



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas e de Informática

Modelo de artigo do Instituto de Ciências Exatas e de Informática*

Article template Institute of Mathematical Sciences and Informatics

Lucas Brandão Magalhães Ricoy¹

Resumo

O presente trabalho abordou o problema de falta de reuso de software em aplicações multi-plataforma, focando principalmente em casos onde o mesmo software é reescrito diversas vezes a fim de permitir sua execução em diferentes plataformas. O trabalho teve como objetivo principal a elaboração de uma arquitetura de software que fosse capaz de gerar a partir de um mesmo código fonte compartilhado, um aplicativo híbrido multiplataforma para ser executado como um website, aplicativo móvel ou desktop. O projeto possui caráter experimental e é embasado em estudos de técnicas já estabelecidas com conceitos inerentes ao desenvolvimento de software baseado em componentes a fim de apresentar uma aplicação prática dos mesmos em um cenário atual. Os resultados evidenciam que o desenvolvimento de aplicativos híbridos multiplataformas com tecnologias atuais é factível apesar de as ferramentas utilizadas serem opinativas em relação ao processo em si.

Palavras-chave: Aplicativos Híbridos. Componentes. Desenvolvimento Móvel. DBC. AngularJS. Ionic. Electron.

* Artigo apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Informática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação.

¹ Programa de Graduação em Sistemas de Informação da PUC Minas, Brasil – ricoy.lucas@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Computadores fazem parte de nosso dia a dia de forma onipresente. Utilizamos nossos dispositivos de forma natural e em diversos formatos: celulares, tablets, smartphones, computadores de mesa, notebooks, etc. Esta diversidade de dispositivos é benéfica e nos oferece novos produtos e soluções a medida que as tecnologias existentes evoluem e novas surgem. Porém a cada novo dispositivo criado, a complexidade para que aplicativos específicos sejam desenvolvidos aumenta e muitas vezes, é um empecilho para sua adoção e disseminação.

Durante muito tempo, a maioria dos aplicativos desenvolvidos era destinado a uma mesma plataforma, por exemplo, computadores de mesa ou dispositivos móveis e algumas vezes para Sistemas Operacionais (SO) diferentes. Caso fosse necessário atender uma nova plataforma ou SO, o aplicativo deveria ser reescrito a partir do zero, muitas vezes em uma linguagem diferente e sem reaproveitar o código existente, para que esse novo requisito fosse atendido. Tamanha complexidade dificultou que desenvolvedores mais experientes pudessem utilizar linguagens, ferramentas e técnicas já conhecidas e difundidas para produzir aplicativos, que utilizando o mesmo código, fossem aceitos em mais de uma plataforma.

Com a grande disseminação de tecnologias de computação móvel, como os smartphones, este problema se tornou cada vez mais crítico. De acordo com Moore, Van Baalen e Shevchenko (2015), a demanda por aplicações móveis nunca foi tão alta e os desenvolvedores vem sofrendo para criar experiências atrativas nas principais plataformas e atingir os maiores mercados da área. Isso nos mostra, que apesar de efervescente, o mercado não está preparado para atender todas as expectativas dos clientes atuais.

Para encarar esse problemas, iniciativas como o Intel XDK, Apache Cordova, Adobe Phonegap e Microsoft Xamarin foram criadas visando permitir o desenvolvimento para múltiplas plataformas de uma forma expansível e customizável, com experiências e funcionalidades específicas em cada uma.

Atualmente, uma abordagem comum e que possui grande adoção é o empacotamento de WebApps em containers nativos. Essa abordagem possui duas grandes vantagens: a possibilidade de utilizar diversas bibliotecas e ferramentas já disseminadas e testadas no desenvolvimento web e a facilidade para desenvolvimento e validação do produto desenvolvido, tendo em consideração que o produto final nada mais é do que um website com acesso aos recursos do dispositivo por meio do container em que foi empacotado. Aplicativos desenvolvidos desta forma são normalmente denominados "híbridos".

Esse artigo tem por objetivo principal a elaboração e formalização de uma arquitetura que permita o desenvolvimento de aplicativos híbridos multiplataforma de forma eficaz, possibilitando o uso de diversos padrões e ferramentas já existentes e o reaproveitamento do mesmo código entre plataformas. Como objetivo secundário está a apresentação de um protótipo, que utilizando da arquitetura elaborada, será capaz de ser distribuído para sistemas Desktop

tradicionais (Linux, Windows, Mac), dispositivos móveis (iOS, Android, Windows Phone) ou como um site na web sem alterações em suas camadas internas, mudando apenas a forma de apresentação em cada plataforma, quando necessário.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção serão apresentados fundamentos teóricos do trabalho desenvolvido.

2.1 Reutilização de Software

Desde que começamos a desenvolver software, estamos buscando formas mais eficientes de fazê-lo. Uma das formas mais eficientes de desenvolver software é não desenvolver o que já existe, mas reutilizar padrões e soluções já definidos e testados.

(Roger S Pressman, 2011) diz que componentes reutilizáveis foram criados à medida que a disciplina de engenharia evoluiu, sendo essa uma prática natural em projetos do tipo, enquanto que por outro lado, componentes de software reutilizáveis em larga escala, apenas começaram a serem alcançados. Hoje, sistemas complexos devem ser desenvolvidos em prazos muito curtos com uma alta qualidade. Tais exigências, segundo (Ian Sommerville, 2011), fizeram com que o desenvolvimento baseado em reuso, se tornasse o padrão para novos sistemas a partir do ano 2000, sendo hoje. Tal cenário faz com que os programas escritos devam ser modulares e capazes de se adaptar a diferentes contextos.

A ideia da reutilização, segundo (Roger S Pressman, 2011) não é nova, pois vem sendo utilizada desde os primórdios da computação, tendo sua estratégia definida por (McILROY, 1968) há mais de 40 anos. Apesar de existente, antigamente essa rotina era realizada de modo menos organizado e não sendo tratada como princípio ativo do desenvolvimento. O contexto atual exige uma padronização e direcionamento, normalmente tentando-se maximizar a reutilização de softwares existentes ou planejando o desenvolvimento, com o reuso acontecendo em três níveis distintos, definidos por (Ian Sommerville, 2011).

1. Youtube
2. Sambatech
3. Aio(Beved)

Reúso do sistema de aplicação: Onde a totalidade do sistema pode ser reutilizada sem alterações em outros sistemas via configurações específicas para diferentes clientes. Reúso de

Componentes: Ao reutilizar componentes internos ou subsistemas em diferentes sistemas de informação. **Reúso de objetos e funções:** Funções ou componentes que implementa uma única função, como uma função matemática ou uma classe de objetos podem ser reutilizados na forma de bibliotecas. A construção com base em componentes, é, segundo (Roger S Pressman, 2011), o caminho o qual a indústria está trilhando. Apesar da afirmação do autor ainda não possuir comprovação ou dados para validação segundo (Tassio Vale et al., 2016), o desenvolvimento de componentes reutilizáveis vem recebendo cada vez mais adeptos segundo <PETE BACON WHITE PAPER DO GOOGLE> e é a abordagem utilizada por esse artigo.

2.2 Reutilização de Software

A Arquitetura de Software é uma área da Engenharia de Software que visa relacionar e estruturar os componentes e como eles interagem entre si através de interfaces, expondo ao final a estrutura do sistema de uma forma abstrata. É definida por (Len Bass et al., 2012), como:

A arquitetura de um software de um programa ou sistema computacional é a estrutura ou estruturas de um sistema, que inclui os elementos de software, as propriedades externamente visíveis destes elementos, e os relacionamentos entre eles. Arquitetura é responsável pelas interfaces públicas dos elementos. Seus detalhes privados (detalhes que tenham a ver somente com a implementação interna) não fazem parte da arquitetura.

3 TECNOLOGIAS UTILIZADAS

Nessa seção serão apresentadas as tecnologias utilizadas.

3.1 AngularJS

O Apache Cordova foi criado inicialmente por integrantes da empresa Nitobi Software em um evento chamado iPhoneDevCamp que ocorreu na cidade de São Francisco em 2006. Na época o projeto se chamava PhoneGap e foi comprado pela Adobe em 2011 (Adobe Systems, 2011), um ano após a Apple ter confirmado que o framework havia sido aprovado como uma forma válida de desenvolvimento de aplicativos para sua loja, a Apple Store. De acordo com o documento de aquisição (Adobe Systems, 2011), após a compra, a Adobe liberou o código fonte para a fundação Apache, porém manteve o nome PhoneGap como proprietário, a Apache então renomeou o projeto como Apache Cordova.

O Cordova possibilita que desenvolvedores construam aplicações para dispositivo móveis ao empacotar os arquivos HTML, CSS e Javascript em um container nativo. Este container possui acesso a diversos recursos do dispositivo em que está sendo executado como por exemplo bibliotecas do sistema operacional e recursos de hardware e expõe uma API em Javascript que pode ser consumida pela própria aplicação para acessar esses recursos, não necessitando implementações diferenciadas para plataformas específicas para cada uma por parte do produto final, ficando isso a cargo da própria biblioteca de plugins nativos do Cordova (Jose Feroso, 2009).

Por utilizar esta abordagem de empacotamento, os aplicativos criados, apesar de serem distribuídos como código nativo, são considerados híbridos, pois toda a renderização da interface de apresentação é realizada em uma WebView (um processo similar ao executado por navegadores para a exibição de páginas web) e não com componentes nativos da plataforma. Na mesma direção, os aplicativos não são considerados WebApps, como um site tradicional, pois além do modo de distribuição diferenciado, possuem acesso as APIs do dispositivo, normalmente bloqueadas para aplicações não-nativas. Essa diferenciação é importante pois possui um impacto significativo na performance e fluidez de alguns aplicativos desenvolvidos nesse formato híbrido, tendo em vista que ao utilizar ferramentas web para renderizar a interface, lentidões e perdas de performance podem ser percebidas em comparação com aplicativos totalmente nativos (Sapan Diwakar, 2012).

De acordo com (Max Lynch, 2014), um dos criadores do Ionic Framework, um ponto importante e muito contestado ao utilizar a abordagem de aplicações híbridas com o Apache Cordova é a disponibilidade de plugins para acessar os recursos nativos. Ao longo da evolução da ferramenta, muitos plugins foram criados visando oferecer um acesso transparente as funcionalidades em todas as plataformas, isso faz com que o Apache Cordova, ainda de acordo com o autor, seja capaz de realizar a interface com praticamente todo tipo de recurso que o desenvolver necessita na aplicação móvel. A tabela abaixo ilustra bem a grande disponibilidade e variedade de plugins e o suporte a cada um nas principais plataformas utilizadas com a ferramenta.

3.2 Apache Cordova

O Apache Cordova foi criado inicialmente por integrantes da empresa Nitobi Software em um evento chamado iPhoneDevCamp que ocorreu na cidade de São Francisco em 2006. Na época o projeto se chamava PhoneGap e foi comprado pela Adobe em 2011 (Adobe Systems, 2011), um ano após a Apple ter confirmado que o framework havia sido aprovado como uma forma válida de desenvolvimento de aplicativos para sua loja, a Apple Store. De acordo com o documento de aquisição (Adobe Systems, 2011), após a compra, a Adobe liberou o código fonte para a fundação Apache, porém manteve o nome PhoneGap como proprietário, a Apache então renomeou o projeto como Apache Cordova.

O Cordova possibilita que desenvolvedores construam aplicações para dispositivo móveis ao empacotar os arquivos HTML, CSS e Javascript em um container nativo. Este container possui acesso a diversos recursos do dispositivo em que está sendo executado como por exemplo bibliotecas do sistema operacional e recursos de hardware e expõe uma API em Javascript que pode ser consumida pela própria aplicação para acessar esses recursos, não necessitando implementações diferenciadas para plataformas específicas para cada uma por parte do produto final, ficando isso a cargo da própria biblioteca de plugins nativos do Cordova (Jose Feroso, 2009).

Por utilizar esta abordagem de empacotamento, os aplicativos criados, apesar de serem distribuídos como código nativo, são considerados híbridos, pois toda a renderização da interface de apresentação é realizada em uma WebView (um processo similar ao executado por navegadores para a exibição de páginas web) e não com componentes nativos da plataforma. Na mesma direção, os aplicativos não são considerados WebApps, como um site tradicional, pois além do modo de distribuição diferenciado, possuem acesso as APIs do dispositivo, normalmente bloqueadas para aplicações não-nativas. Essa diferenciação é importante pois possui um impacto significativo na performance e fluidez de alguns aplicativos desenvolvidos nesse formato híbrido, tendo em vista que ao utilizar ferramentas web para renderizar a interface, lentidões e perdas de performance podem ser percebidas em comparação com aplicativos totalmente nativos (Sapan Diwakar, 2012).

De acordo com (Max Lynch, 2014), um dos criadores do Ionic Framework, um ponto importante e muito contestado ao utilizar a abordagem de aplicações híbridas com o Apache Cordova é a disponibilidade de plugins para acessar os recursos nativos. Ao longo da evolução da ferramenta, muitos plugins foram criados visando oferecer um acesso transparente as funcionalidades em todas as plataformas, isso faz com que o Apache Cordova, ainda de acordo com o autor, seja capaz de realizar a interface com praticamente todo tipo de recurso que o desenvolver necessita na aplicação móvel. A tabela abaixo ilustra bem a grande disponibilidade e variedade de plugins e o suporte a cada um nas principais plataformas utilizadas com a ferramenta.

<INSERIR TABELA RESUMIDA DAS FUNCIONALIDADES>

Considerando os diversos benefícios oriundos da utilização do Apache Cordova, diversas ferramentas foram construídas o utilizando como base, oferecendo uma camada adicional de abstração e produtividade. Ionic Framework, Telerik Platform e Intel XDK são alguns exemplos de ferramentas já difundidas no mercado. No decorrer desse artigo, o Apache Cordova será utilizado indiretamente para facilitar o acesso aos recursos nativos por meio do Ionic Framework.

3.3 Ionic Framework

Ionic é um framework Javascript de código aberto. Criado no final de 2012, é hoje a tecnologia multiplataforma mais popular para aplicativos móveis, tendo sido utilizado na criação de 1.3 milhões de aplicativos apenas em 2015 (Max Lynch, 2016). De acordo com (Adam Bradley, 2013), um dos criadores da ferramenta, o foco do Ionic Framework é aprimorar a interface do usuário ao oferecer uma série de bibliotecas com elementos HTML, CSS e Javascript pré-compilados e otimizados para dispositivos móveis. A ferramenta utiliza todas as vantagens do Apache Cordova e tenta suprir a necessidade dos aplicativos possuírem elementos de interface similares aos que os usuários já estão acostumados em cada plataforma. Ainda nas palavras do autor, o framework possui outros objetivos como promover padrões de design recomendados e documentar melhores práticas.

Os projetos criados com o framework utilizam, por padrão, o Angular JS visando facilitar o desenvolvimento de aplicações mais robustas. Diferentemente do primeiro, que oferece uma extensa gama de funcionalidades para diferentes necessidades, o Ionic Framework foca em oferecer componentes de interface e interação com o usuário para que a experiência de uso respeite o alto padrão de qualidade que os usuários esperam de aplicativos nativos atualmente (Adam Bradley, 2013). Algumas de suas funções são a renderização otimizada de listas, criação de formulários com componentes nativos, customização e padronização dos elementos para a plataforma em que o aplicativo esteja executando, transição entre páginas e identificação de recursos por meio de API's simplificadas.

Um exemplo de como alguns componentes oferecidos pelo framework se adaptam para plataformas diferentes é ilustrado na Figura 1.

<INSERIR IMAGEM DAS TELAS>

Desde sua criação, em 2012, a empresa vem se revolucionando e hoje, além do framework, também oferece serviços de Notificações Push, Estatísticas, Deploy de Código (sem a necessidade de aprovação de lojas de aplicativos), builds automatizados, testes A/B e autenticação de usuários. Esse serviços, por outro lado não são grátis ou de código aberto.

3.4 Electron

Electron é um framework JavaScript de código aberto que possibilita o empacotamento de websites em aplicações nativas ao utilizar o motor de renderização Chromium em conjunto com outras tecnologias. Apesar de ser uma tecnologia relativamente nova, vem se concretizando no mercado e recebeu no ano de 2015 1.2 milhões de downloads (Github, 2016). O framework possui opções para gerar aplicativos nativos para os sistemas Mac, Windows e Linux de forma

transparente para o usuário final e sem que o desenvolvedor necessite se implementar por si só, atualizações automáticas, menus nativos, geração de instaladores e outras funcionalidades que, normalmente, são extenuantes em um ciclo de desenvolvimento desktop tradicional. (Github, 2016)

3.5 WebSockets

De acordo com a especificação da (WHATWG, 2016) a interface de WebSockets foi introduzida para permitir que aplicações web mantenham comunicações bidirecionais e persistentes com processos sendo executados em servidores remotos.

Na arquitetura cliente-servidor tradicional, no qual a web foi construída, as conexões utilizam um padrão HTTP multiplexado, onde é de responsabilidade do cliente iniciar a conexão e requisitar dados, enquanto que a responsabilidade do servidor é atender essas requisições e retornar os dados solicitados. Esse paradigma foi, durante muitos anos, a única forma no qual as aplicações web conseguiam transmitir dados entre a aplicação cliente e o servidor. Com a especificação da interface de WebSockets, é possível que conexões persistentes sejam criadas conectando o cliente e servidor, possibilitando que ambas as partes iniciem a transmissão de dados a qualquer momento.

De acordo com a RFC 6455 (Internet Engineering Task Force (IETF), 2011) a comunicação de WebSockets se inicia com um handshake, da mesma forma que o paradigma anterior, o cliente envia uma requisição HTTP com a única adição de um cabeçalho adicional do tipo Upgrade. Esse cabeçalho informa ao servidor que o cliente deseja estabelecer uma conexão do tipo WebSocket e caso a requisição seja aceita e o servidor ofereça suporte a esse tipo de protocolo, a conexão bidirecional é estabelecida e ambos os lados podem iniciar a transmissão de dados , que são transmitidos por meio de mensagens baseadas em frames.

Atualmente, o suporte a WebSockets por navegadores é de 87.65

4 METODOLOGIA

Nessa seção as fases do projeto e seus respectivos objetivos são apresentados. Visando melhor separar o processo teórico da implementação prática, três etapas foram definidas e realizadas em sequência.

4.1 *Levantamento dos Requisitos / Identificação do Problema*

O problema de reuso de software foi identificado de forma informal pelo autor tendo como principal referência a forma como o desenvolvimento de aplicativos móveis acontece atualmente. Essa necessidade por um reuso de soluções mais amplo foi suportado por outros autores que também já haviam identificado a dificuldade em desenvolver aplicativos móveis e sugerido a utilização da abordagem de desenvolvimento híbrido com alvo em múltiplas plataformas móveis. (Max Lynch, 2014; Adam Bradley, 2013; Sapan Diwakar, 2012; Jose Feroso, 2009).

Após a identificação do problema e analisado o cenário atual utilizando as observações oferecidas por (Sapan Diwakar, 2012) foi realizada uma pesquisa das ferramentas de desenvolvimento de software multiplataforma atuais, que se encaixavam no perfil do projeto, com o objetivo de identificar e testar em cada plataforma (web, mobile e desktop), as opções para possível utilização futura.

4.2 *Especificação da Arquitetura*

Após pesquisar as ferramentas atuais, teve início a etapa de especificação da Arquitetura sugerida para a resolução do problema identificado. Durante essa etapa, foi produzido um documento contendo a arquitetura sugerida utilizando uma notação de camadas simples.

As camadas finais foram definidas utilizando os conceitos do DBC em conjunto alguns itens da filosofia Unix sugeridos por (Doug McIlroy, 1978) e foram levantadas após diversos rascunhos serem produzidos e testes com as ferramentas selecionadas na etapa anterior terem sido testadas. Os testes, em sua maioria, focavam na facilidade em que um mesmo código pudesse ser distribuído dentro dos requisitos definidos pelo projeto e foram essenciais para que a arquitetura, apesar de essencialmente ser um conceito teórico e abstrato, fosse capaz de possuir uma implementação prática.

A medida em que os testes foram executados algumas arquiteturas sugeridas foram refutadas quando se provaram demasiado complexas, incapazes de extensão ou por se apresentarem incapazes de solucionar o problema especificado. De uma forma geral, o processo de especificação foi iterativo e utilizou uma metodologia ágil, o que segundo (Roger S Pressman, 2011) oferece uma validação mais rápida.

Após os testes iniciais, as arquiteturas que se provaram teoricamente viáveis foram alinhadas com as ferramentas selecionadas na primeira etapa para que a implementação do protótipo fosse iniciada.

4.3 Implementação do Protótipo

O processo de codificação se baseou nos objetivos adquiridos nas etapas anteriores para realizar a implementação de um protótipo utilizando a arquitetura sugerida. Com base nos testes realizados, foi definido que para uma experiência mais unificada as ferramentas utilizadas utilizariam a mesma linguagem base e possuíam uma interface programática similar a fim de facilitar a integração entre elas. Uma explicação detalhada da implementação pode ser encontrada em uma seção específica deste artigo.

5 IMPLEMENTAÇÃO

Nessa seção será detalhado a arquitetura e as ferramentas utilizadas na abordagem.

5.1 Principais funcionalidades

A ferramenta construída durante a implementação desse artigo, oferece como funcionalidade principal o compartilhamento e exibição em tempo real de links entre os dispositivos conectados. Os links compartilhados irão apresentar uma breve descrição e uma imagem de exibição escolhida por inferência ao fazer uma breve análise dos metadados da página. Cada link também irá possuir um indicador do tipo de plataforma de origem e qual usuário foi responsável por seu compartilhamento.

5.2 Estrutura de Comunicação

A comunicação entre os dispositivos conectados se dará por meio de eventos emitidos através de uma comunicação bidirecional com o backend por meio de WebSockets. A figura a seguir exemplifica as interfaces utilizadas para identificar as mensagens transmitidas, sendo que todas as mensagens, quando recebidas, serão tratadas e despachadas para os componentes responsáveis utilizando nossa arquitetura Redux.

As interfaces a seguir tem como objetivo principal facilitar e formalizar o formato no qual os dados serão enviados nas mensagens transmitidas via WebSockets.

<INSERIR IMAGEM COM INTERFACES>

5.3 *Arquitetura*

A arquitetura foi dividida em três camadas principais, a fim de desacoplar e separar melhor o conceito e responsabilidade de cada uma. São elas:

Componentes - Definição e Implementação dos componentes
Aplicação - Integração dos componentes
Deploy - Empacotamento do projeto para distribuição
Essas camadas funcionam de forma unidirecional, sempre passando o resultado da anterior para a próxima, sendo que: Os componentes definidos e implementados são eventualmente integrados e por fim empacotados para distribuição em plataformas específicas. Com essa abordagem o projeto pôde ser desenvolvido de forma modular, pois cada camada não precisa se preocupar com a responsabilidade das demais e por serem implementadas de forma separada cada uma pode ser substituída por uma implementação diferente sem que o fluxo sofra consequências negativas.

5.4 *Camada de Componentes*

Nessa camada, os componentes são definidos e implementados utilizando Typescript, um superset da linguagem Javascript que oferece suporte a classes, interfaces, tipagem explícita, entre outras funcionalidades não suportadas pela versão atual do Javascript (ES5).

Ao utilizar essas funcionalidades os componentes implementados podem ser compartilhados de forma mais simples e provêm maior facilidade na sua reutilização por terem em sua definição um formato mais explícito.

Os componentes desenvolvidos foram separados em dois grupos principais, seguindo o exemplo sugerido por (Dan Abramov,) em componentes de apresentação e composição. Os componentes de apresentação são responsáveis por como os dados são apresentados e possibilitam um maior nível de reutilização por não salvarem nenhum estado próprio. Já os componentes de composição se preocupam em definir e implementar como as ações são tratadas e os dados se comportam internamente. Geralmente implementações desse tipo são compostas por sub-componentes de apresentação.

Durante a implementação dessa camada, foi possível perceber os benefícios das tecnologias escolhidas. O Typescript permitiu o uso de decorators juntamente com classes utilizando injeção de dependência para criação dos componentes, o que fez com que a codificação ficasse mais explícita e simples, possibilitando um maior nível de abstração e a utilização de metadados para configuração. A abordagem de tipagem explícita também se provou útil ao possibilitar inspeções do código sem a necessidade de execução do interpretador de JavaScript e que se alinhou de forma eficaz com a utilização de módulos, uma funcionalidade que durante a implementação do projeto ainda não possui suporte amplo pela versão atual do JavaScript. A separação do có-

digo em módulos permitiu que a reutilização se tornasse mais clara pois cada componente pôde ser separado em seu próprio módulo. Essa prática só foi adotada após algumas refatorações e se provou útil quando a aplicação começou a crescer pois cada componente utiliza o princípio de responsabilidade única e possui sua própria lógica, independente dos demais.

A utilização de conceitos de programação funcional também foram essenciais para a codificação eficiente desta camada. A minimização de efeitos colaterais com ampla utilização de funções puras, que utilizam o conceito de imutabilidade de parâmetros e possuem comportamento previsíveis, permitiu que os componentes implementados possuíssem comportamentos e escopos mapeados, fazendo com que sua reutilização se tornasse mais eficaz ao encapsular seu funcionamento interno e não modificando o escopo em que foram inseridos.

5.5 Camada de Aplicação

Essa camada é responsável por integrar os componentes implementados na camada anterior de tal maneira que o produto final possua uma árvore de componentes interconectados que possam representar a aplicação final. Essa proposta é a recomendação oficial da biblioteca utilizada, AngularJS (Angular JS,) e também respeita o paradigma de desenvolvimento baseado em componentes (DBC) (Roger S Pressman, 2011).

Além da integração dos componentes de forma estrutural, essa camada também é responsável pelo tratamento de mensagens externas e o encaminhamento de forma normalizada desses dados para outras partes da aplicação por meio do controle de estados.

Nessa camada foi também definido a arquitetura de estado da aplicação. Por utilizar websockets para comunicação externa, a aplicação necessita ser capaz de tratar diversos eventos assíncronos, além da simples entrada de dados por meio de formulários. Isso fez com que uma estrutura de estados utilizando o padrão de projeto Publish/Subscribe fosse implementada a fim de propagar e publicar tais eventos por toda a aplicação, porém, após os testes iniciais, foi detectado que muitas vezes os estados de variáveis independentes em partes distintas da aplicação não estavam sendo mantidos em sincronia. Esse fator, em adição à necessidade constante do desenvolvedor final sempre ser responsável por adicionar tratadores de eventos (event listeners) a fim de tratar tais mudanças, fez com que esse padrão de projeto fosse substituído por uma implementação que utiliza os conceitos de uma abordagem denominada Redux.

Esta abordagem utiliza alguns conceitos do padrão Publish/Subscribe e adiciona algumas definições imperativas a fim de prover, seguindo a própria documentação, um gerenciamento de estados com comportamento previsível e que possibilite traçar uma linha do tempo das mudanças realizadas ao utilizar conceitos como imutabilidade e funções puras (Redux, 2016).

<INSERIR CODIGO DE REDUCERS>

A abordagem também utiliza o conceito de ações explícitas e todas as mudanças de estados devem possuir uma ação correspondente que, por sua vez, deve ser emitida a fim de notificar as partes interessadas do evento ocorrido. Esta comunicação utiliza uma abordagem top-down de forma que todas as ações enviadas criam um novo estado que é repassado para todos os componentes, para que estes possam reagir da forma como foram definidos (Redux, 2016).

De uma forma geral, essa camada é uma abordagem abstrata que foca na composição dos componentes para que os mesmos, quando implementados na camada anterior, possam ser altamente reutilizáveis, necessitando apenas serem importados no local desejado para que possam ser utilizados. Isso permite que uma extensa gama de componentes possa existir e que o desenvolvimento da aplicação em si seja apenas a combinação destes de uma forma funcional, o que, como já foi dito, é um dos princípios do DBC.

5.6 *Camada de Deploy*

A camada final é a responsável por empacotar a solução implementada e incluir as funcionalidades necessárias para que essa possa ser executada em todas as plataformas suportadas. Isso é realizado utilizando scripts pré-determinados para cada plataforma com o intuito de possibilitar customizações específicas para cada uma delas, caso necessário.

Apesar ser responsável apenas pelo empacotamento, essa camada possui diferentes implementações por si só, tendo em vista que algumas plataformas não aceitam a combinação de HTML + CSS + Javascript para interpretação de forma nativa ou limitam recursos quando executados via WebView. Esta limitação exigiu que arquivos próprios fossem criados visando permitir a execução da aplicação nessas plataformas. Isso foi identificado ao decorrer da implementação quando ao gerar o projeto final da aplicação para empacotamento, era necessário adicionar scripts extras para que a plataforma conseguisse identificar a página como um WebApp. No caso do Ionic Framework, as plataformas suportadas na versão 2 não apresentaram esse problema, porém algumas vezes aplicações executando versões mais antigas na plataforma Android 4.4 ou inferior necessitaram ser embarcadas com um navegador próprio, a fim de viabilizar a identificação de diversos recursos nativos, aprimorar a performance e possibilitar um funcionamento transparente para o usuário final.

De forma similar, quando a aplicação foi inicialmente preparada para distribuição em computadores de mesa utilizando a ferramenta Electron, foi identificado a necessidade de adicionar arquivos e configurações extras a fim de permitir a renderização correta. O que foi identificado é que a ferramenta utiliza, fundamentalmente, duas threads, sendo uma responsável pelo código da aplicação e outra pela renderização do HTML. Essa separação, apesar de útil e performática, necessita um arquivo extra e configurações específicas para identificar momentos em que a aplicação necessita ser renderizada novamente, como por exemplo ao receber eventos

assíncronos via WebSockets quando fora de foco. Tal peculiaridade fez com que um script mais elaborado fosse desenvolvido a fim de permitir que as aplicações distribuídas por esse meio funcionassem da mesma forma que em aplicações sem essa separação de threads.

Durante a evolução do projeto essa camada foi a que mais sofreu alterações pois diversas vezes foi necessário alterar os scripts a fim de padronizar o processo de empacotamento de cada plataforma, chegando até a quase se tornar um ponto que poderia refutar a arquitetura por falta de ferramentas que permitissem sua implementação prática. Isso fez com que uma pesquisa mais aprofundada em ferramentas de automação fosse realizada e após uma refatoração com base nas lições aprendidas e com a adoção da ferramenta Gulp que trabalha com Streams de dados, foi possível implementar scripts expansíveis que possibilitaram o reuso de soluções e a padronização de tratamentos para casos específicos, fazendo com que a camada funcionasse de forma eficiente.

5.7 Principais Componentes

Seguindo a explicação da camada de componentes, essa seção tem por objetivo explicar de forma mais detalhada como se deu a codificação e identificação dos componentes desenvolvidos para o protótipo.

Com a utilização do Ionic Framework, foram desenvolvidos alguns componentes que representam as páginas da aplicação. Esses componentes podem ser indentificados no código por meio do decorator @Page e tem por objetivo definir a composição de uma página da aplicação. Esses componentes foram separados em pastas distintas que contêm, no mínimo, um arquivo .html para definição da estrutura da página utilizando tags HTML e componentes próprios com a linguagem de template do Angular, um arquivo .scss que é utilizado pelo pré-processados de CSS, Sass, para a definição da folha de estilo da página e um arquivo .ts onde a classe que implementa a página é definida utilizando o Typescript. Essa separação por pastas permite uma modularização das páginas e faz com que todo o código e folhas de estilo sejam tratados como privados, ou seja, não afetam as outras partes da aplicação, o que normalmente não acontece em aplicações web tradicionais e se provou extremamente útil considerando a abordagem de desenvolvimento de componentes reutilizáveis.

Alguns exemplos de componentes de página desenvolvidos no código são: HomePage, LoginPage e CreatorModalPage.

<INSERIR CODIGO DA PAGINA DE LOGIN>

Seguindo esse mesmo modelo de modularização, diversos outros componentes foram criados em pastas distintas ainda respeitando os conceitos sugeridos por (Dan Abramov, 2015) de forma a otimizar a reutilização. Diferente das páginas, alguns componentes podem não apresentar um arquivo .html pois podem não necessitar de renderização. Durante a implementação

do projeto, foi possível reparar que os componentes menores eram reutilizados em maior quantidade e que a composição de componentes se provou mais útil do que a extensão dos mesmos. Esse fato apoia os conceitos da abordagem do DBC e fez com que a abstração, encapsulamento e modularização estivessem no cerne dos componentes desenvolvidos.

Alguns exemplos de componentes desenvolvidos são: `UrlPreview`, `UrlContentPreview`, `UrlImagePreview`, `UrlMessageForm`, `UrlList`, `UrlListItem`, `WelcomeMessageCard`, `NewMessageButton`.

5.8 Telas do Protótipo

Adicionar prints

6 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento bem sucedido do protótipo utilizando a arquitetura sugerida, é possível concluir que o desenvolvimento de aplicações híbridas multiplataformas utilizando o mesmo código compartilhado é viável e possui capacidade para ser utilizada em diversas aplicações.

Com a utilização das ferramentas existentes nas etapas aqui registradas foi possível desenvolver uma solução expansível que possui uma certa gama de funcionalidades úteis e não totalmente simplórias de uma forma satisfatória. O nível de customização e qualidade final de renderização e reutilização também foram aceitáveis, indicando que a arquitetura utilizada possa servir de base para outras aplicações em variados contextos.

De uma forma geral, a arquitetura, apesar de expansível e modular, só foi testada com uma certa gama de ferramentas específicas em cada camada, ficando a substituição de cada ferramenta um trabalho futuro a fim de aprimorar o desacoplamento e diminuir as dependências da arquitetura em ferramentas específicas, focando mais em conceitos de responsabilidades do que implementações específicas.

Referências

- ANTONIOL, G.; PENTA, M. Di; HARMAN, M. A robust search-based approach to project management in the presence of abandonment, rework, error and uncertainty. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOFTWARE METRICS, 10, 2004, New York. **Proceedings...** Washington: IEEE Computer Society, 2004. v. 1, n. 1, p. 172–183.
- BAEZA-YATES, Ricardo; RIBEIRO-NETO, Berthier. **Recuperação da informação: conceitos e tecnologia das máquinas de busca**. 2. ed. [S.l.]: Bookman Companhia Editora Ltda, 2013.
- CORDEIRO, Fábio Leandro Rodrigues. **Estudo comparativo entre plataforma monoprocessada e clustercomputing sobre as métricas de desempenho**. 2010. 46f. Monografia (Conclusão de curso) — Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Guanhães.
- DOVZAN, Dejan; LOGAR, Vito; SKRJANC, Igor. Solving the sales prediction problem with fuzzy evolving methods. In: IEEE CONGRESS ON EVOLUTIONARY COMPUTATION, 1, 2012, Brisbane. **Proccedings...** Washington: IEEE, 2012.
- ENGENHARIA DE SISTEMAS DE CONHECIMENTO. (ESC) **Eletrocad módulo altimetria. Versão 1**. [S.l.]: Engenharia de Sistemas de Conhecimento, 2013.
- EXODO. In: A BÍBLIA:.. tradução ecumênica. São Paulo: Paulinas, 2002.
- FERNEDA, Edberto. **Recuperação de Informação: Análise sobre a contribuição da Ciência da Computação para a Ciência da Informação**. 2003. Dissertação (Mestrado).
- GROPP, W. **Beowulf cluster computing with linux**. 2. ed. Cambridge: MIT Press, 2003. 618 p.
- GÓES, Luís Fabrício Wanderley. **Automatic Skeleton-Driven performance optimizations for transactional memory**. 2012. Tese (Doutorado) — The University of Edinburgh, Edinburgh.
- GÓES, L. F. W. et al. Computação em grade: Conceitos, tecnologias, aplicações e tendências. In: L. F. W. GÓES. **Escola Regional de Informática de Minas Gerais**. Belo Horizonte: ERI MG, 2005. cap. 11, p. 40.
- HABERMAS, Jürgen. Trabalho e interação: notas sobre a filosofia do espírito de Hegel em Iena. In: HABERMAS, J. **TESTANDO. Técnica e ciência como "ideologia"**. Lisboa: Ed. 70, 1997. p. 163–211.
- KNUTH, D. E. **The art of computer programming**. 16. ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 1968.
- PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. **Padrão PUC Minas de Normalização**: normas da ABNT para apresentação de teses, dissertações, monografias e trabalhos acadêmicos. 9. ed. rev. ampl. atual. Belo Horizonte: PUC Minas, 2012. Disponível em: <<http://www.pucminas.br/biblioteca/>>. Acesso em: 6 de set. 2013.
- PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional**. 7. ed. [S.l.: s.n.], 2011.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A Guide to the project management body of knowledge (PMBOK guides)**. Pennsylvania: Project Management, 2004.

RIBEIRO, Anna Izabel João Tostes. **Representações neural e fuzzy de controle de admissão de chamadas para redes E-UMTS**. 2010. Dissertação (Mestrado) — Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Informática, Belo Horizonte.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de Software**. 8. ed. [S.l.: s.n.], 2007.

TEIXEIRA, Edilberto P.; LAFORGA, Gilson. An analysis of some neuro-fuzzy approaches for the control of nonlinear systems. **Ciência & Engenharia**, Uberlândia, v. 4, n. 1, p. 7–12, jan./jun. 1995.