressaltar a natureza de sistema que permeia entre o online e o offline. Tal característica faz com que as funcionalidades a serem embutidas no módulo sejam analisadas com cautela adicional. Sugestões como a adição da possibilidade de listar arquivos de relatório enviados, ao serem implementadas, precisariam considerar que todo o conteúdo do módulo é baixado para o celular no momento da instalação. Além do incremento significativo no tempo de

instalação, esse processo pode ocorrer via conexão de dados móveis, que possuem taxas de transferência de dados variáveis.

6. Conclusão

Neste trabalho foi desenvolvido e disponibilizado um novo módulo PWA aos alunos das disciplinas de TCC do Departamento de Informática e Estatística da Universidade Federal de Santa Catarina. A ferramenta, que encontra-se atualmente em ambiente de produção e disponível para todos os alunos, fornece facilidade de acesso e maior mobilidade ao sistema, mesmo nos momentos em que os usuários estiverem sem uma rede de dados disponível. Além das supracitadas características, a possibilidade da adição de um ícone de acesso rápido à tela inicial, assim como a execução no formato de aplicativo, fornecem uma melhora geral na experiência de uso do sistema. Todo o ciclo de vida da elaboração do trabalho ocorreu conforme descrito nos itens abaixo.

Em um primeiro momento, o trabalho abordou a fundamentação teórica, tratando conceitos e tecnologias associadas ao desenvolvimento de aplicações para a web, aplicações mobile e Aplicativos Web Progressivos. Foram também abordadas questões relacionadas ao cache de informações e frameworks para desenvolvimento de interfaces.

Em seguida, foi efetuada uma pesquisa do estado da arte na literatura. Nessa etapa foi concebida a definição do protocolo de revisão sistemática, assim como a execução da pesquisa, extração, análise e discussão dos resultados. O estudo envolveu a busca por trabalhos científicos relacionados ao tema. Os trabalhos foram categorizados e escolhidos com base no seu conteúdo. Esses dados tornaram-se então a base para o estado da arte na implementação de aplicativos web progressivos.

Por sua vez, a etapa seguinte do trabalho forneceu a proposta de solução propriamente dita, apresentando o estudo e as decisões técnicas tomadas. Durante a etapa, concluiu-se que a criação de um módulo PWA para o sistema de TCCs do INE seria uma solução viável para o problema proposto.

Definida a proposta, foram apresentados os passos e particularidades inerentes ao desenvolvimento de um aplicativo web progressivo. Cada uma das tecnologias utilizadas foi abordada, assim como a forma pela qual ocorreu a integração dos novos paradigmas à versão atual do sistema de TCCs.

Uma vez implementada e disponibilizada a solução, se fez necessária a avaliação da aplicação desenvolvida. Os resultados da avaliação pelos usuários indicam que o módulo desenvolvido atende às necessidades básicas dos alunos para o acompanhamento dos TCCs.

Referencias

Botelho and Ugioni. (2015) “Nova Aplicação Web para Suporte à Coordenação de Projetos.” 67 p. Monografia (Sistemas de Informação) — Universidade Federal de Santa Catarina

- Gonçalves. (2016) Melhoria da Usabilidade do Sistema de TCC do INE/UFSC do Ponto de Vista do Aluno. 2016. 118 p. Monografia (SISTEMAS DE INFORMAÇÃO) — Universidade Federal de Santa Catarina.
- Dekker; Constante. Implementação de Melhorias de Usabilidade no Sistema de TCC do INE. 2016. 126 p. Monografia (Sistemas de Informação) — Universidade Federal de Santa Catarina.
- Villela; Cavalcante. “Celular é principal meio de acesso à internet no Brasil, mostra IBGE”. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2016-04/celular-e-principal-meio-de-acesso-internet-na-maioria-dos-lares>. Acesso em: 17/05/2018.
- Lepage. (2018) “Your First Progressive Web App” Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/codelabs/your-first-pwapp/>.
- Luntovskyy. (2018) “Advanced software-technological approaches for mobile apps development. Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering” (TCSET), p. 113 – 118, 2018.
- Ginige, Murugesan (2001) “Web Engineering: an Introduction. IEEE MultiMedia”, Published in: IEEE MultiMedia (Volume: 8 , Issue: 1 , Jan-Mar)
- Pressman. (2011) “Engenharia de Software. Uma Abordagem Profissional” [S.l.]: Amgh Editora, 2011. cap. 1.
- Zakas. (2013) “The evolution of web development for mobile devices”. Commun. ACM, v. 56, n. 4, p. 42 – 48, 2013.
- Kitchenham (2017) “Charters Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering” [S.l.]: Software Engineering Group Department of computer Science Keele University.
- Botelho; Ugioni. (2015) “Nova Aplicação Web para Suporte à Coordenação de Projetos” 67 p. Monografia (Sistemas de Informação) — Universidade Federal de Santa Catarina.
- Gaunt (2019) “Introdução aos service workers” Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/primers/service-workers/?hl=pt-br>.
- Mashiko and Basili (1997) “Using the GQM Paradigm to Investigate Influential Factors for Software Process Improvement”. Journal of Systems and Software, v. 36, n. 1, p. 17 – 32.
- Brooke, J. (1986). "SUS: a "quick and dirty" usability scale". In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (eds.). Usability Evaluation in Industry. London: Taylor and Francis.

Desenvolvimento de Aplicativo Web Progressivo para Sistema de TCCs do INE/UFSC – Código Fonte

Orlando S. Baptista

Departamento de Informática e Estatística
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, SC - Brazil
`orlando.baptista@grad.ufsc.br, orlsbap@gmail.com`

layout_pwa.xhtml

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8' ?><html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"

  xmlns:h="http://xmlns.jcp.org/jsf/html"

  xmlns:ui="http://java.sun.com/jsf/facelets"

  xmlns:f="http://java.sun.com/jsf/core"

  xmlns:pt="http://xmlns.jcp.org/jsf/passthrough"

  xmlns:jsf="http://xmlns.jcp.org/jsf"

  xmlns:p="http://primefaces.org/ui"><h:head>

<title>Sistema de TCCs INE - UFSC</title>

<meta charset="utf-8"/>

<meta content="IE=edge" http-equiv="x-ua-compatible"/>

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1"/>

<meta content="yes" name="apple-mobile-web-app-capable"/>

  <meta content="yes" name="apple-touch-fullscreen"/>  <link rel="stylesheet" type="text/css"
href="#{request.contextPath}/pwa/assets/bootstrap/css/bootstrap.min.css"/>

  <link rel="stylesheet" type="text/css"
href="#{request.contextPath}/pwa/assets/plugins/themify/themify-icons.css"/>

  <link rel="stylesheet" type="text/css"

    href="#{request.contextPath}/pwa/assets/plugins/jquery.scrollbar/jquery.scrollbar.css"/>

  <link rel="stylesheet" type="text/css"

    href="#{request.contextPath}/pwa/assets/plugins/font-awesome/css/font-awesome.min.css"/>

  <link rel="stylesheet" type="text/css"

    href="#{request.contextPath}/pwa/assets/plugins/switchery/switchery.min.css"/>

  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="#{request.contextPath}/pwa/assets/css/style.css"/>

  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="#{request.contextPath}/pwa/assets/css/ufsc.css"/>  <link
rel="manifest" href="#{request.contextPath}/manifest.json" crossorigin="use-credentials"/></h:head>

<h:body>

  <div id="page-container">    <nav id="sidebar" class="sidenav">

    <div class="sidebar-wrapper">
```

```

<div class="profile-sidebar">
  <div class="profile-name" data-toggle="dropdown">
    #{loginBean.loggedUser.nome}
  </div>
  <div class="profile-title">
    #{projeto.projetoObject.getDisciplina().nome}
  </div>
</div>
<ul class="main-menu" id="menus">
  <li>
    <a href="#" {request.contextPath}/pwa/index.xhtml">
      Início
    </a>
  </li>
  <li>
    <a class="pr-mn collapsed" data-toggle="collapse" href="#components" aria-
expanded="true">
      Meu TCC
    </a>
    <ul id="components" class="collapse" data-parent="#menus">
      <li><a href="#" {request.contextPath}meu_tcc.xhtml"> <span
class="icon ti-write"></span>Meu TCC</a></li>
      <li><a href="#" {request.contextPath}avaliacoes.xhtml"> <span
class="icon ti-check-box"></span>Avaliações</a></li>
    </ul>
  </li>
  <li>
    <a class="pr-mn collapsed" data-toggle="collapse" href="#layouts" aria-expanded="true">
      Informações
    </a>

```

```
<ul id="layouts" class="collapse" data-parent="#menus">
  <li><a href="#{request.contextPath}datas_importantes.xhtml"><span
    class="icon ti-calendar"></span> Datas Importantes</a>
  </li>
  <li><a href="#{request.contextPath}faqs.xhtml"><span
    class="icon ti-help-alt"></span> Dúvidas Frequentes</a>
  </li>
  <li><a href="#{request.contextPath}professores.xhtml"><span
    class="icon ti-user"></span> Professores</a>
  </li>
</ul>
</li>
</ul>
</div>
</nav>
<header id="page-header" class="pageheader">
  <div class="content-header">
    <div class="navbar-header">
      <button type="button" class="btn-bars btn" style="position: relative; top:12px;">
        <span class="ti-menu"> </span>
      </button>
      <div class="app-title">
        
      </div>
    </div>
  </div>
</div>
</header>
```

```
<main id="main-container">
  <div class="content">
    <div id="content">
      <div class="alert alert-warning" role="alert" id="mensagem_offline" style="display: none;">
        <strong>Atenção!</strong> Modo offline habilitado, os dados podem estar desatualizados.
      </div>
      <ui:insert name="content"/>
    </div>
  </div>
</main>

<footer id="page-footer" class="pagefooter">
  <div class="content">
    <div class="row">
      <div class="copyright col-sm-12 col-md-12 col-lg-6">
        GQS
      </div>
      <div class="footer-nav col-sm-12 col-md-12 col-lg-6">
        <a href="http://ine.ufsc.br/" target="_blank">INE - UFSC</a>
      </div>
    </div>
  </div>
</footer>

</div> <script type="text/javascript" src="#{request.contextPath}/pwa/assets/js/jquery-3.2.1.min.js"/>
<script type="text/javascript" src="#{request.contextPath}/pwa/assets/js/popper.min.js"/>
<script type="text/javascript" src="#{request.contextPath}/pwa/assets/bootstrap/js/bootstrap.min.js"/>
<script type="text/javascript" src="#{request.contextPath}/pwa/assets/js/holder.js"/>
<script type="text/javascript"
src="#{request.contextPath}/pwa/assets/plugins/switchery/switchery.min.js"/>
```

```

<script type="text/javascript"
src="#{request.contextPath}/pwa/assets/plugins/jquery.scrollbar/jquery.scrollbar.min.js"/>

<script type="text/javascript" src="#{request.contextPath}/pwa/assets/js/custom.js"/>

<script>

    if ('serviceWorker' in navigator) {

        navigator.serviceWorker.register('./service-worker.js', {

            scope: '.'

        })

        .then(function () {

            console.log('service worker registered.');
```



```

</div>
<div class="avaliacao-professor-comentario avaliacao-aluno-content ui-g-
3">
    <h:form>
        <p:commandButton action="#{avaliacao.selecionar(a)}" icon="fa fa-
comments-o"
            value="Comentários" class=""
            oncomplete="PF('comentario-dialog').show();"
            update="@([id$=comentario-dialog])"
            rendered="#{a.comentario != null and a.comentario !=
}" />
    </h:form>
</div>
<div class="avaliacao-professor-comentario avaliacao-aluno-content ui-g-
3">
    #{avaliacao.dataFormatada(a)}
</div>
<div class="avaliacao-professor-nota avaliacao-aluno-content ui-g-3">
    #{a.nota != null ? a.nota : "-"}
</div>
</div>
</div>
</ui:repeat>
</div>
<table class="top-10 table table-striped"
jsf:rendered="#{projeto.isDisciplinalMultiAvaliada(d)}">
    <thead>
    <tr>
        <th>Professor</th>
        <!-- <th>Data</th -->
        <th>Nota</th>
        <th>Comentário</th>
    </tr>
    </thead>
    <tbody>
    <ui:repeat
        value="#{avaliacao.projetoAluno.getMembros(false, true, true, true, true)}"
        var="m">
        <c:set var="a" value="#{avaliacao.findNasAvaliacaoDoProjetoDoAluno(m,
d)}" />
        <tr>

```

```

        <td>
            #{m.nome}
        </td>
        <!-- <td>#{avaliacao.dataFormatada(a)}</td> -->
        <td>#{a.nota != null ? a.nota : "-"}</td>
        <td><span jsf:rendered=#{a.comentario != null and a.comentario !=
    }"><button type="button" class="btn btn-sm btn-alt-primary example-popover" data-toggle="popover"
    title=""
        data-content=#{a.comentario}"
        data-original-
    title="Comentário">Comentário</button></span></td>
    </tr>
</ui:repeat>
</tbody>
</table>
<table
    class="top-10
    table
    table-striped"
    jsf:rendered=#{!projeto.isDisciplinalMultiAvaliada(d)}">
    <thead>
    <tr>
    <th>Professor</th>
    <!--<th>Data</th> -->
    <th>Nota</th>
    <th>Comentário</th>
    </tr>
    </thead>
    <tbody>
    <ui:repeat
    value=#{avaliacao.findAllByProjetoAndDisciplina(avaliacao.projetoAluno,
    d)}"
    var="a">
    <tr>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td>
    <td><span jsf:rendered=#{a.comentario != null and a.comentario !=
    }"><button type="button" class="btn btn-sm btn-alt-primary example-popover" data-toggle="popover"
    title=""
        data-content=#{a.comentario}"
        data-original-
    title="Comentário">Comentário</button></span></td>
    </tr>
</ui:repeat>

```

```

                </tbody>
            </table>
        </div>
    </div>
</div>
</div>
</ui:repeat>
</div>
    <div class="progresso-tab-div" jsf:rendered="#{!projeto.tenhoProjeto()}">
        Você ainda não possui avaliações pois ainda não definiu seu projeto
    </div>
</div>
</ui:define>
</ui:composition>
</html>

```

datas_importantes.xhtml

```

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
    xmlns:ui="http://java.sun.com/jsf/facelets"
    xmlns:h="http://java.sun.com/jsf/html"
    xmlns:c="http://xmlns.jcp.org/jsp/jstl/core"
    xmlns:p="http://primefaces.org/ui"
    xmlns:f="http://xmlns.jcp.org/jsf/core"
    xmlns:jsf="http://xmlns.jcp.org/jsf"
    xmlns:fn="http://java.sun.com/jsp/jstl/functions"
>
<ui:composition template="/layout/layout_pwa.xhtml">
    <ui:define name="content">
        <h2 class="content-heading">Datas importantes</h2>
        <div class="row">
            <div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-12">
                <div class="card">
                    <div class="card-header">
                        Datas importantes
                    </div>
                    <div class="card-body">
                        <ul class="new-members">
                            <c:set var="hoje" value="" />
                            <!-- <h:outputText value="#{now}">
                                <f:convertDateTime pattern="dd/MM/yyyy" type="date" />
                            </h:outputText> -->
                            <ui:repeat var="item"
                                value="#{cronograma.findAll(curso.cursoDoUsuario(usuario.usuarioObject))}">
                                <li>
                                    <div class="member-ctn" style="margin-left:0px;">

```

```

        <h:outputText value="#{(item.data)}">
            <f:convertDateTime pattern="dd/MM/yyyy"/>
        </h:outputText>
        <span class="desc">#{item.descricao}</span>
    </div>
</li>
</ui:repeat>
</ul>
</div>      </div>
</div>
</ui:define>
</ui:composition>
</html>faqs.xhtml
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
    xmlns:ui="http://java.sun.com/jsf/facelets"
    xmlns:h="http://java.sun.com/jsf/html"
    xmlns:c="http://xmlns.jcp.org/jsp/jstl/core"
    xmlns:p="http://primefaces.org/ui"
    xmlns:f="http://xmlns.jcp.org/jsf/core"
    xmlns:jsf="http://xmlns.jcp.org/jsf"
    xmlns:fn="http://java.sun.com/jsp/jstl/functions"
>
<ui:composition template="/layout/layout_pwa.xhtml">
    <ui:define name="content">
        <h2 class="content-heading">Dúvidas Frequentes</h2>
        <div class="row">
            <div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-12">
                <div id="accordion" role="tablist">
                    <div class="">
                        <ui:repeat var="item"
                            value="#{duvida.listInfoPage()}">
                            <div class="card-header" role="tab" id="#{item.hashCode()}">
                                <a class="pr-collapse" data-toggle="collapse" href="##{item.hashCode()}9"
                                    aria-expanded="true" aria-controls="col1">
                                    <strong>#{item.pergunta}</strong>
                                </a>
                            </div>
                        </div>
                    </div>
                </div>
            </div>
        </div>
    </ui:define>
</ui:composition>

```



```

    </div>
</div>
<p class="text-muted italic">
    *As informações serão atualizadas sempre que você acessar a aplicação ao disponibilizar de
    uma conexão de rede. <br/>
    **Instruções baseadas no Google Chrome, podem variar de navegador para navegador.**
<br/>
</p>
</div> </div> <div class="row">
<div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-12">
    <div class="card">
        <div class="card-header">
            Meu TCC
        </div>
        <div class="card-body">
            <h5 class="card-title">
                #{projeto.meuProjeto().titulo != null ? projeto.meuProjeto().titulo : 'Sem Projeto'}
            </h5>
            <p class="card-text">
                #{projeto.meuProjeto().descricao != null ? projeto.meuProjeto().descricao : 'Sem
                Projeto'}
            </p>
        </div>
    </div>
</div>
</div> <div class="row">
    <div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-6">
        <div class="card">
            <div class="card-header">Avisos</div>
            <div class="card-body">
                <c:set var="avisos" value="#{aviso.listInfoPage()}" />
                <c:set
                    value="#{cronograma.listEventosProximosByDisciplinaAtual()}" />
                    var="eventosCronograma"
                <ui:repeat var="a"
                    value="#{avisos}" rendered="#{not empty avisos}" />
                    <ui:repeat var="e" value="#{eventosCronograma}"
                    rendered="#{not empty eventosCronograma}" />
                    <p>#{a.texto}</p>
                </ui:repeat>
            </div>
        </div>
    </div>
    <div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-6">
        <div class="card">
            <div class="card-header">
                <strong>
                    <h:outputText value="#{e.data}" />
                </strong>
            </div>
        </div>
    </div>
</div>
</div>

```

```

        <f:convertDateTime pattern="dd/MM/yyyy"/>
        </h:outputText>
        </strong>
        #{e.descricao}
    </p>
    </ui:repeat>
    <h:outputText rendered="#{empty avisos and empty
eventosCronograma}"
        value="Nenhum aviso no momento" class="text"/>
    </div>
</div>
</div>
<div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-6">
    <div class="card">
        <div class="card-header">Progresso</div>
        <div class="card-body">
            <ui:repeat var="item" value="#{projeto.meuProgressoProjeto()}"
                rendered="#{not empty projeto.projetoObject.getDisciplina()}">
                <p><strong>#{item.mensagem} #{item.getStatus() ? '&#10004;' : ''}</strong></p>
            </ui:repeat>
        </div>
    </div>
</div>
</div> </ui:define>
</ui:composition>
</html>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
    xmlns:ui="http://java.sun.com/jsf/facelets"
    xmlns:h="http://java.sun.com/jsf/html"
    xmlns:c="http://xmlns.jcp.org/jsp/jstl/core"
    xmlns:p="http://primefaces.org/ui"
    xmlns:f="http://xmlns.jcp.org/jsf/core"
    xmlns:jsf="http://xmlns.jcp.org/jsf"
    xmlns:fn="http://java.sun.com/jsp/jstl/functions"
><f:metadata>
    <f:event type="preRenderView" listener="#{projeto.updatePagePWA()}" />
</f:metadata><ui:composition template="/layout/layout_pwa.xhtml">
    <ui:define name="content">
        <h2 class="content-heading">Meu TCC</h2>
        <div class="card text-white bg-secondary mb-3">

```

```

<div class="card-header text-white">Informação</div>
<div class="card-body">
  <p>
    Todo projeto precisa ter um professor responsável. Quando você define as informações do
    projeto pela primeira vez, deve convidar um professor para ser responsável. É fundamental que você já
    tenha conversado com ele antes de usar este sistema.

    Isso vai garantir um funcionamento mais rápido do processo de definição do projeto.

    A definição do seu projeto só será considerada válida quando o professor responsável
    confirmar sua participação através do sistema.
  </p>
</div>
</div>
<div class="row">
  <div class="col-xs-12 col-sm-12 col-md-12 col-lg-12">
    <div class="card mb-1">
      <div class="card-header" role="tab" id="he2">
        <a class="pr-collapse" data-toggle="collapse" href="#c2" aria-expanded="true"
          aria-controls="c2">
          TCC
        </a>
      </div>
      <div id="c2" class="collapse show" role="tabpanel" aria-labelledby="he2"
        data-parent="#accordion" style="">
        <div class="card-body">
          <p>
            <strong>#{msg.projeto_titulo}</strong> <br/> #{projeto.projetoObject.titulo}
          </p>
          <p>
            <strong>#{msg.projeto_descricao}</strong>: <br/>
            #{projeto.projetoObject.descricao}
          </p>
          <p><strong>Data de Criação</strong>: <br/>
            <h:outputText value="#{projeto.projetoCompleto.data_criacao}">
              <f:convertDateTime pattern="dd/MM/yyyy"/>
            </h:outputText>
          </p>
          <p><strong>Apto para defender</strong>: <br/>
            <h:outputText value="Sim"
              rendered="#{projeto.projetoCompleto.aptoParaDefender}"/>
            <h:outputText value="Não"
              rendered="#{!projeto.projetoCompleto.aptoParaDefender}"/>
          </p>
          <p><strong>Status</strong>: <br/>
            <button type="button" class="btn btn-sm btn-primary mb-2 mr-1" disabled="">
              <h:outputText value="Concluído"

```

```

        rendered="#{projeto.projetoCompleto.concluido}"/>
    <h:outputText value="Em Andamento"
        rendered="#{!projeto.projetoCompleto.concluido}"/>
    </button>
</p>
</div>
</div>
<div class="card mb-1">
    <div class="card-header" role="tab" id="he1">
        <a class="pr-collapse collapsed" data-toggle="collapse" href="#c1" aria-
expanded="false"
        aria-controls="c1">
            Parceiro
        </a>
    </div>
    <div id="c1" class="collapse" role="tabpanel" aria-labelledby="he1" data-
parent="#accordion"
        style="">
        <div class="card-body">
<p><strong><h:outputText rendered="#{empty projeto.projetoCompleto.parceiro}"
        value="Não há parceiros cadastrados." class="text"/></strong></p>
</h:panelGroup
        rendered="#{projeto.projetoCompleto.parceiro != null}"
        id="parceiroOK" style="display:block; text-align:left">
class="card status-card mb-15">
    <div class="card-header">
        <!-- <div class="avatar">
            <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                <f:param name="id"
                    value="#{projeto.projetoCompleto.parceiro.idUfsc}"/>
            </p:graphicImage>
        </div> -->
        <div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
            #{projeto.projetoCompleto.parceiro.nome}
            <span class="time text-success">Confirmado</span>
        </div>
    </div>
    <div class="card-body">
        <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-success mb-2 mr-1"
            disabled="">#{projeto.projetoCompleto.responsavel.email}

```

```

        </button>
    </div>
</div>
</h:panelGroup>
<!-- Eu convidei --
>
    <h:panelGroup
        rendered="#{not
            projeto.projetoCompleto.convidadosParceiro}"
        style="display:block; text-align:center">
        <ui:repeat var="conviteParceiro"
            value="#{projeto.projetoCompleto.convidadosParceiro}">
<div class="card status-card mb-15">
    <div class="card-header">
        <!-- <div class="avatar">
            <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                <f:param name="id"
                    value="#{conviteParceiro.convidado.idUfsc}"/>
            </p:graphicImage>
        </div> -->
        <div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
            #{conviteParceiro.convidado.nome}
            <span class="time text-warning">Convidado</span>
        </div>
    </div>
    <div class="card-body">
        <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-success mb-2 mr-1"
            disabled="">#{conviteParceiro.convidado.email}
        </button>
    </div>
</div>
</ui:repeat>
</h:panelGroup>
<!-- Eu recebi o convite -->
<h:panelGroup rendered="#{convite.meuConviteParceiro() != null}"
    style="display:block; text-align:center">
class="card status-card mb-15">
    <div class="card-header">
        <!-- <div class="avatar">
            <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                <f:param name="id"
                    value="#{convite.meuConviteParceiro().quemConvidou.idUfsc}"/>

```

```

        </p:graphicImage>
    </div> -->
    <div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
        #{convite.meuConviteParceiro().quemConvidou.nome}
        <span class="time text-warning">Convidado</span>
    </div>
</div>
<div class="card-body">
    <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-warning mb-2 mr-1"
        disabled="">#{conviteParceiro.convidado.email}
    </button>
</div>
</div>                                </h:panelGroup>                                </div>
</div>
</div>
<!-- RESPONSÁVEL -->
<div class="card mb-1">
    <div class="card-header" role="tab" id="he3">
        <a class="pr-collapse collapsed" data-toggle="collapse" href="#c3" aria-
expanded="false"
        aria-controls="c3">
            Responsável
        </a>
    </div>
    <div id="c3" class="collapse" role="tabpanel" aria-labelledby="he3" data-
parent="#accordion"
        style="">
        <div class="card-body">
            <p><h:outputText
                rendered="#{empty projeto.projetoCompleto.responsavel}"
                value="Não há responsáveis cadastrados" class="text"/></p>
            <p><strong><h:outputText rendered="#{not empty projeto.projetoCompleto.responsavel}"
                value="Confirmado" class="text"/></strong></p>
        </div class="card status-card mb-15">
            <div class="card-header">
                <!-- <div class="avatar">
                    <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                        <f:param name="id"
                            value="#{projeto.projetoCompleto.responsavel.idUfsc}"/>
                    </p:graphicImage>

```

```

</div> -->
<div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
  #{projeto.projetoCompleto.responsavel.nome}
  <span class="time text-success">Confirmado</span>
</div>
</div>
<div class="card-body">
  <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-success mb-2 mr-1"
    disabled="">#{projeto.projetoCompleto.responsavel.email}
  </button>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
</div>
<!-- !RESPONSÁVEL -->
<!-- ORIENTAÇÃO -->
<div class="card mb-1">
  <div class="card-header" role="tab" id="he4">
    <a class="pr-collapse collapsed" data-toggle="collapse" href="#c4" aria-
expanded="false"
      aria-controls="c4">
      Orientação
    </a>
  </div>
  <div id="c4" class="collapse" role="tabpanel" aria-labelledby="he4" data-
parent="#accordion"
    style="">
    <div class="card-body">
      <p><h:outputText
        rendered="#{empty projeto.projetoCompleto.orientadores and empty
projeto.projetoCompleto.convidadosOrientacao}"
        value="Não há Orientadores" class="text"/></p>
      <p><strong><h:outputText
        rendered="#{not
projeto.projetoCompleto.orientadores}"
        value="Membros Confirmados" class="text"/></strong></p>
      <ui:repeat
        var="orientador"
        value="#{projeto.projetoCompleto.orientadores}">
    </div class="card status-card mb-15">
      <div class="card-header">
        <!-- <div class="avatar">
          <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">

```

```

        <f:param name="id" value="#{orientador.idUfsc}"/>
    </p:graphicImage>
</div> -->
<div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
    #{orientador.nome}
    <span class="time text-success">Confirmado</span>
</div>
</div>
<div class="card-body">
    <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-success mb-2 mr-1"
        disabled="">#{orientador.email}
    </button>
</div>
</div>
</ui:repeat>
<p><strong><h:outputText
    rendered="#{not empty projeto.projetoCompleto.convidadosOrientacao}"
    value="Membros      Convidados"      class="text"/></strong></p>
<ui:repeat var="conviteOrientador"
    value="#{projeto.projetoCompleto.convidadosOrientacao}">
<div class="card status-card mb-15">
    <div class="card-header">
        <!-- <div class="avatar">
            <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                <f:param name="id" value="#{conviteOrientador.idUfsc}"/>
            </p:graphicImage>
        </div> -->
        <div class="header-danger">
            #{conviteOrientador.nome}
            <span class="time text-warning">Convidado</span>
        </div>
    </div>
    <div class="card-body">
        <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-warning mb-2 mr-1"
            disabled="">#{conviteOrientador.email}
        </button>
    </div>
</div>
</ui:repeat>
</div>
</div>

```

```

</div>
<!-- !ORIENTAÇÃO -->
<!-- COORIENTAÇÃO -->
<div class="card mb-1">
  <div class="card-header" role="tab" id="he5">
    <a class="pr-collapse collapsed" data-toggle="collapse" href="#c5" aria-
expanded="false"
      aria-controls="c5">
      Coorientação
    </a>
  </div>
  <div id="c5" class="collapse" role="tabpanel" aria-labelledby="he5" data-
parent="#accordion"
    style="">
    <div class="card-body">
      <p><h:outputText
        rendered="#{empty projeto.projetoCompleto.coorientadores and empty
projeto.projetoCompleto.convidadosCoorientacao}"
        value="Não há Coorientadores" class="text"/></p>
      <p><strong><h:outputText rendered="#{not empty projeto.projetoCompleto.coorientadores}"
        value="Membros Confirmados" class="text"/></strong></p>
      <ui:repeat var="coorientador" value="#{projeto.projetoCompleto.coorientadores}">
        <div class="card status-card mb-15">
          <div class="card-header">
            <!-- <div class="avatar">
              <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                <f:param name="id" value="#{coorientador.idUfsc}"/>
              </p:graphicImage>
            </div> -->
            <div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
              #{coorientador.nome}
              <span class="time text-success">Confirmado</span>
            </div>
          </div>
          <div class="card-body">
            <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-success mb-2 mr-1"
              disabled="">#{coorientador.email}
            </button>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>

```

```

        </ui:repeat>
        <p><strong><h:outputText
            rendered="#{not empty projeto.projetoCompleto.convidadosCoorientacao}"
            value="Membros          Convidados"          class="text"/></strong></p>
<ui:repeat var="conviteCoorientador"
            value="#{projeto.projetoCompleto.convidadosCoorientacao}">
    <div class="card status-card mb-15">
        <div class="card-header">
            <!-- <div class="avatar">
                <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
                    <f:param name="id" value="#{conviteCoorientador.idUfsc}"/>
                </p:graphicImage>
            </div> -->
            <div class="header-danger">
                #{conviteCoorientador.nome}
                <span class="time text-warning">Convidado</span>
            </div>
        </div>
        <div class="card-body">
            <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-warning mb-2 mr-1"
                disabled="">#{conviteCoorientador.email}
            </button>
        </div>
    </div>
</ui:repeat>
</div>
</div>
<!-- !COORIENTAÇÃO -->
<!-- BANCA -->
<div class="card mb-1">
    <div class="card-header" role="tab" id="he6">
        <a class="pr-collapse collapsed" data-toggle="collapse" href="#c6" aria-
expanded="false"
            aria-controls="c6">
            Banca
        </a>
    </div>
    <div id="c6" class="collapse" role="tabpanel" aria-labelledby="he6" data-
parent="#accordion"
        style="">

```



```

        #{conviteBanca.nome}
        <span class="time text-warning">Convidado</span>
    </div>
</div>
<div class="card-body">
    <button type="button" class="btn btn-sm btn-outline-warning mb-2 mr-1"
        disabled="">#{conviteBanca.email}
    </button>
</div>
</div>
</ui:repeat>                </div>
</div>
</div>
<!-- !BANCA -->
</div>
</div>
</ui:define>
</ui:composition>
</html>professores.xhtml
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"
    xmlns:ui="http://java.sun.com/jsf/facelets"
    xmlns:h="http://java.sun.com/jsf/html"
    xmlns:c="http://xmlns.jcp.org/jsp/jstl/core"
    xmlns:p="http://primefaces.org/ui"
    xmlns:f="http://xmlns.jcp.org/jsf/core"
    xmlns:jsf="http://xmlns.jcp.org/jsf"
    xmlns:fn="http://java.sun.com/jsp/jstl/functions"
>
<ui:composition template="/layout/layout_pwa.xhtml">
    <ui:define name="content">
        <h2 class="content-heading">Professores</h2>
        <div class="row">
            <div class="col-sm-12 col-md-12 col-lg-12 col-xl-12">
                <div class="card">
                    <div class="card-header">
                        Possíveis responsáveis
                    </div>

```

```

</div>
<div class="dashboard-scroll-3 scrollbar-inner scroll-content scroll-scrolly_visible"
  style="height: auto; margin-bottom: 0px; margin-right: 0px;">
  var="item" value="#{pessoa.responsaveis}">
    <div class="card status-card">
      <div class="card-header">
        <!--
        <div class="avatar">
          <p:graphicImage value="#{image.image}" width="65px">
            <f:param name="id" value="#{item.idUfsc}"/>
          </p:graphicImage>
        </div>
        -->
        <div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
          #{item.nome}
          <span class="time"> #{item.email}</span>
        </div>
        <div class="card-options"></div>
      </div>
      <div class="card-body">
        <ui:repeat var="a" value="#{item.areas}">
          <button type="button" class="btn btn-rounded btn-sm btn-secondary mb-2 mr-1">
            <h:outputText
              value="#{a.area}"/> #{(a.descricao != null and !a.descricao.equals("")) ? ' - ' :
              <h:outputText value="#{a.descricao} "/>
            </button>
          </ui:repeat>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
  <div class="scroll-element scroll-x scroll-scrolly_visible">
    <div class="scroll-element_outer">
      <div class="scroll-element_size"></div>
      <div class="scroll-element_track"></div>
      <div class="scroll-bar" style="width: 88px;"></div>
    </div>
  </div>
  <div class="scroll-element scroll-y scroll-scrolly_visible">
    <div class="scroll-element_outer">

```



```

-->
<div class="header-info" style="margin-left: 0 !important;">
    #{item.nome}
    <span class="time"> #{item.email}</span>
</div>
<div class="card-options"></div>
</div>
<div class="card-body">
    <ui:repeat var="a" value="#{item.areas}">
        <button type="button" class="btn btn-rounded btn-sm btn-secondary mb-2 mr-1">
            <h:outputText
                value="#{a.area}"/> #{(a.descricao != null and !a.descricao.equals("")) ? ' - ' : ''}
            <h:outputText value="#{a.descricao}"/>
        </button>
    </ui:repeat>
</div>
</div>
</ui:repeat>
</div>
<div class="scroll-element scroll-x scroll-scrolly_visible">
    <div class="scroll-element_outer">
        <div class="scroll-element_size"></div>
        <div class="scroll-element_track"></div>
        <div class="scroll-bar" style="width: 88px;"></div>
    </div>
</div>
<div class="scroll-element scroll-y scroll-scrolly_visible">
    <div class="scroll-element_outer">
        <div class="scroll-element_size"></div>
        <div class="scroll-element_track"></div>
        <div class="scroll-bar" style="height: 204px; top: 0px;"></div>
    </div>
</div>
</div>
</div>
</ui:define>
</ui:composition>
</html>ufsc.css
.pageheader {
    height: 75px;

```

```

}.visivel {
    display:block !important;
}.oculto {
    display:none;
}.italico {
    font-style: italic;
}/*
#mensagem_offline {
    padding: 10px;
    display: block;
    width: 100%;
    background-color: #E74C3C;
    color: #FFFFFF;
}
*/
.content-header .navbar-right{
    position:absolute !important;
    right:30%;
    top:15px !important;
}
@media screen and (min-width: 776px) {
    #page-header .content-header .btn-bars {
        display: none;
    }#page-header .content-header .app-title {
        margin-left:0px;
    }
}
@media screen and (min-width: 1100px) {
    .content-header .navbar-right{
        position:absolute !important;
        right:3%;
        top:15px !important;
    }
}
@media screen and (max-width: 768px) {
    .content-header .navbar-right {
        display: table;
        top: 15px ;
        right: 0;
        width: inherit !important;
    }
}

```

```
padding: 5px;
background-color: transparent !important;
}.app-title {
display: none;}
}@media only screen and (max-width: 576px) {
.dropdown-help .dropdown-menu, .dropdown-notifications .dropdown-menu, .dropdown-search
.dropdown-menu {
right: 0;
top: 110%!important;
left: auto!important;
width: 250px!important;
}}@media only screen and (max-width: 576px) {
.dropdown-help .dropdown-menu:after, .dropdown-notifications .dropdown-menu:after,
.dropdown-search .dropdown-menu:after {
right: 2px;
left: auto;
top: -28px;
}
}
```