

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS BENTO GONÇALVES

LIMITAÇÕES DO HTML5
NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS MULTIPLATAFORMA

JEAN CARLO MACHADO

Bento Gonçalves, Dezembro 2015

JEAN CARLO MACHADO

LIMITAÇÕES DO HTML5
NO DESENVOLVIMENTO DE JOGOS MULTIPLATAFORMA

Monografia apresentada junto ao Curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Bento Gonçalves, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador: Mr. Rafael Jaques

Bento Gonçalves, Dezembro 2015

RESUMO

LLorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

orem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Palavras-chave: HTML5, Limitações, Jogos, Multiplataforma

ABSTRACT

LLorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

orem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

Palavras-chave: HTML5, Limitações, Jogos, Multiplataforma

LISTA DE FIGURAS

4.1	Suite HTML5	10
-----	-----------------------	----

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	1
1.1	JOGOS	1
1.1.1	BENEFÍCIOS	1
1.1.2	O MERCADO	1
1.1.3	JOGOS E MULTIPLATAFORMA	1
1.1.4	HTML E MULTIPLATAFORMA	1
1.1.5	LIMITAÇÕES DE JOGOS MULTIPLATAFORMA COM HTML5	1
1.2	ESTE TRABALHO	2
1.2.1	O JOGO	2
2	PROBLEMA	3
2.1	OBJETIVOS	3
2.1.1	OBJETIVO GERAL	3
2.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3	JUSTIFICATIVA	5
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
4.1	JOGOS	6
4.1.1	GÊNEROS	6
4.1.2	MECÂNICA	6
4.2	JOGOS MULTIPLATAFORMA	6
4.2.1	JOGOS WEB	7
4.2.2	JOGOS HÍBRIDOS	7
4.2.3	DESENVOLVIMENTO DE JOGOS NATIVOS	8
4.3	WEB	8
4.3.1	OPEN WEB	8
4.4	HTML	9
4.5	CSS	10
4.5.1	Transições	11
4.6	JAVASCRIPT	11
4.6.1	ASM.JS	12
4.7	DOCUMENT OBJECT MODEL	13
4.8	RENDERIZAÇÃO	13
4.8.1	SVG	13

4.8.2	CANVAS	13
4.9	WEBGL	14
4.10	Codecs	14
4.11	AUDIO	14
4.11.1	TAG AUDIO	14
4.11.2	API DE AUDIO	15
4.12	VIDEO	15
4.13	OFFLINE E ARMAZENAMENTO	15
4.13.1	Aplicações offline	15
4.13.2	LOCAL STORAGE	16
4.13.3	WEB SQL	16
4.14	ENTRADA DE COMANDOS	16
4.14.1	DISPONIBILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO	16
4.15	INSTALAÇÃO	16
4.16	ANDROID	17
4.17	NAVEGADORES	17
4.17.1	BIBLIOTECAS WEB	17
4.18	TRABALHOS SIMILARES	17
4.19	O JOGO	18
4.20	MECÂNICA	18
4.21	IMPLEMENTAÇÃO	18
5	METODOLOGIA	19
6	RESULTADOS	20
6.1	LIMITAÇÕES	20
6.1.1	VERSÕES	20
6.1.2	OFFLINE	20
6.1.3	AUDIO	20
6.1.4	SVG	21
6.1.5	VIDEO	21
7	CONCLUSÕES	22
7.0.1	TRABALHOS FUTUROS	22
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
A	CONVERSORES PARA HTML5	24
B	METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA A CONSTRUÇÃO DE GAMES	25
C	AMBIENTES PARA DESENVOLVIMENTO HTML5	26
C.1	Frameworks de jogos	26
C.2	JAVASCRIPT NÃO OBSTRUTIVO	27
C.3	NODEJS	27

D	ALTERNATIVAS AO JAVASCRIPT	28
D.1	TYPESCRIPT	28
D.2	DART	28
E	SISTEMAS DE BUILDING	29
E.1	SOURCE MAPS	29
E.2	CROSSWALK	29
E.3	PHONEGAP	29
E.4	PHONEGAP CLOUD	29

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 JOGOS

1.1.1 BENEFÍCIOS

Desenvolvedores de jogos web podem rapidamente satisfazer as necessidades de seus jogadores, mantendo-os leais a tecnologia HTML5 (Zhang 2012).

A maioria dos desenvolvedores demonstra interesse para o HTML5. (referenciar)

O tempo de desenvolvimento de uma aplicação em HTML5 é 67% menor (referenciar) que aplicações nativas. Isso mostra o custo efetivo de aplicações baseadas em HTML5.

A real vantagem de aplicações em HTML5 é o suporte horizontal entre as plataformas - que é a maior razão por trás do custo efetivo. (HASAN et al, 2012)

1.1.2 O MERCADO

A maior dificuldade em capturar uma base de usuários é que o mercado de dispositivos móveis é muito fragmentado e não existe uma única plataforma popular. (HASAN, 2012)

Segundo Janiszewski 2014: 80% do tempo total gasto usando dispositivos móveis é para a utilização de aplicativos, e 32% é para jogar vídeo games.

1.1.3 JOGOS E MULTIPLATAFORMA

1.1.4 HTML E MULTIPLATAFORMA

1.1.5 LIMITAÇÕES DE JOGOS MULTIPLATAFORMA COM HTML5

Funcionalidades foram disponibilizadas de diversas fontes e não foram construídas de forma consistente com as demais. Além disso, devida a única característica da Web, erros de implementação se tornam frequentes, e muitas vezes se tornam o padrão, pois outras funcionalidades dependem destas primeiras antes que elas estejam estáveis. (W3C manual)

Enquanto o HTML é desenvolvido muitas das funcionalidades disponibilizadas são testadas em apenas um pequeno conjunto de navegadores para um pequeno conjunto de versões (referência 2). Isso acarreta em suporte inconsistente. A forma mais segura de garantir suporte é testando em todas as versões alvo, todavia essa solução não é prática. (ref. 2)

Os desenvolvedores de navegadores podem interpretar/implementar as especificações erroneamente aumentando os problemas de compatibilidade.

1.2 ESTE TRABALHO

Este projeto propõe analisar as limitações do HTML5 quanto relativo a construção de jogos multiplataforma. Através de revisão bibliográfica e da criação de um protótipo de jogo multiplataforma.

Um tratado completo sobre o assunto requiriria um comparativo entre jogos desenvolvidos nativamente e jogos em HTML5.

1.2.1 O JOGO

Para a análise prática das limitações foi escolhido um jogo de matemática simples. Consistindo na geração de equações com um candidato de resposta. Cabe ao usuário informar se o resultado apontado pelo jogo está correto ou não.

Porquê escolhi esse tipo de jogo?

2 PROBLEMA

A carência de definições concretas sobre a viabilidade da atual versão do HTML5 - aplicado ao desenvolvimento de jogos. O senso comum, acostumado com soluções nativas, acabam por monopolizar à construção de jogos nativos.

Os custos introduzidos no ciclo vida de um jogo, para diversas plataformas, é muito alto para ser considerado trivial. Cerca de 65% mais altos (segundo trabalho 2)

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 OBJETIVO GERAL

Identificar possíveis limitações no processo de desenvolvimento de jogos multiplataforma oriundas do atual estado de definição e implementação do HTML5.

Não é objetivo deste trabalho demonstrar os pontos fortes do HTML5, apenas suas limitações. Também não é objetivo deste trabalho comparar o HTML com outras tecnologias de desenvolvimento de jogos, como Flash Player, Silverlight ou alternativas Desktop.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar as limitações de desenvolvimento de jogos nas plataformas Android e navegadores Desktop Google Chrome e Firefox. Os navegadores foram testados em suas últimas versões.

Optamos por Android, e não IOS, pois o primeiro contém a vasta maioria do mercado de dispositivos inteligentes, e por termos maior experiência na já mencionada plataforma.

Construir um protótipo que colabore para a fundamentação prática do assunto.

Pretende-se também estudar os seguintes tópicos do desenvolvimento de jogos, relativos ao HTML5:

Vahatupa 2014 cita que video, audio, drag and drop, funcionalidades de gráficos e armazenamento off-line são aspectos importantes do HTML5 para o desenvolvimento de jogos.

Com base nos estudos efetuados e na experiência adquirida elencamos os seguintes itens que serão abordados neste estudo.

- Performance
- Depuração
- Diferenças em tamanho de tela

- Canvas
- Empacotadores HTML5
- Eventos de entrada
- Vibração
- Acelerômetro
- Armazenamento
- Disponibilização de assets (controle de tamanhos, cache, etc)
- Aplicações offline
- CSS media queries

Elaborar uma lista de limitações e correlacionar os dados de acordo com as plataformas.

3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que este trabalho busca mapear possíveis problemas do desenvolvimento multiplataforma em HTML ele serve para apoiar e justificar decisões relativas ao desenvolvimento de jogos multiplataforma.

Tem potencial apontar os pontos chave que necessitam de melhorias no HTML, consequentemente colaborando para a melhoria da própria especificação. Estimular e avançar o estudo da implementação da Open Web;

A opinião comum tende para soluções nativas em detrimento do desenvolvimento de jogos, este trabalho pretende desafiar esta concepção.

Muitos desenvolvedores estão familiarizados com as tecnologias da WEB ou apontam interesse na tecnologia.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 JOGOS

Segundo (Lemes 2009) jogo digital constitui-se em uma atividade lúdica composta por uma série de ações e decisões, limitada por regras e pelo universo do game, que resultam em uma condição final.

Video games melhoram as funções cognitivas, melhoram as capacidades criativas, e motivam uma visão positiva diante a falha (Granic, Lobel e Engels 2014).

4.1.1 GÊNEROS

Uma classificação de jogos em gêneros é uma tarefa complexa. Segundo (Granic, Lobel e Engels 2014):

Pela diversidade em itens e gêneros e a vasta quantidade de dimensões que os video games se encontram, uma taxonomia dos jogos contemporâneos é extremamente difícil de desenvolver (muitos já tentaram) .

Não obstante alguns padrões são discerníveis quanto aos jogos da web.

Os primeiros jogos eram limitados a tecnologias presentes, um gênero de que se desenvolveu bem foram os jogos de estratégia como o Travian.

Com as novas possibilidades do tecnológicas novas possibilidades e gêneros de jogos podem ser explorados na web.

4.1.2 MECÂNICA

A mecânica é composta pelas regras do jogo. Quais as ações disponíveis aos usuários, é fortemente influenciada pela categoria do jogo em questão.

4.2 JOGOS MULTIPLATAFORMA

Jogos em plataformas móveis trazem um novo conjunto de desafios para produtores de jogos. Um destes desafios é fornecer feedback suficiente para o jogador pois o dispositivo é limitado em proporções, som, tela etc.

A interface tem que ser o mais intuitiva o possível. No caso de dispositivos móveis, quanto menos gestos necessários melhor. Tornar previsível causa e efeito é uma boa característica para

os jogos. Os desenvolvedores tem que evitar fazer o jogo para eles mesmos. E pela falta de crítica os designs tendem a ser ruins. Afinal o que os jogadores querem? LEMES (2009, pg XX) aponta alguns fatores procurados pelos usuários de jogos: Desafio, socializar, experiência solitária, respeito e fantasia.

Designers de jogos tem as seguintes possibilidades arquiteturas quando em face de desenvolver um novo jogo: Criar um jogo web, um jogo híbrido, ou nativo. As opções serão descritas abaixo.

4.2.1 JOGOS WEB

Um jogo web é um jogo que utiliza o HTML e ferramentas correlacionadas para sua construção. Este tipo de jogo é o que será abordado neste trabalho.

Entre seus pontos positivos pode-se listar:

- Necessitam de uma única base de código e pode rodar em todas as plataformas;
- Contém a mais vasta gama de desenvolvedores e muitos interessados em aprendê-la;
- Seus custos são inferiores, aos do desenvolvimento nativo devido a inexistência de duplicação da base de código;
- Não requerem instalação ou atualizações manuais
- Sua distribuição é superior ao estilo convencional de aplicações desktop(Vahatupa 2014)

Os pontos negativos dessa abordagem são o principal foco deste trabalho.

Mas a um nível macroscópico podemos citar:

- Programas que rodam na web são geralmente mais lentos que os nativos;
- Por falta de especificação ou incompletude de implementação.
- Nem todos os recursos disponíveis através das SDK's nativas estão presentes através do HTML5.

Além dos jogos web, há a possibilidade de criar jogos híbridos e nativos.

4.2.2 JOGOS HÍBRIDOS

Jogos híbridos são jogos geralmente desenvolvidos com tecnologias da web que rodam nativamente.

4.2.3 DESENVOLVIMENTO DE JOGOS NATIVOS

Pontos fortes:

- Habilita a melhor experiência de usuário pois permite utilizar ao máximo os recursos e funcionalidades dos dispositivos.

Pontos fracos:

- Porém, devido a cada plataforma conter seu próprio sistema operacional, com seus próprios *SDK's* totalmente incompatíveis, os desenvolvedores são forçados a desenvolver uma versão do jogo para cada plataforma alvo.
- Requer mais pessoas, e maior custo com possivelmente parte do mercado não atendido de qualquer forma.

4.3 WEB

4.3.1 OPEN WEB

A OWP (*Open Web Platform*), uma coleção de tecnologias livres, amplamente utilizadas e padronizadas. Quando uma tecnologia se torna amplamente popular, através da adoção de grandes empresas e desenvolvedores ela se torna candidata a adoção pela OWP.

Mais do que um conjunto de tecnologias Open Web, é um conjunto de filosofias as quais a web se baseia.

Neste conjunto inclui-se:

- Descentralização;
- Transparência;
- Relevância;
- Imparcialidade;
- Consenso;
- Disponibilidade;
- Manutibilidade;

A tecnologia chave que inaugurou e alavancou este processo é o HTML.

4.4 HTML

HTML (*Hyper Text Markup Language*) é uma linguagem de marcação que define a estrutura semântica do conteúdo das páginas da web. Criada por Tim Berners Lee em 1989 e oficialmente mantida pela W3C.

A parte denominada: "Hipertexto", refere-se a links que conectam páginas umas as outras, fazendo a Web como conhecemos hoje (Mozilla 2015).

HTML foi especificado baseando-se no padrão SGML (Standard Generalized Markup Language).

Alguns benefícios do SGML são:

- Documentos declaram estrutura, diferentemente de aparência - possibilitando otimizações nos ambientes de uso (tamanho de tela, etc);
- São portáteis devido a definição de tipo de documento (DTD);

A atual versão do HTML é o HTML5, desenvolvido como um trabalho em conjunto entre a WHATWG e a W3C. Seu rascunho foi proposto em 2008 e ratificado em 2014. Após 2011, a última chamada de revisão do HTML5, a WHATWG decidiu renomear o HTML5 para HTML (*HTML is the new HTML5*). Não obstante, o termo HTML5 permanece em grande utilização.

Antes de HTML5 várias versões foram propostas, algumas radicais em seus conceitos, como o XHTML4; o qual quebrava praticamente toda a compatibilidade com as versões anteriores do HTML.

A maioria das versões HTML de grande sucesso foram versões de retrospectiva ("*retro-specs*"). Versões que não tentavam idealizar a linguagem entrando em sincronia com os requerimentos do mercado enquanto em busca da direção correta (*Dive into HTML5*).

Diferentemente de XML, HTML não pode ser decodificado através de *tokenizers* convencionais. Isso deve-se ao fato do HTML ser amigável com o programador, aceitando erros de sintaxe, dependente de contexto, buscando entregar a melhor aproximação possível. Esse "recurso" deu origem a uma especificação para renderizar HTML.

Uma página HTML consiste de elementos que podem ter seu comportamento alterado através de atributos.

Um elemento é o abrir fechar de uma tag e todo o conteúdo que dentro dele reside (*HTML and CSS - Design and Build Websites*).

O HTML5 introduziu elementos interativos que viabilizaram a construção de jogos para a plataforma como: Canvas, áudio, vídeo.

Na versão inicial o HTML contava com 18 elementos. Atualmente existem mais de cem elementos no HTML5 (*Dive into HTML5*).

Os criadores de navegadores constantemente introduziam elementos de apresentação com o blink, itálico, e bold, que eventualmente acabavam por serem inclusos na especificação. Foi somente nas últimas versões que elementos de apresentação voltaram a ser proibidos reforçando



Fig. 4.1: Suite HTML5

as propostas chave HTML como uma linguagem de conteúdo semântico, abrindo espaço para a expansão de outras tecnologias como o CSS para responder as demandas de apresentação.

Visto que o HTML5 é uma especificação viva, nenhum navegador o suporta completamente. Cabe ao desenvolvedor detectar navegadores que não comportam as necessidades tecnológicas e prover uma alternativa ou ao menos notificar o usuário. Uma boa referência de recursos suportados pelos navegadores é o site <http://caniuse.com/>.

Além da convencional linguagem de marcação; HTML5 ou "HTML5 e amigos" é muitas vezes interpretado como um conceito guarda chuva para designar as tecnologias da web HTML, CSS3 e JavaScript.

4.5 CSS

É uma linguagem de folhas de estilo, criada por Håkon Wium Lie em 1994, com intuito de definir a apresentação de páginas HTML.

Possibilitam ligação tardia **late biding**. Essa característica é atrativa para os publicadores por dois motivos. Primeiramente pois permite o mesmo estilo em várias publicações, segundo pois os publicadores podem focar-se no conteúdo. Lie

O CSS é dividido em módulos, contendo aproximadamente 50 deles, cada qual evoluindo separadamente.

Sua última versão, o CSS3, introduziu várias funcionalidades relevantes para jogos, como **media-queries**: possibilitam regras para tamanhos de tela, transformações 3D e animações.

Os navegadores interpretam CSS através da tag “<style>”.

Muitos navegadores também suportam aceleração de GPU (Unidade de processamento gráfico) para elementos que tenham transformações 3D.

Flow de documento, ordem e posição em que os elementos tem que aparecer na página. Modelo de caixa o que encapsula o conteúdo em um elementos.

4.5.1 Transições

É uma forma de adicionar animações de um estado para outro, em uma página web.

4.6 JAVASCRIPT

EMACScript, melhor conhecido como JavaScript, criada por Brendan Eich em 1992, é a linguagem da Web. Devido a tremenda popularidade entre comunidade de desenvolvedores a linguagem foi abraçada pela W3C e atualmente é um dos componentes da *Open Web Platform*.

As definições da linguagem são descritas na especificação ECMA-262. Esta possibilitou o desenvolvimento de outras implementações além da original - *SpiderMonkey* - como o Rhino, V8 e TraceMonkey; bem como outras linguagens similares como JScript da Microsoft e o ActionScript da Adobe.

JavaScript é uma linguagem de script. Segundo a Ecma Internacional 2012:

Uma linguagem de script é uma linguagem de programação que é usada para manipular e automatizar os recursos presentes em um dado sistema. Nesses sistemas funcionalidades já estão disponíveis através de uma interface de usuário, uma linguagem de script é um mecanismo para expor essas funcionalidades para um programa protocolado.

A intenção original era utilizar o JavaScript para dar suporte aos já bem estabelecidos recursos do HTML, como para validação, alteração de estado de elementos, etc. Em outras palavras, a utilização do JavaScript era opcional e as páginas da web deveriam continuar operantes sem a presença da linguagem.

Com a construção de projetos Web cada vez mais complexos, as responsabilidades delegadas ao JavaScript aumentaram a ponto que a grande maioria dos sistemas web não funcionarem sem ele. Não obstante, JavaScript não evoluiu ao passo da demanda e muitas vezes carece de definições expressivas, completude teórica, e outras características de linguagens de programação mais bem estabelecidas, como o C++ ou Java (Barnett, 2013). A nova versão do JavaScript, o JavaScript 6, é um esforço nessa direção. JavaScript 6 ou *EMACScript Harmonia*, contempla vários conceitos de orientação a objetos como classes, interfaces, herança, tipos, etc.

Estes esforços de padronização muitas vezes não são rápidos o suficiente para produtores de software web, demora-se muito até obter-se um consenso sobre quais as funcionalidades desejadas em determinada versão e seus detalhes de implementação. Outrossim, uma vez definidas as especificações, é necessário que os distribuidores do JavaScript implementem o especificado.

Alternativamente, existe uma vasta gama de conversores de código - *transpilers* - para JavaScript; possibilitando programar em linguagens formais e posteriormente gerar código JavaScript. Não obstante, essa alternativa tem seus pontos fracos, necessita-se de mais tempo de

depuração, visto que o JavaScript gerado não é conhecido pelo desenvolvedor, e provavelmente o código gerado não será tão otimizado, nem utilizará os recursos mais recentes do JavaScript.

Mesmo com suas fraquezas amplamente conhecidas, JavaScript está presente em praticamente todo navegador atual. Sendo uma espécie de denominador comum entre as plataformas. Essa onipresença torna-o integrante vital no processo de desenvolvimento de jogos multiplataforma em HTML5. Vários títulos renomeados já foram produzidos que fazem extensivo uso de JavaScript, são exemplos: Candy Crush Saga, Angry Birds, Dune II, etc.

Jogos Web são escritos na arquitetura cliente servidor, JavaScript pode rodar em ambos estes contextos, para tanto, sua especificação não define recursos de plataforma. Distribuidores do JavaScript complementam a o JavaScript com recursos específicos para suas plataformas alvo. Por exemplo, para servidores, define-se objetos de terminal, acesso a arquivos e dispositivos, etc. No contexto de cliente, são definidos objetos como janelas, frames, DOM, etc.

Para o navegador o código JavaScript geralmente é disposto no elemento “script” dentro de arquivos HTML. Quando os navegadores encontram esse elemento eles fazem a requisição para o servidor e injetam o código retornado no documento, e a não ser que especificado de outra forma, iniciam sua execução.

4.6.1 ASM.JS

Asm.js é um subconjunto da sintaxe do JavaScript a qual permite grandes aumentos de performance quando em comparação com JavaScript normal. No contexto dos jogos performance é usualmente um recurso estimável, asm.js consegue-o supra utilizando recursos que permitam otimizações antes do tempo **ahead of time optimizations**. Entretanto, não é trivial escrever código em asm.js e geralmente a geração de código asm.js é feita através da transpilação de outras linhagens como C.

Muita da performance adicional em relação ao JavaScript é devido a consistência de tipo e a não existência de um coletor de lixo (memória é gerenciada manualmente através de um grande vetor). Esse modelo simples desprovido de comportamento dinâmico, sem alocação e desalocação de memória, apenas um bem definido conjunto de operações de inteiros e flutuantes possibilita grade performance e abre espaço para otimizações.

4.7 DOCUMENT OBJECT MODEL

É uma convenção que especifica como elementos HTML interagem.

A primeira versão do DOM, (DOM Legacy) foi parcialmente especificada no HTML4.

O DOM é também uma forma de manter estado em páginas HTML.

Os navegadores contam com as engines de layout para parsear HTML em DOM.

A atual versão do DOM é a versão 3

4.8 RENDERIZAÇÃO

Renderização é parte fundamental de muitos jogos. As tecnologias atualmente existentes são o SVG e Canvas.

4.8.1 SVG

SVG (*Gráficos de vetores escaláveis*), é uma linguagem baseada em XML para marcar vetores bidimensionais e mapa de bits (Kuryanovich et al. 2014).

Entre os benefícios do SVG encontram-se:

- Não há diferença de qualidade em resoluções pois os vetores são escaláveis;
- Suporta animações nativamente;
- Conta com integração através da api do DOM. Tornando simples a integração com as outras tecnologias da web.

Abaixo segue um exemplo de um círculo em SVG.

```
<svg height="100" width="100">
  <circle cx="50" cy="50" r="40" stroke="black" stroke-width="3"/>
  Sorry, your browser does not support inline SVG.
</svg>
```

4.8.2 CANVAS

A tag *canvas* define uma camada de mapa de bits em documentos HTML que pode ser desenhada através de JavaScript.

O canvas é um retângulo em uma página web onde pode-se usar JavaScript para desenhar qualquer coisa (*Dive into HTML5*).

A API canvas cresceu com o tempo, e algumas funcionalidades (como texto), foram adicionadas tardiamente. E alguns navegadores lançaram antes da especificação estar completa (*Dive into HTML5*).

Permite desenhar diagramas, gráficos e animações [7]. É baseado em bitmap.

Muitas vezes lento. Algumas soluções híbridas buscam arrumar isso através da utilização de GPU Apache Cordova utiliza o FastCanvas.

CocoonJS é um aplicativo híbrido que preenche a fraca implementação de OpenGL nos dispositivos móveis possibilitando se desenvolver em WebGL.

4.9 WEBGL

Baseado no OpenGL.

WebGL não foi utilizada no trabalho apesar de ser de grande relevância no processo de jogos pois ainda não está completamente especificada e a dificuldade e escopo do projeto aumentariam muito se tivessem de incluir um jogos 3D. Versão da especificação atual?

4.10 Codecs

Para falar sobre audio e vídeo precisamos primeiramente introduzir o conceito de codecs.

Codecs é uma área problemática do HTML5. Segundo *Dive into HTML5* não existe uma única combinação de containers e codecs que funcionem em todos os navegadores.

4.11 AUDIO

Áudio é um componente vital para oferecer imersão e feedback aos usuários de jogos. Efeitos de som e música podem servir como mecanismo. Por outro lado, jogadores tem baixa tolerância a volume, deve ser utilizado com cautela.

Segundo Vahatupa 2014 em sido difícil construir aplicações sofisticadas e interativas sem a utilização de plugins para áudio.

O componente de áudio é especialmente útil para jogos de ação (Vahatupa 2014).

4.11.1 TAG AUDIO

A tag <audio> define um som dentro de um documento HTML. Quando o elemento é renderizado pelos navegadores, ele carrega o conteúdo que pode ser reproduzido pelo player de audio do navegador. Existem muitas discrepâncias entre os formatos aceitáveis pelos navegadores. É um tanto limitada quanto comparada ao áudio de múltiplos canais disponibilizados por SDKs nativas.

4.11.2 API DE AUDIO

É uma interface de audio experimental para JavaScript. Provê maior flexibilidade na manipulação de audio. Essa tecnologia é muito mais nova do que a tag áudio.

FORMATOS DE ÁUDIO

4.12 VIDEO

Antes do HTML5 era impossível adicionar vídeos nas páginas sem a utilização de algum plugin.

A especificação define uma tag *video* que pode ser embida em uma página HTML. Segundo *Dive into HTML5* não existem restrições quando ao codec de vídeo ou áudio, um elemento vídeo

pode fazer referência a múltiplos arquivos de vídeos, cabe ao navegador decidir qual arquivo de fato será executado.

Os navegadores não concordam em qual formato de vídeo suportar. Uma tag vídeo pode apontar para vários arquivos em diversos formatos, e os navegadores que suportarem determinado irão escolhê-lo.

Codec - é o algoritmo usado para encodificar o vídeo em um conjunto de bits *Dive into HTML5*.

Um formato de vídeo é a combinação de várias tecnologias.

AVI e MP4 são apenas containers de formatos. Como um arquivo zip, podendo conter qualquer coisa dentro de si (*Dive into HTML5*).

Existem formatos desenvolvidos especificamente para a Web. Buscam uma razão de tamanho e qualidade aceitável, mas prezando por tamanho. A maioria dos codecs de vídeo não mudam todo o conteúdo de um frame para o próximo, possibilitando maiores taxas de compressão, que resulta em arquivos menores (*Dive into HTML5*).

4.13 OFFLINE E ARMAZENAMENTO

Uma das grandes limitações do HTML era a ausência de capacidade de armazenamento de dados. Armazenamento no lado do cliente é um requerimento básico para qualquer aplicação moderna. Essa área era onde as aplicações nativas detinham grande vantagem sobre as aplicações web. O HTML5 solucionou este problema introduzindo várias formas de armazenamento de dados. (HASAN et al, 2012)

4.13.1 Aplicações offline

At it's simplest, an off-line web application is a list of URLs - HTML, CSS, JavaScript, images or any other kind of resource (*Dive into HTML5*)

4.13.2 LOCAL STORAGE

Também conhecido como WebStorage na especificação do HTML5. Provê uma forma de armazenar os dados como chave valor dentro do navegador. Os dados são persistidos mesmo que o navegador seja fechado.

4.13.3 WEB SQL

Um banco de dados SQLite embutido no navegador. Permite tabelas relacionais. O tamanho padrão do banco de dados é 5 megabytes e pode ser estendido pelo usuário.

Segundo *Dive into HTML5*

(about web sql) ...all interested implementors have used the same SQL backend (Sqlite), but we need multiple independent implementations to proceed along a

standardisation path. Until another implementor is interested in implementing this spec, the description of the SQL dialect has been left as simply a reference to Sqlite, which isn't acceptable for a standard.

4.14 ENTRADA DE COMANDOS

Na construção da grande maioria dos jogos é muitas vezes imprescindível alta flexibilidade na gestão de entrada de dados. Este fator muito se amplia na criação de jogos multiplataforma, seja através de teclado, tela sensível ou sensor de movimentos, o importante é oferecer a melhor experiência possível por plataforma. O HTML5 trata todos estes casos abstratamente na forma de eventos, os quais podem ser escutados através de listeners. Os eventos básicos são: keydown (tecla baixa), keyup (tecla solta) e keypress (tecla pressionada).

Para detectar suporte aos mais variados recursos do HTML5 no navegador do cliente existem duas possibilidades. Pode-se implementar testes para cada funcionalidade utilizada abordando os detalhes de implementação de cada uma ou então fazer uso de alguma biblioteca especializada neste processo, o Modernizr é uma opção open-source deste tipo de biblioteca, este gera uma lista de booleanos sobre grande variedade dos recursos HTML5, dentre estes, geolocalização, canvas, áudio, vídeo e local storage.

4.14.1 DISPONIBILIZAÇÃO DA APLICAÇÃO

Links com manifestos

4.15 INSTALAÇÃO

Este método é benéfico pois possibilita ao usuário a mesma experiência ao adquirir uma aplicação normal. Este tipo de aplicação é comumente referido como "híbrido".

4.16 ANDROID

É um sistema operacional *open-source* desenvolvido pela Google. Utiliza o kernel Linux . Softwares para Android são geralmente escritos em Java e executados através da máquina virtual Dalvik.

É similar a máquina virtual Java, mas roda um . formato de arquivos diferenciado (dex), otimizados para consumir pouca . memória, que são agrupados em um único Android Package (apk) Android. permite a renderização de documentos HTML através de sua própria . API WEBVIEW. Ou através do navegador disponibilizado por padrão, ou . outros de terceiros como o Google Chrome, Firefox, Opera, etc .

No quesito jogos para dispositivos móveis é preferível disponibilizar os jogos através da interface nativa pois dá a sensação de continuidade para com os demais aplicativos instalados no dispositivo.

4.17 NAVEGADORES

Aplicações do lado do cliente geralmente se comunicam com um servidor através de documentos em HTTP. Quando o navegador recebe um destes pacotes em HTML ele começa o processo de renderização. A renderização pode requisitar outros arquivos a fim de completar a experiência desenvolvida para o endereço em questão.

Nos navegadores os usuários necessitam localizar a página que desejam, sabendo o endereço, ou pesquisando em buscadores. Isso é um processo árduo para as plataformas móveis pois necessitam maior interação do usuário e não são “naturais” se comparado ao modo normal de consumir aplicativos nestas mesmas plataformas – simplesmente adquirindo o aplicativo na loja e abrindo-o no sistema operacional. Alguns contornos para este problema serão descritos nas tecnologias offline.

Para transformar as instruções retornadas pelo servidor em algo útil para o usuário final os navegadores geralmente fazem uso de bibliotecas externas capazes de interpretar HTML5 e gerar o conteúdo iterativo.

4.17.1 BIBLIOTECAS WEB

O Google Chrome utiliza o Webkit para renderizar seu conteúdo HTML5. O webkit foi criado pela Apple baseando-se no motor de renderização do Konqueror do projeto KDE. Safari e Opera também fazem uso do Webkit. V8 para JavaScript.

O motor de renderização do HTML5 do Firefox é o XXX. O motor de JavaScript é o.

4.18 TRABALHOS SIMILARES

(Referência 2) Faz uma revisão de aspectos do HTML5 através da construção de um jogo. O autor foca muito nos aspectos de criação de jogos e feedback do desenvolvimento. Troca de tecnologias e não especificamente nas limitações conforme o meu trabalho. Em outras palavras seu escopo é mais genérico e não tão preciso quanto este

4.19 O JOGO

Finalizada a revisão bibliográfica será descrito os detalhes da implementação do jogo.

Devido ao fato deste trabalho explorar as limitações dos jogos em HTML5, optei por evitar a utilização de plugins e ferramentas de terceiros que pudessem ocultar alguma limitação.

Escolhi a simplicidade para não precisar ficar muito tempo aprendendo as coisas em detrimento do refinamento da pesquisa.

4.20 MECÂNICA

O jogo consiste em simplesmente em uma tela que apresenta equações e um possível resultado. Cabe ao jogador decidir se o resultado está certo ou errado. O tempo é um fator levado em consideração, quão mais rápido o jogador acertar se a afirmação está correta ou não, mais pontos ele receberá.

Argumentos à favor da escolha do game: Tem profundidade, permite a adição de novos recursos no futuro; É facilmente traduzível em tamanhos de telas diferentes e tipos de entrada de dados diferentes;

4.21 IMPLEMENTAÇÃO

Não tenho grande experiência com o desenvolvimento de jogos nem com o desenvolvimento em HTML5. Também para não interferir na pesquisa busquei não me distanciar do que é considerado padrão em ferramentas e métodos. Comecei escrevendo o aplicativo para o Navegador do desktop pois era o que estava mais acessível no momento. Mais tarde descobri que de fato é assim que se desenvolve.

5 METODOLOGIA

O primeiro passo consiste em definir as plataformas alvo do trabalho. Estas devem ser relevantes mercadologicamente ao desenvolvimento de jogos em HTML5.

Segue-se com a construção de uma lista com os recursos relevantes aos jogos que, sofrem ou são comumente ligados à limitações multiplataforma. Segue-se uma pesquisa para aprofundar teoricamente cada um dos recursos, possivelmente elegendo novos.

Com um baseamento teórico substancial, o próximo passo é a criação do protótipo de um jogo multiplataforma que utilize recursos analisados.

Para capturar todas as limitações presentes, o protótipo deve ser construído sem a ajuda de frameworks ou bibliotecas de terceiros. Eliminando a possibilidade de a limitação ter sido tratada por terceiros.

Motores de jogos também foram descartados, visto que na maioria dos casos dependem de bibliotecas de terceiros. Outrossim, motores de jogos não são amplamente difundidos no mercado de jogos de navegadores (Vahatupa 2014).

Com o protótipo concebido, o passo que segue é a enumeração, e descrição das limitações detectadas no processo de desenvolvimento e testes do jogo. Este detalhamento deve responder as seguintes perguntas:

- Quais as limitações foram encontradas no jogo?
- Em quais plataformas?
- Sob quais circunstâncias?
- As limitações puderam ser contornadas?
- Algum efeito colateral das limitações no jogo?
- Qual a categoria do problema: usabilidade, funcionalidade, manutibilidade, portabilidade ou performance? (segundo ISO)

Como recomendação geral, busca-se abster-se da utilização de plugins pois estes muitas vezes escondem limitações do HTML em si.

6 RESULTADOS

Durante a construção do jogo utilizei a estratégia de declarar todos os objetos relativos ao window e limitar o escopo. Isso se demonstrou uma boa forma de separar as responsabilidades.

Abaixo constam as limitações encontradas durante a pesquisa e concepção do jogo.

Muitos dos problemas dos jogos multiplataforma não são específicos dos jogos, mas aplicam-se a todos tipos de software (Bruins 2014).

6.1 LIMITAÇÕES

Apesar da grande maioria dos recursos dos dispositivos estar presente em HTML5 ainda existem muitas funcionalidades faltando para este tipo de aplicação. Por exemplo, não podemos mudar a imagem de fundo do dispositivo, ou adicionar toques etc. Similarmente, existem muitas APIs de nuvem como os serviços de impressão do iCloud ou Google cloud que estão disponíveis para aplicações nativas mas não para HTML5. Outros serviços utilitários como o C2DM do Google que está disponível para desenvolvedores Android para utilizar serviços de push também não estão disponíveis para o HTML5. (HASAN, 2012)

6.1.1 VERSÕES

A grande maioria dos dispositivos atualmente no mercado utilizam obsoletas de seus softwares. Isso dificulta o desenvolvimento. Se a tecnologia de tradução para o navegador utilizar o a classe Webview do Android - como o Apache Cordova faz - as versões mais antigas podem ser penalizadas com problemas de performance ou falta de recursos.

6.1.2 OFFLINE

Refresh duplo para ver assets cacheados. Ver: <http://buildnewgames.com/game-asset-management/>

6.1.3 AUDIO

Api de som quebra quando executado diversas vezes. Os navegadores variam na disponibilização de formatos aceitáveis Somente um áudio pode ser tocado no Navegador do Android Não é possível trocar o volume no IOS. Alguns navegadores favorecem formatos ogg (vorbis) e outros, como o Safari, favorecem o MP3.

O maior problema com as API's de áudio e de vídeo do HTML5 é a disputa entre os codecs dos navegadores. Por exemplo, Mozilla e Opera suportam Theora, já o Safari suporta H.264 que também é suportado pelo IE9. Ambos, Iphone e Android suportam H.264 em seus navegadores. A W3C recomenda OggVorbis e OggTheora para áudio e vídeo respectivamente. (HASAN et al, 2012)

6.1.4 SVG

Segundo Kuryanovich et al. 2014 a grande desvantagem do SVG é que quão maior o documento mais lenta a renderização.

6.1.5 VIDEO

Codecs

4. ASSETS

Trafegar muitos assets deixa o sistema lento.

Contorno Utilizando páginas de carregamento e/ou cache;

5. UI

É muito custoso desenvolver uma interfaces que pareçam nativas para cada dispositivo sem a utilização de plugins e ferramentas especializadas. Em termos gerais, trabalhar com proporções é positivo. Não obstante há casos, como o dos botões de certo e errado que a proporções ficam exageradas, nesses casos a utilizada de max-width é uma solução conveniente.

6. PERFORMANCE

De acordo com uma pesquisa, para um usuário uma tarefa é instantânea se ele leva até 0.1 segundos para ser executada. Se a tarefa toma aproximadamente um segundo então a demora será notada mas o usuário não se incomodará com ela. Entretanto, se a tarefa leva aproximadamente 10 segundos para terminar o usuário então começa a ficar aborrecido e esse é o limite que algum feedback deve ser dado para um usuário.

ACELERAÇÃO DE GPU

7. Acelerômetro

8. IMPLEMENTAÇÃO INCONSISTENTE DE APIs

9. TAMANHO DE TELA Em alguns casos o tamanho das telas pode ser um fator limitante – como no caso de jogos de estratégia. Jogadores com telas menores podem sair em desvantagem.

9. CÂMERA

10 . JavaScript Ciclo de vida demorado pois necessita que todos os consumidores da especificação entrem em consenso e implementem a.

11 Detecção de recursos Muitas das detecções de recursos é feita via JavaScript, isso força os desenvolvedores a fazer ao menos parte da marcação em JavaScript(*Dive into HTML5*).

Desktop/Firefox Desktop/Google Chrome Smatphone/Android

7 CONCLUSÕES

Não pude testar todos os métodos e ferramentas e versões à disposição, um trabalho completo demandaria esforços conjuntos de muitos indivíduos ou um período de tempo bem mais extenso.

Se uma empresa deseja produzir jogos nativos elas precisarão de vários desenvolvedores. Eu sozinho fui capaz de produzir um jogo em tempo razoável trabalhando com a plataforma web.

Por não utilizar frameworks e bibliotecas estou me distanciando dos casos da vida real.

Só poderemos considerar o HTML como uma especificação pronta quando for possível fazer tudo o que se faz nativamente com os dispositivos através de uma API web padronizada.

Muitas das limitações do HTML5 são contornáveis através de JavaScript.

O futuro dos jogos em HTML5 parece brilhante.

Neste trabalho revisamos tecnologias relevantes no desenvolvimento de jogos.

7.0.1 TRABALHOS FUTUROS

Trabalhos que explorem os benefícios mercadológicos do HTML5 em comparação com alternativas nativas. EMACSCRIPT 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bruins, Stefan (2014). “The current state of cross-platform game development for different device types”. Em:
- Duckett, Jon. *HTML and CSS - Design and Build Websites*.
- Granic, Isabela, Adam Lobel e Rutger C. M. E. Engels (2014). “The Benefits of Playing Video Games”. Em: *Radboud University Nijmegen*.
- Hickson, Ian. *HTML is the new HTML5*. Available at <https://blog.whatwg.org/html-is-the-new-HTML5> (2015/11/11).
- Janiszewski, Marek (2014). Tese de doutoramento. Vrije Universiteit Amsterdam.
- Kuryanovich, Egor et al. (2014). *HTML5 Games Most Wanted: Build the Best HTML5 Games*.
- Lemes, David de Oliveira (2009). Tese de doutoramento. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Mozilla (2015). *HTML*. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>.
- Pilgrim, Mark. *Dive into HTML5*.
- Vahatupa, Juha-Matti (2014). “On the development of Browser Games - Current Technologies and the Future”. Em:
- Zhang, Yu (2012). “Developing Effect of HTML5 Technology in Web Game”. Em: *International Journal on Computational Sciences and Applications (IJCSA)*.

A CONVERSORES PARA HTML5

Além da possibilidade de escrever em HTML, pode-se optar pela alternativa de utilizar-se um conversor de linguagens.

B METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA A CONSTRUÇÃO DE GAMES

Como o jogo é um software complexo demanda-se a utilização de metodologias de engenharia de software, dentre os processos de software mais conhecidos academicamente destacamos:

- OpenUP: este é bem detalhado e de característica iterativa e incremental. Gerando assim, um levantamento mais apurado dos riscos, requisitos e outros detalhes do sistema e a criação incremental do sistema, com requisitos maleáveis;

- Cascata: processo antigo, caracteriza-se por ser pouco maleável aos requisitos mapeados posteriormente ao processo de análise;

- Processo ágil - SCRUM: sua utilização é flexível e sendo um método ágil especifica pouca documentação, ou como dizem, somente a documentação necessária, este processo é bem conhecido e aceito na comunidade de desenvolvimento de software. Suas principais características são: divisão do processo de desenvolvimento através uma série de iterações chamadas sprints. Cada sprint consiste tipicamente em duas a quatro semanas. É bem aplicado a projetos que mudam constantemente e que demandam rápidas adaptações;

- Processo ágil – XP: tem muitas características similares ao SCRUM por este também ser um processo ágil. Dentre suas especificidades destaca-se: versões frequentes, pequenos ciclos de desenvolvimento que buscam aumentar a produtividade, introduzem checkpoints onde os clientes podem agregar novas funcionalidades;

C AMBIENTES PARA DESENVOLVIMENTO HTML5

Na pesquisa efetuada sobre estes frameworks full-stack foram identificadas as seguintes tecnologias:

- segundo (PRADO, 2012) o GWT é um framework essencialmente para o lado do cliente (client side) e dá suporte à comunicação com o servidor através de RPCs Remote Procedure Calls (ou procedimento de chamadas remotas). Ele não é um framework para aplicações clássicas da web, pois deixa a implementação da aplicação web parecida com implementações em desktop. Este é utilizado em muitos produtos de grande porte como o Google Adwords e Google Wallet. Outra característica interessante é que a plataforma opera sobre a licença Apache versão 2;

- construct 2 - é um editor na nuvem focado para usuários sem - conhecimento prévio em programação orientado a comportamento; - PlayCanvas - é uma plataformas para a construção de jogos 3D na nuvem, desenvolvida com foco em performance. Permite a hospedagem, controle de versão e publicação dos aplicativos nela criados, possibilita também a importação de modelos 3D de softwares populares como: Maya, 3ds Max e Blender;

- o ambiente HTML5 da Intel, este fornece uma solução na nuvem, completa para o desenvolvimento em plataforma cruzada, com serviços de empacotamento, serviços para a criação e testes de aplicativos com montagem de interfaces puxa e arrasta (Intel XDK) e bibliotecas para a construção de jogos utilizando aceleração de hardware, o que garante até duas vezes mais performance que aplicativos mobile baseados em Web tradicionais. Esta solução é gratuita, open-source e funciona através de um plugin para o Google Chrome, ou seja, o desenvolvimento também é multiplataforma e devido ao fato de os binários ficarem hospedados na nuvem, possibilitou a Intel criar compiladores para cada uma das plataformas disponibilizadas pelo PhoneGap, que é o framework polyfill utilizado na solução.

C.1 Frameworks de jogos

Com o intuito de simplificar o processo para os desenvolvedores, auxiliando-os a focarem-se apenas nas soluções que estão desenvolvendo, foram criados os frameworks para desenvolvimento de jogos. Alguns frameworks reconhecidos são:

- enchant.js: dentre suas funcionalidades constam: orientação à, orientado à eventos, contém um motor de animação,

- suporta WebGL e Canvas, etc three.js: considerada leve, renderiza, WebGL e Canvas, arquitetura procedural
- limeJs: bom para 2d
- quintus: especialista em jogos de plataforma 2D

C.2 JAVASCRIPT NÃO OBSTRUTIVO

C.3 NODEJS

Permite rodar JavaScript fora do navegador. Utiliza um modelo dirigido à eventos sem bloqueio, tornando-o rápido e eficiente.

D ALTERNATIVAS AO JAVASCRIPT

Abaixo seguem algumas tecnologias que servem de alternativa ao JavaScript.

D.1 TYPESCRIPT

Conhecido como uma versão estendida do JavaScript que compila para JavaScript normal.

D.2 DART

Google. DartVM é uma máquina virtual que está embebido no Google Chrome. Significante melhorias em performance quando comparado ao JavaScript. Existe o dart2js que compila código em Dart para JavaScript.

E SISTEMAS DE BUILDING

Aquivos JavaScript são requisitados do servidor assincronamente. Isso pode levar a tempos de requisição pouco desejáveis. Uma saída seria escrever o código em apenas um arquivo mais isso leva a gerência de código bagunçada. A saída mais comum entre desenvolvedores é utilizar uma ferramenta que junta todos os arquivos e disponibiliza apenas um para o usuário.

Utiliza o conceito de streams para aplicar todas as modificações sobre um arquivo de uma vez só.

E.1 SOURCE MAPS

Para encontrar os arquivos minificados a fim de ajudar o desenvolvedor a debugar a aplicação.

E.2 CROSSWALK

Crosswalk empacota os fontes juntamente com uma versão do Chromium, a versão Open-source do Google Chrome. Isso faz com que o software se comporte da mesma forma para todas as versões de dispositivos Android.

E.3 PHONEGAP

E.4 PHONEGAP CLOUD

Este serviço possibilita que se faça upload de um arquivo compactado contendo os fontes – ou apontando para um repositório no GitHub – que no tempo desta pesquisa não estava funcionando; e se gere o APK para o Android nativamente.