

**FAMINAS BH - FACULDADE DE MINAS
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**ALEXSANDRO GOMES DA SILVA
CEZAR AUGUSTO SANTOS DE OLIVEIRA
VAGNER JOSÉ DE SOUZA**

**O CRESCIMENTO DA MOBILIDADE E O ESTUDO DA TECNOLOGIA JAVA ME
NO DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS DE ENTRETENIMENTO PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

BELO HORIZONTE

2008

**ALEXSANDRO GOMES DA SILVA
CEZAR AUGUSTO SANTOS DE OLIVEIRA
VAGNER JOSÉ DE SOUZA**

**O CRESCIMENTO DA MOBILIDADE E O ESTUDO DA TECNOLOGIA JAVA ME
NO DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS DE ENTRETENIMENTO PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS**

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Sistemas de
Informação, da Faminas-BH – Faculdade de
Minas, como requisito de avaliação parcial
para obtenção do Título de Bacharel em
Sistemas de Informação.**

Prof. Orientador: Ricardo Terra

BELO HORIZONTE

2008

ALEXSANDRO GOMES DA SILVA
CEZAR AUGUSTO SANTOS DE OLIVEIRA
VAGNER JOSÉ DE SOUZA

O CRESCIMENTO DA MOBILIDADE E O ESTUDO DA TECNOLOGIA JAVA ME
NO DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVOS DE ENTRETENIMENTO PARA
DISPOSITIVOS MÓVEIS

Objetivo: Verificar a aplicabilidade da tecnologia Java ME no desenvolvimento de
aplicativos de entretenimento para dispositivos móveis

FAMINAS-BH – Faculdade de Minas
Curso de Sistemas de Informação

Área de concentração: Tecnologia da Informação

Data de aprovação: _____ / _____ / _____

Prof.

Orientador

Prof. Paulo Henrique Fernandes de Matos
Coordenador do Curso de Sistemas de Informação

*Dedicamos este trabalho à nossa família,
que pelos esforços constantes,
fizeram tornar realidade a nossa graduação superior.*

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos que nos acompanharam durante esta caminhada e que de alguma forma colaboraram para que nossa graduação superior se tornasse realidade.

Nossos agradecimentos especiais vão para as pessoas que tiveram participação decisiva na concretização deste trabalho e na conclusão do nosso ensino superior.

Nossos agradecimentos a todos os professores que nos acompanharam no curso, levando-nos ao amadurecimento e fazendo enxergar um mundo em várias dimensões.

Agrademos a nossos pais, principais incentivadores, que sempre acreditaram na nossa capacidade e não mediram esforços para que concluíssemos nossa graduação superior.

Agradecemos a nossa família pelo constante apoio e compreensão durante esse período.

Agradecemos ao nosso orientador, Professor Ricardo Terra, que, através de firme orientação e compartilhamento de idéias, mostrou o caminho para elaborarmos o TCC da melhor maneira possível e também à professora Maria Carolina Reis que se empenhou no seu trabalho de oferecer dicas e sugestões para a elaboração deste trabalho.

Agradecemos a Liliane Patrícia de Castro, Daniele Gomes da Silva, José Augusto do Santos e a Carlos Eduardo Santos de Oliveira nossos queridos amigos e parentes pela atenção e os conhecimentos transmitidos na elaboração da nossa monografia.

Agradecemos a Carlos Antônio, Silmara Gertrudes, Adriana de Paula, Welson Gonçalves Miranda, Aline de Sousa Pereira, Kerley de Barros Trindade incluindo nessa lista também os integrantes deste trabalho, pela agradável convivência e pela companhia constante, se tornando nossos grandes amigos e alguns verdadeiros irmãos do qual não esqueceremos.

Agradecemos as nossas companheiras Milene Fernandes e Viviane Costa Gama que nos ajudaram nesta conquista, muitas vezes compreendendo a ausência gerada em prol do desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos também aos nossos colegas de turma pela riqueza da convivência durante quatro anos de exercícios, provas, eventos e busca de conhecimentos.

“Gostaria de viver para estudar e não de estudar para viver.”

Francis Bacon, Político

RESUMO

Atualmente, é perceptível o crescimento da necessidade do uso de tecnologias móveis que se tornam cada vez mais presentes, principalmente em grandes cidades. A tecnologia Java é, hoje, a linguagem de programação mais utilizada no mercado, oferecendo uma subdivisão denominada Java ME para programação em dispositivos móveis que apresenta várias vantagens destacando-se a portabilidade que é muito importante nessa área. O objetivo deste trabalho consiste em, através de um estudo bibliográfico sobre tecnologia móvel, Java ME e plataformas concorrentes, verificar a aplicabilidade e a evolução da tecnologia Java ME no desenvolvimento de aplicativos de entretenimento para dispositivos móveis.

Palavras chave: Computação Móvel, dispositivos móveis, Java ME, aplicativos de entretenimento.

ABSTRACT

Nowadays, the necessity of the use of mobile technologies is increasing and it is becoming each more present, mainly in great cities. Java technology is, in this moment, the most used programming language in companies, providing a subdivision called Java ME for programming in mobile devices that presents several advantages highlighting its portability that is extremely important in this area. Through a bibliographical study about the mobile technology, Java ME, and concurrent platforms, this work aims to verify the applicability and the evolution of the Java ME technology in the development of entertainment applications for mobile devices.

Keywords: Mobile computation, mobile devices, Java ME, entertainment applications.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplos de alguns dispositivos móveis	19
Figura 2 - Subdivisões do Java	24
Figura 3 - Interação entre Java SE e Java EE	24
Figura 4 - Arquitetura Java	26
Figura 5 - Hierarquia Plataforma Java.....	27
Figura 6 - Arquitetura do dispositivo MID	30
Figura 7 - Configurações CLDC e CDC no Java ME.....	32
Figura 8 - Arquitetura da plataforma BREW	34
Figura 9 - Arquitetura da plataforma ExEn	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Número de usuários por ano de introdução da tecnologia	19
Gráfico 2 - Índice de utilização de linguagem de programação.....	21

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

1G: Primeira Geração.

2G: Segunda Geração.

2,5G: Transição entre Segunda e Terceira Gerações.

3G: Terceira Geração.

Anatel: Agência Nacional de Telecomunicações.

API: Application Programming Interface, traduzido por Interface de Programação de Aplicativos.

AWT: Abstract Window Toolkit.

BREW: Binary Runtime Environment for Wireless.

CDC: Connected Device Configuration, traduzido por Configuração para Dispositivos Conectados.

CDMA: Code Division Multiple Access, traduzido por Acesso Múltiplo por Divisão de Código.

CLDC: Connected Limited Device Configuration, traduzido por Configuração para Dispositivos Conectados e Limitados.

CPU: Central Processing Unit, traduzido por Unidade Central de Processamento.

ExEn: Execution Engine.

FDM: Frequency Division Multiplexing, traduzido por Multiplexação por Divisão de Frequência.

FP: Foundation Profile.

GB: Giga Bytes.

GPS: Global Positioning System, traduzido por Sistema de Posicionamento Global.

HTML: HyperText Markup Language, traduzido por Linguagem de Marcação de Hipertexto.

HTTP: HyperText Transfer Protocol, traduzido por Protocolo de Transferência de Hipertexto.

HTTPS: HyperText Transfer Protocol Secure, traduzido por Protocolo de Transferência Segura de Hipertexto.

IDE: Integrated Development Environment, traduzido por Ambiente Integrado de Desenvolvimento.

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers, traduzido por Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos.

JAR: Java Archive, traduzido por Arquivo Java.

Java EE: Java Enterprise Edition, traduzido por Java Edição Empresarial.

Java ME: Java Micro Edition, traduzido por Java Edição Micro.

Java SE: Java Standard Edition, traduzido por Java Edição Padrão.

JVM: Java Virtual Machine, traduzido por Máquina Virtual Java.

KB: Kilo Bytes

KVM: Kilobytes Virtual Machine

MB/s: Mega Bits por segundo

MHz: Mega Hertz

MID: Mobile Information Device, traduzido por Dispositivo de Informação Móvel.

MIDP: Mobile Information Device Profile, traduzido por Perfil de Dispositivo de Informação Móvel.

PBP: Personal Basic Profile.

PDA: Personal Digital Assistant, traduzido por Assistente Pessoal Digital.

PDP: Premium Developer Program, traduzido por Programa de Desenvolvedor Prêmio.

PP: Personal Profile.

RAM: Random Access Memory, traduzido por Memória de Acesso Aleatório.

ROM: Read Only Memory, traduzido por Memória Apenas de Leitura.

SDK: Software Development Kit, traduzido por Conjunto de Desenvolvimento de Software.

SDP: Standard Developer Program, traduzido por Programa de Desenvolvedor Padrão.

SMS: Short Message Service, traduzido por Serviço de Mensagem Curta.

S.O.: Sistema Operacional

TDM: Time Division Multiplexing, traduzido por Multiplexação por Divisão de Tempo.

WAP: Wireless Application Protocol, traduzido por Protocolo para Aplicações sem fio.

WGE: Wireless Graphics Engine

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 COMPUTAÇÃO MÓVEL	16
2.1 Mobilidade	16
2.2 Dispositivos e Tecnologias	17
3 TECNOLOGIAS JAVA	21
3.1 Evolução.....	23
3.2 Edições do Java	23
3.3 Java ME	25
3.3.1 Configurações	26
3.3.1.1. CDC.....	27
3.3.1.1.1 JVM	27
3.3.1.2 CLDC.....	28
3.3.1.2.1 KVM.....	28
3.3.2 Perfis	29
3.3.2.1 Perfil MIDP	29
3.3.2.2 MIDlets	31
3.3.2.3 Principais Perfis CDC	31
4 MERCADO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO AMBIENTE DE ENTRETENIMENTO	33
4.1 BREW.....	33
4.2 ExEn.....	35
4.3 Mophun	35
4.4 WGE.....	36
4.5 Breve comparativo entre as tecnologias	37
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

Vivemos em uma era em que o mundo se encontra em constante mudança, por “culpa” ou “graça” da tecnologia. Essa tem ditado o modo de viver das pessoas, contudo o acesso cotidiano e as habilidades relacionadas às tecnologias de informação e à comunicação são, cada vez mais, requisitos indispensáveis ao cotidiano das pessoas.

Com o surgimento dos computadores pessoais, as pessoas tiveram a oportunidade de não só fazer cálculos matemáticos e organizar seus dados, mas também agregar outras funcionalidades como, por exemplo, o entretenimento.

A necessidade das pessoas de interagirem com a tecnologia, não importando o local onde estejam, gera a dependência da utilização de dispositivos móveis para diversos fins, sejam eles comunicação, acesso a informações ou entretenimento.

A mobilidade fez com que o foco das empresas se voltasse para o desenvolvimento de dispositivos móveis, o que pode ser provado pela crescente procura por *laptops*; *palms*; *iPods* e aparelhos celulares. Segundo a Anatel (2008), o Brasil ultrapassou a marca de 120 milhões de habilitações na telefonia móvel, sendo que em 1997 não passava de 4,6 milhões.

A Anatel define esse crescimento devido aos preços que se tornaram acessíveis, a evolução da capacidade de processamento e ao armazenamento dos dispositivos móveis juntamente com a incorporação de novas funcionalidades, que ocorreram de uma maneira muito ágil. Por tal motivo, os usuários estão cada vez mais interessados em utilizar o máximo de recursos de seus aparelhos. Segundo Lemos (2002), atualmente existem várias funcionalidades que o celular pode proporcionar às pessoas.

Hoje o celular é muito mais que um telefone móvel. Ele configura-se como um “teletudo”, um equipamento que é ao mesmo tempo telefone, máquina fotográfica, televisão, cinema, receptor de informações jornalísticas, difusor de emails e SMS WAP, atualizador de sites (*moblogs*), GPS, tocador de música (MP3 e outros formatos), carteira eletrônica [...] (LEMOS, 2002, p.79, Grifo nosso)

Segundo Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), existem no mercado atual diversas tecnologias para desenvolvimento de jogos para dispositivos móveis como a Java ME, BREW, ExEn e Mophun, destacando-se a plataforma Java ME.

Java ME é uma forma reduzida da plataforma Java, que significa *Java Micro Edition*, e possui uma API (Interface de Programação de Aplicativos) desenvolvida pela Sun Microsystems, voltada para micro aplicativos como os existentes em celulares e *PDA's*.

O constante avanço da tecnologia permite o desenvolvimento dos aplicativos para dispositivos móveis. Nesse cenário, constata-se a seguinte problemática: como criar um aplicativo que seja capaz de ser executado em qualquer dispositivo móvel independente do hardware utilizado, garantindo assim a portabilidade e mantendo o mesmo desempenho de uma aplicação.

Para a solução desse problema, surgem as seguintes hipóteses: todos os fabricantes de dispositivos móveis utilizarem o mesmo hardware para construção dos aparelhos; todos os fabricantes de dispositivos móveis utilizarem o mesmo S.O. (Sistema Operacional) para gerenciamento do aparelho; utilização do Java ME para desenvolvimento das aplicações, uma vez que ele utiliza uma máquina virtual, em que os aplicativos funcionam independentes do hardware e do S.O..

O objetivo deste trabalho consiste em verificar a aplicabilidade da tecnologia Java ME no desenvolvimento de aplicativos de entretenimento para dispositivos móveis e demonstrar a evolução da plataforma Java ME, juntamente com a sua portabilidade, apresentando um estudo bibliográfico sobre tecnologia móvel, Java ME e um comparativo entre Java ME e outras plataformas.

Este estudo é embasado na necessidade de demonstrar o porquê da plataforma Java ME ser a mais utilizada perante a comunidade de desenvolvedores de micro aplicativos para dispositivos móveis, seja no âmbito econômico como o custeio para desenvolvimento nessa plataforma, seja por ser a linguagem mais utilizada no mercado com uma larga comunidade de desenvolvedores que contribuem para o seu crescimento.

No Capítulo 2, será realizada uma abordagem da evolução da tecnologia móvel, demonstrando a sua crescente ascensão tornando-se extremamente útil no cotidiano das pessoas pelos vários benefícios que proporciona. Posteriormente, o Capítulo 3 abordará sobre a tecnologia Java, sua evolução, funcionalidades e características como a KVM e MIDlets apresentadas pelo subconjunto Java ME, que será o principal objeto de estudo deste trabalho. Após isso, será realizado, no Capítulo 4, um breve comparativo da plataforma Java ME com outras tecnologias existentes no mercado. E, por fim, o Capítulo 5 apresentará as considerações finais.

2 COMPUTAÇÃO MÓVEL

2.1 Mobilidade

Quando falamos sobre o termo mobilidade estamos tratando de algo muito amplo e que está ligado intimamente a todas as pessoas que convivem dentro de um mesmo espaço, influenciando seu modo de vida, principalmente, no que diz respeito às relações estabelecidas entre elas.

Atualmente a tecnologia se torna presente e necessária em todos os ambientes para a interação com o mundo globalizado disponibilizando para as pessoas e organizações, informações e mobilidade em tempo hábil. Esse cenário se configura no que podemos chamar de “Era da Informação”.

Segundo Sorj (2003), o termo “Sociedade da Informação” ou “Sociedade do Conhecimento” denomina-se por certo tipo de conhecimento científico a partir do qual é possível inovar tecnologicamente, o que é o motor da expansão econômica do mundo contemporâneo.

O termo mobilidade urbana se refere ao uso de aplicações durante o deslocamento em áreas metropolitanas. Em geral, o usuário estará em ambiente aberto (*outdoor*), mas a mobilidade urbana inclui também o uso das aplicações em escritórios ou outras instalações corporativas. [...] Entre todas as aplicações e tecnologias móveis, a telefonia celular é, sem dúvida, a mais bem sucedida, popular e madura. (PROMON, 2005, p. 12, Grifo nosso)

A história da computação móvel conta com várias etapas durante sua evolução que sempre esteve ligada com a necessidade de organização e comunicação das informações. O surgimento da tecnologia móvel configura-se em um paradigma que envolve todas as áreas da Ciência da Computação.

De acordo com Mateus e Loureiro (1998), a Computação Móvel configura-se em um novo paradigma que visa promover ao usuário o acesso permanente a aplicações e a uma rede fixa independentemente de onde esteja, ou seja, é a capacidade de acessar informações, aplicações e serviços a qualquer momento e em qualquer lugar. Isto já é também conhecido como computação ubíqua ou computação nômade.

Conforme Haddad (2002), a necessidade das pessoas em acessar informações e serviços a qualquer hora e em qualquer lugar fez surgir uma nova tecnologia, a computação móvel.

2.2 Dispositivos e Tecnologias

Com o constante e rápido crescimento da tecnologia móvel, a lista de dispositivos e soluções móveis vem crescendo cada vez mais, isso resulta em pessoas e empresas adotarem a mobilidade como forma de melhorar suas atividades permitindo a comunicação e obtenção de informações a partir de qualquer lugar. Para este fenômeno dá-se o nome de “Nova Era da Comunicação”.

Os aparelhos com capacidade de funcionamento independente de uma base fixa, que oferecem aos usuários acesso rápido aos seus recursos são considerados dispositivos móveis, cujo funcionamento ocorre sem a utilização de cabos de alimentação elétrica e transmissão de dados. São somente utilizadas baterias para alimentação e tecnologias de transmissão de dados como *bluetooth*, infra-vermelho e ondas de rádio.

Computação móvel surge como uma quarta revolução na computação antecedida pelos grandes centros de processamento de dados da década de sessenta, o surgimento dos terminais nos anos setenta, e as redes de computadores na década de oitenta. [...] Amplia o conceito tradicional de computação distribuída. Isso é possível graças à comunicação sem fio, o que elimina a necessidade do usuário manter-se conectado a uma infra-estrutura fixa e, em geral, estática. (MATEUS; LOUREIRO, 1998, p. 1)

Normalmente, os dispositivos móveis costumam ter tamanho e peso reduzidos para facilitar no transporte, o que acaba por afetar seu desempenho em comparação aos dispositivos de base fixa que oferecem maior capacidade de armazenamento e processamento como, por exemplo, computadores *desktop*.

Segundo Carvalho (2008), dispositivos móveis são aparelhos com características comuns de produção em grande escala, com restrições de capacidade de processamento, consumo de energia, quantidade de memória como, por exemplo, *paggers*, *PDA's*, telefones celulares, *smartphone's*, etc.

A definição de dispositivo móvel é qualquer equipamento ou periférico que possa ser transportado com conteúdo e esteja acessível em qualquer lugar. Assim, entram na classificação celulares, *PDA*s (computador de dimensões reduzidas com acesso à Internet), *pendrives* (pequenos dispositivos de armazenamento de arquivos) e *smartphones* (celulares com funcionalidades estendidas por meio de programas executados em seu sistema operacional). (SENAC, 2008, Grifo nosso)

Por esse motivo, esses aparelhos necessitam de aplicações que exijam menos recursos de hardware para que se possa garantir um funcionamento eficaz.

Nos últimos anos temos acompanhado um grande avanço no que diz respeito aos dispositivos móveis. Atualmente podemos comparar os recursos de hardware nele existentes com computadores de alguns anos atrás, por exemplo, alguns celulares possuem capacidade de armazenamento de 16GB e frequência de processamento de 600MHz, ou seja, maior do que os computadores *desktop* da última década.

Além dessa evolução, temos a incorporação de várias funcionalidades em um único aparelho, tais como câmera digital, *player* de música e vídeo, rádio, armazenamento e visualização de arquivos, *GPS*¹, Internet, relógio, cronômetro, agenda, entre outros recursos o que os torna verdadeiros computadores móveis, conforme ilustrado na Figura 1.

Temos observado um grande crescimento na utilização de dispositivos computacionais móveis, devido não só aos avanços tecnológicos que permitiram tornar algumas das limitações destes dispositivos (redução de peso, consumo e volume), como também às vantagens que estes oferecem (portabilidade). Um dos benefícios mais importantes é provavelmente a possibilidade dos utilizadores destes dispositivos poderem aceder a uma infra-estrutura de rede partilhada, independentemente da sua localização física, a que chamamos mobilidade. (PEREIRA; SILVA, 2008)

¹ Conforme GPS Center (2008), GPS (Sistema de Posicionamento Global) é um sistema de navegação que utiliza uma rede de 24 satélites colocados em órbita pelo Departamento Norte Americano de Defesa, que inicialmente foi desenvolvido para fins militares, mas na década de 80 foi liberado para uso civil gratuito.



Figura 1: Exemplos de alguns dispositivos móveis.

Fonte: Arquivo Pessoal.

Para Lemos (2002), a alteração que ocorre juntamente com o computador nos deixa em meio à generalização da conexão com tudo em rede, que antes era fixa e agora é móvel, atingindo todos os aparelhos de comunicação em todos os lugares.

No âmbito dos dispositivos móveis podemos destacar o celular que, com certeza, é o mais popular e bem sucedido aparelho móvel, pois ele consegue agregar além de comunicação, várias outras funcionalidades, sendo o símbolo de maior destaque da convergência da computação móvel. A Gráfico 1 ilustra o crescimento da utilização dos aparelhos celulares.

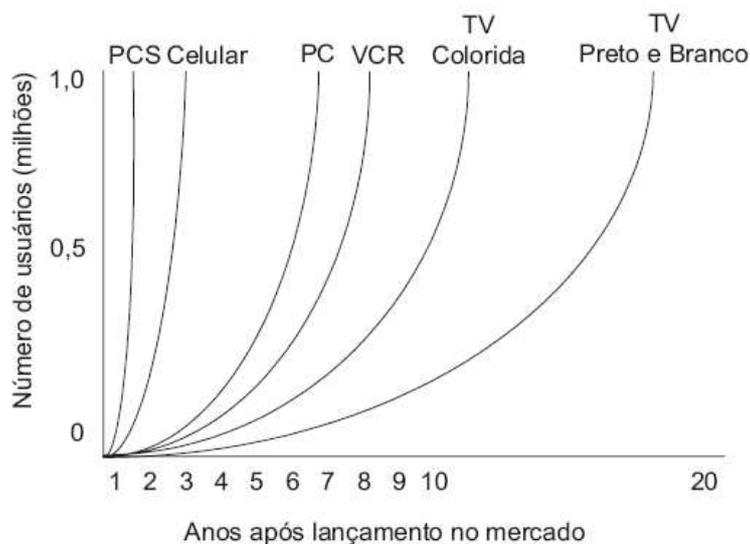


Gráfico 1: Número de usuários por ano de introdução da tecnologia

Fonte: MATEUS; LOUREIRO, 1998.

Como observado no gráfico, o celular se popularizou rapidamente. Isso se deve ao fato da sua grande necessidade e à redução dos custos de aquisição. Conforme Gaspar (2005), algumas das mais importantes tecnologias usadas para comunicação em celulares são:

- **1G:** Utiliza padrão analógico de transmissão de voz, em que a mesma gerava muitas distorções e dificultavam a comunicação;
- **2G:** Utiliza padrão digital de transmissão de voz e troca de dados como, por exemplo, as mensagens de texto, tudo isso através do sistema *multiplex*², que consiste em dividir a banda para que se passe várias informações sem que ocorra interferência;
- **2,5G:** É a utilizada hoje no Brasil. Corresponde à transição da tecnologia 2G para a 3G, ou seja, utiliza alguns recursos avançados transmissão de dados e vídeo em tempo real, mas ainda trabalhando na frequência da tecnologia 2G;
- **3G:** Utiliza uma faixa de frequência maior do que a 2G e pode chegar a uma largura de banda de até 2MB/s, bem acima da largura de banda atual. Várias operadoras de telefonia móvel no Brasil já estão oferecendo serviços em tecnologia 3G.

² O *multiplex* é um sistema de telecomunicações em que é possível o emprego de certo número de canais de transmissão simultânea por apenas um único meio de transmissão. E também pode funcionar por divisão de frequência (FDM) ou por divisão de tempo (TDM), segundo PUCPR (2008).

3 TECNOLOGIA JAVA

De acordo com Deitel (2005), a tecnologia Java pode ser traduzida como uma linguagem que tem a idéia principal de ser portátil, ou seja, capaz de ser executada independentemente do sistema operacional utilizado. A frase “*Write Once, Run Anywhere*” (Escreva uma vez, execute em qualquer lugar) que é o *slogan* da Sun Microsystems, traduz bem a idéia de uma linguagem de programação em que se desenvolve o código uma única vez e execute-o em qualquer S.O..

Conforme a pesquisa feita pela TIOBE Software (2008), o Java é a linguagem de programação mais utilizada atualmente, tendo ultrapassado inclusive as linguagens C e C++, que foram recentemente consideradas as linguagens mais populares no mundo.

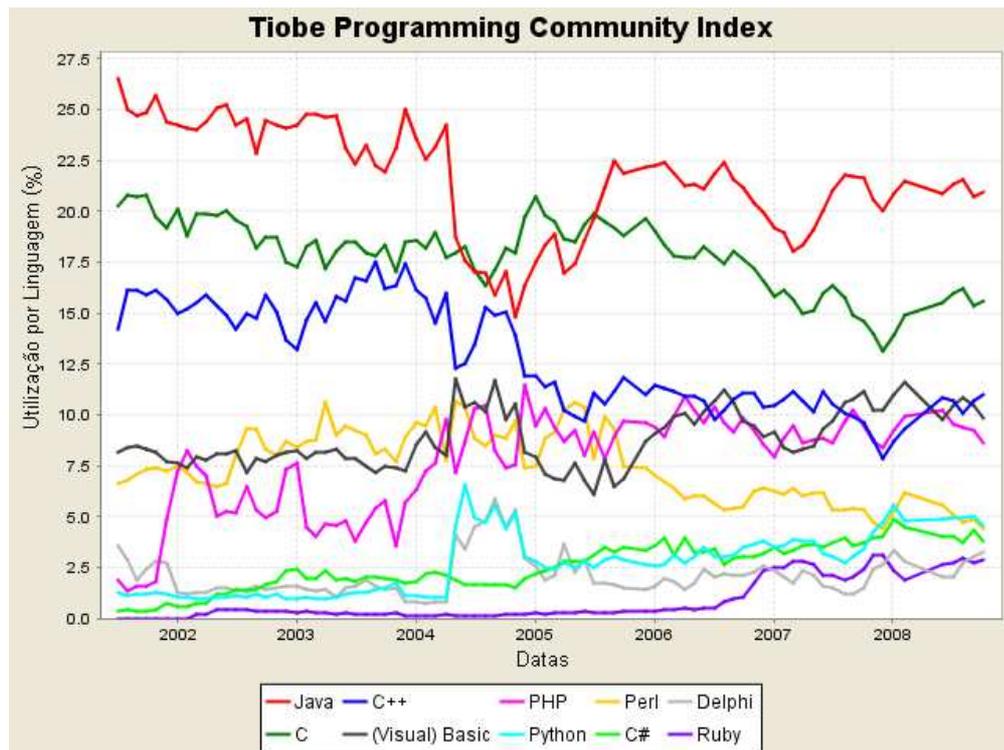


Gráfico 2: Índice de utilização de linguagem de programação

Fonte: Adaptado de TIOBE Software, 2008.

Na concepção de Jandl (1999), a larga utilização da tecnologia Java se deve ao fato de a mesma oferecer vantagens como:

- Independente de plataforma: O código é compilado para *bytecode*³ que executa unicamente na JVM⁴, essa que a Sun Microsystems oferece uma implementação para todas as plataformas existentes;
- Totalmente orientada a objeto: Com exceção dos seus tipos primitivos de dados, tudo são classes ou instâncias de uma classe. Oferece também mecanismos de abstração, encapsulamento e herança;
- Segurança: Utilizam mecanismos de segurança que analisam as *applets*⁵ e podem liberar ou não o acesso ao sistema de arquivos da máquina, de acordo com o nível de acesso permitido;
- Desempenho: Apesar de ser uma linguagem interpretada, o Java apresenta um desempenho razoável comparado às linguagens nativas;
- Robusta: Além da utilização de tipos compatíveis com a especificação IEEE, possui suporte ao UNICODE, é extensível dinamicamente e é voltado para aplicações em rede ou distribuídas;
- Permite *Multithreading*⁶: É um importante recurso utilizado em aplicações avançadas que consiste em executar várias rotinas concorrentemente, através de mecanismos de sincronismo.

Por todas essas características é que a linguagem Java se torna uma excelente opção no desenvolvimento de sistemas de software.

³ Conforme Silveira (2003), *bytecode* é um código intermediário gerado para a JVM, ou seja, a linguagem de máquina do processador virtual.

⁴ De acordo com Silveira (2003), JVM (Java Virtual Machine) é um emulador de processador que é o responsável por interpretar os *bytecodes* e transformá-los para linguagem nativa da máquina.

⁵ Silveira (2003) descreve as *applets* como programas desenvolvidos para executarem dentro de uma página HTML.

⁶ Multithreading “permite que uma tarefa seja dividida em duas ou mais subtarefas (*threads*). Cada subtarefa pega uma linha de operações da CPU. As linhas são executadas de forma concorrente”. (MAYER, 2003, Grifo nosso).

3.1 Evolução

Segundo Deitel (2005), o projeto Java teve início em 1991 financiado pela Sun Microsystems com o codinome *Green*, resultando no desenvolvimento de uma linguagem baseada em C e C++ que seu criador, James Gosling, a nomearia inicialmente como *Oak* (carvalho) homenageando uma árvore que se localizava em frente à janela do escritório da Sun Microsystems. Após descobrir que já existia uma linguagem com esse nome, alterou-se para Java, que era o nome de uma ilha onde era cultivado o café por eles consumido durante o projeto. Assim, ocorreu o surgimento da linguagem Java.

De acordo com Jandl (1999), esse projeto visava a criação de uma nova geração de computadores inteligentes, capazes de se comunicar de várias maneiras, ampliando suas capacidades de uso. O projeto quase foi interrompido pelo fato de o mercado de dispositivos não ter evoluído de forma satisfatória.

Jandl conta que o Java ficou sem uma utilização bem definida até 1994. Nesse mesmo ano, com o grande crescimento do uso da Internet, o Java conseguiu se disseminar devido ao lançamento do navegador *HotJava* da Sun Microsystems e da nova versão do Netscape que era a mais utilizada na época, pois os mesmos eram os únicos capazes de executarem *applets*.

O lançamento oficial da tecnologia Java ocorreu no ano de 1995 durante uma importante conferência e logo em seguida atingiu uma repercussão muito grande na comunidade comercial.

3.2 Edições do Java

Conforme Montenegro e Pereira (2005), a linguagem de programação Java nos permite desenvolver aplicações para as mais variadas plataformas e sistemas operacionais, tendo a capacidade de ser executada em equipamentos bastante

limitados como, por exemplo, celulares e computadores de bordo a dispositivos poderosos como *clusters*⁷. Ela foi separada em três edições:

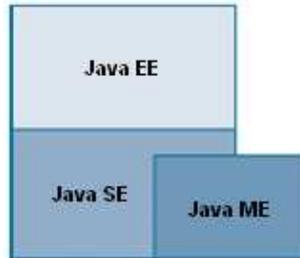


Figura 2: Subdivisões do Java

Fonte: Adaptado de <www.devmedia.com.br>.

De acordo com Alecrim (2005), o Java a partir da segunda versão, se decompôs em três subdivisões devido ao crescimento do número de bibliotecas padrão.

O Java SE (*Java Standard Edition*) é o ambiente mais utilizado, pois, seu uso é voltado para computadores pessoais, em que a necessidade de aplicações é maior, sendo considerada a principal plataforma, já que as outras versões têm o Java SE como base.

O Java EE (*Java Enterprise Edition*) é voltado para redes, Internet, intranet e afins, contendo bibliotecas de acesso à servidores, a sistemas de e-mail e banco de dados. Por essas características, o Java EE é voltado para o desenvolvimento de sistemas distribuídos.

O Java ME (*Java Micro Edition*) é o objeto principal de estudo deste trabalho, pois é voltada para dispositivos móveis em geral e será abordada em detalhes na seção seguinte.



Figura 3: Interação entre Java SE e Java EE

Fonte: Adaptado de <www.devmedia.com.br>.

⁷ Segundo Pitanga (2003), é um sistema constituído de dois ou mais computadores ou sistemas, onde todo o processamento da aplicação é distribuído de maneira que os usuários tenham a impressão de que apenas um sistema responde a ele, criando uma idéia de computador virtual.

3.3 Java ME

Conforme Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), o Java ME (*Java Micro Edition*), nos dias atuais, é a plataforma mais utilizada pelos desenvolvedores de aplicações para dispositivos móveis, devido às vantagens que ela possui em relação a outras plataformas do mesmo segmento como: BREW, ExEn e Mophun. Ela além de prover portabilidade, isto é, ser independente do hardware ou software utilizado, tem um menor custo de desenvolvimento e um maior número de aparelhos compatíveis no mercado.

De acordo com Almeida (2004), o número de dispositivos com Java integrado em 2002 era de 50 milhões, e em 2003, a fabricante de aparelhos Nokia disponibilizou no mercado cerca de 100 milhões de dispositivos com a tecnologia e a expectativa para o ano de 2007 é de que todos os dispositivos lançados no mercado tenham suporte ao Java.

No que diz respeito ao Java ME, Muchow (2004) diz que a chegada da linguagem possibilitou aos dispositivos móveis de pouco recurso de hardware como, por exemplo, aparelhos celulares, *PDA's* e *smartphone's* deixarem de ser “estáticos”, possibilitando aos mesmos fazer *downloads* e instalar aplicativos desenvolvidos por terceiros.

A existência de certas características específicas em alguns dispositivos e como a API Java não seria capaz de suportar uma biblioteca que englobasse todas essas diferenças, surgiu a necessidade da criação de configurações e perfis, que serão abordados nas próximas seções, para que o Java ME abrangesse uma quantidade maior de aparelhos móveis no mercado. A Figura 4 descreve a arquitetura da plataforma Java ilustrando a localização da versão Java ME dentro desse escopo.

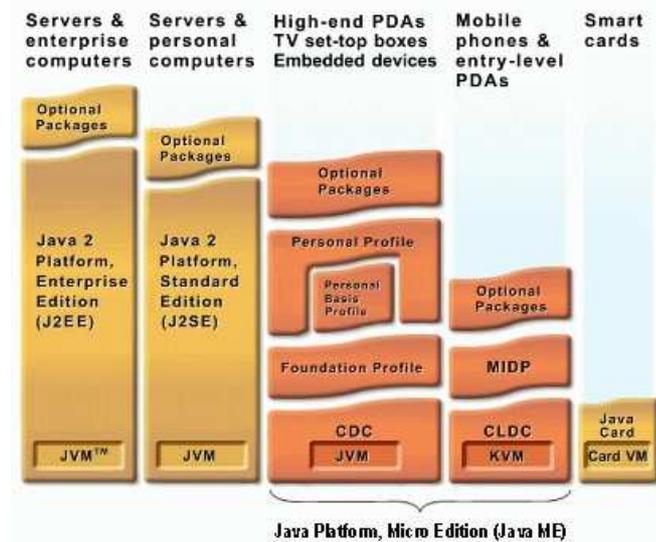


Figura 4: Arquitetura Java

Fonte: <devmedia.com.br>.

3.3.1 Configurações

Conforme Muchow (2004), uma configuração define uma plataforma Java para suportar uma ampla variedade de produtos que se encaixam dentro de um escopo do Java ME, ou seja, determina uma configuração mínima que os dispositivos móveis devem possuir para que se consiga executar aplicações Java.

Ainda segundo Muchow (2004), essa configuração está intimamente ligada a uma máquina virtual Java e define os recursos das bibliotecas Java básicas para a execução de aplicações Java ME.

O principal motivo para a criação de uma configuração é a existência de uma variedade de dispositivos com capacidade de processamento, de memória, de conexão e de vídeo, que podem ser agrupados em conjuntos como o CDC (*Connected Device Configuration*) e o CLDC (*Connected Limited Device Configuration*). Para cada conjunto é esperado que os aparelhos nele enquadrados possam suportar a máquina virtual Java, API e classes, em que o desenvolvedor dos aplicativos Java se baseie para a implementação dos mesmos, segundo Muchow (2004). A Figura 5 ilustra a hierarquia da plataforma Java com ênfase nas subdivisões da plataforma Java ME.

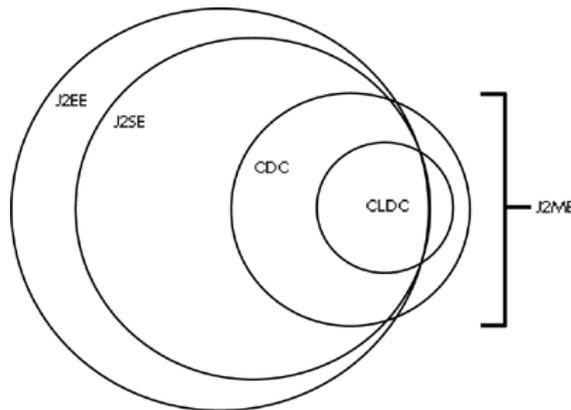


Figura 5: Hierarquia Plataforma Java

Fonte: Netrino, 2008.

3.3.1.1 CDC

Segundo Pinheiro (2003), o objetivo da CDC é atender dispositivos com uma capacidade de processamento, memória e conectividade de redes superiores a celulares básicos. Podemos citar como exemplos os *smartphone's*, *PDA's* de última geração e comunicadores avançados.

Algumas características existentes nessa configuração:

- Normalmente utilizam processador de 32 bits, memória com capacidade mínima de 2MB de RAM e 2,5MB de ROM para o ambiente Java e conexão com maior largura de banda;
- O aparelho necessita da JVM.

3.3.1.1.1 JVM

De acordo com Alecrim (2004), o conceito de JVM (*Java Virtual Machine*) consiste em quando um programa *Java* é compilado não é gerado um executável, mas sim, um *bytecode* que será interpretado pela JVM instalada no aparelho possibilitando, assim, sua execução não importando o S.O. utilizado pelo aparelho.

A JVM no CDC é uma forma reduzida da JVM do Java SE que contém um maior conjunto de bibliotecas para execução de aplicações que necessitem de mais recursos nos aparelhos.

3.3.1.2 CLDC

Conforme Muchow (2004), o CLDC aborda os aparelhos em que a conexão de rede é interrompida, a largura de banda é pequena, pouca capacidade de processamento e memória, limitações gráficas, etc. Alguns exemplos que se encaixam nesse contexto são os celulares, *PDA's* básicos e *paggers*.

Algumas características inerentes nesse modelo são:

- Se tratando de hardware, a memória deve ter a capacidade de até 512KB e o processador de, no máximo, 16 bits com baixo consumo elétrico e conexão de rede limitada;
- O aparelho deve possuir a KVM (abordada na próxima seção) e seu conjunto básico de bibliotecas para que as aplicações Java executem corretamente;
- Possui também um tratamento de segurança conhecido como *sandbox* (traduzido por *caixa de areia*), ou seja, uma parte da memória separada do restante referente à agenda, imagens, restringindo o acesso ao que esteja fora do escopo *sandbox*.

3.3.1.2.1 KVM

Também para Muchow (2004), a KVM consiste em uma máquina virtual (JVM) utilizada somente na configuração CLDC em que a letra K significa *kilobytes*, pois a máquina virtual utiliza apenas algumas dezenas de *kilobytes* da memória para ser executada. Isso ocorre, pois a KVM foi projetada para ser a menor e mais eficiente possível mantendo assim o desempenho necessário da linguagem.

São características da KVM:

- Pequena, possui uma quantidade de memória no intervalo de 40 a 80 *kilobytes* dependendo da plataforma alvo e opções de compilação;
- Altamente portátil;
- Modular;
- Personalizável;
- Completa;
- Bom desempenho.

3.3.2 Perfis

Na concepção de DOEDERLEIN (2008), em cada configuração temos os conjuntos chamados de perfis que agrupam os aparelhos de acordo com sua aplicabilidade estabelecendo um conjunto de API's que ajudarão a definir as características de utilização, ou seja, mesmo os aparelhos tendo características semelhantes podem ser utilizados diferentes perfis de acordo com o objetivo de uso. Isto implica na possibilidade de se implementar mais de um perfil em um mesmo aparelho.

3.3.2.1 Perfil MIDP

De acordo com Muchow (2004), existem vários perfis dentro da CLDC, porém o mais importante e normalmente utilizado é o MIDP (*Mobile Information Device Profile*, traduzido por Perfil de Dispositivo de Informações Móvel) que consiste em um conjunto de hardware e software estabelecido como requisito para que se mantenha a compatibilidade com o maior número de dispositivos. A Figura 8 ilustra a arquitetura de um aparelho MID.

Conforme Pereira (2008), segue algumas características dos perfis MIDP e suas respectivas versões:

- MIDP 1.0: Essa versão trabalha integrada com a configuração CLDC 1.0 ou 1.1. Considerando que é uma versão inicial, ela não tem nenhuma API ativa para renderização, também não oferece suporte para acesso direto aos *pixels* de imagens, não tem suporte para *full screen/full canvas* sem uma API proprietária. Ainda, MIDP 1.0 não tem suporte direto para áudio. Enfim, o suporte que essa versão disponibiliza é apenas para o protocolo HTTP.
 - Seus pacotes são: *javax.microedition.io*; *javax.microedition.lcdui*; *javax.microedition.rms*; *javax.microedition.midlet*.
 - Suas características são: 256 kb de memória não volátil⁸; 18 kb de memória volátil; Display 96x54 pixels; Rede: wireless.
- MIDP 2.0: São as alterações feitas nessa versão: Exigência de suporte à conexão segura (HTTPS); Biblioteca de multimídia; Formulário de entrada de dados aprimorada; Sensível melhoria na API de suporte a jogos; Conceito de aplicações confiáveis e não confiáveis.
- MIDP 2.1: Essa versão reforça a especificação MIDP 2.0 tornando a conexão com *sockets* (*javax.microedition.io.SocketConnection*) e como o protocolo HTTP (*javax.microedition.io.HTTPConnection*) não mais opcionais, entre outros.

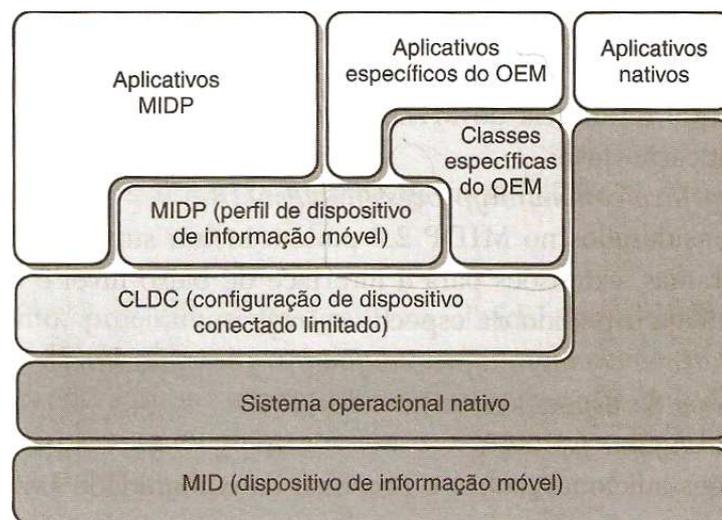


Figura 6: Arquitetura do dispositivo MID

Fonte: Muchow, 2004.

⁸ Segundo Terroso (2008), os dados que nela existentes permanecem mesmo após o desligamento do aparelho.

3.3.2.2 MIDlets

Para Muchow (2004), uma MIDlet consiste em um aplicativo Java que tem como característica a portabilidade, ou seja, é um programa projetado para ser executado em um dispositivo móvel de arquitetura MID (Dispositivo de Informação Móvel), que contém a CLDC e o MIDP como classes Java básicas. Mais especificamente, um conjunto de MIDlets consiste em uma ou mais MIDlets empacotadas em arquivo JAR⁹ (Java Archive).

3.3.2.3 Principais Perfis CDC

Ao se referir a perfis CDC, Pinheiro (2003) esclarece que os mesmos são dinâmicos, ou seja, são adicionados quando existe a necessidade de incorporar funcionalidades ao dispositivo, podendo até mesmo ser utilizados em conjunto.

O perfil FP (*Foundation Profile*) é o mais baixo nível dos perfis CDC e fornece uma implementação de rede sem a necessidade de interface com o usuário. O FP 1.1 contém: biblioteca de classes *Core Java*, biblioteca de compatibilidade com CLDC 1.1, porém não possui suporte a interface gráfica.

Já o perfil PP (*Personal Profile*) é utilizado em dispositivos que necessitam de um suporte completo de interface com o usuário, sendo focado ao ambiente *web* podendo inclusive executar *applets* desenvolvidas para *desktop*. O PP 1.1 contém: suporte completo ao AWT (*Abstract Window Toolkit*), a *applets*, a migração da tecnologia *Personal Java* e às APIs do *Personal Basis Profile*.

Existe também o perfil PBP (*Personal Basic Profile*) que é uma divisão do PP que fornece um ambiente para dispositivos conectados que tolerem um nível básico de apresentação gráfica ou que necessitem do uso de ferramentas específicas para aplicações. O PBP contém: suporte a componentes leves, à Xlet e às APIs do FP 1.1.

⁹ Segundo Muchow (2004), JAR é a distribuição do aplicativo em um pacote que contém todos os seus arquivos.

A Figura 7 demonstra a arquitetura do perfil CDC e CLDC na plataforma Java ME.

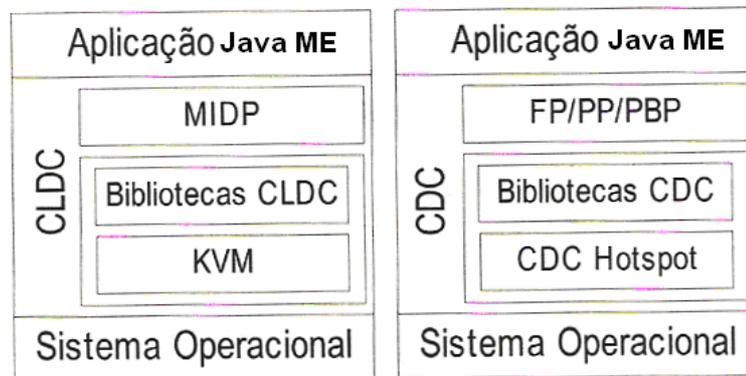


Figura 7: Configurações CLDC e CDC no Java ME

Fonte: Johnson, 2008.

4 MERCADO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS NO AMBIENTE DE ENTRETENIMENTO

Conforme Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), os dispositivos móveis entre o final da década de 90 e início do século, já apresentavam uma boa evolução se comparado a seus precursores, principalmente nos quesitos processamento, capacidade de armazenamento e conectividade. Essa evolução despertou o interesse da indústria de desenvolvimento de software. Dentro dessa perspectiva, surge o grande interesse por jogos que englobam recursos avançados como gráficos e sons disponíveis nesses aparelhos.

De acordo com Amaro (2008), para que os aplicativos utilizem os recursos avançados de gráficos e sons, é necessário que o hardware em questão ofereça esse suporte. No entanto, os aparelhos apresentam características distintas entre si. Isso se configura como o grande desafio dos desenvolvedores que devem desenvolver independentemente do hardware para que seu aplicativo seja capaz de alcançar um maior número de dispositivos no mercado.

Segundo Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), a melhor maneira encontrada para se contornar esse problema é a utilização de uma plataforma que faz a interface entre a aplicação e o S.O. abstraindo as diferentes características existentes nesses aparelhos permitindo assim portabilidade dos aplicativos em dispositivos distintos. A seguir são apresentadas algumas plataformas “concorrentes” do Java com um breve comparativo entre elas.

4.1 BREW

Segundo Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), o BREW que foi desenvolvido pela Qualcomm não é só uma plataforma de desenvolvimento, mas também um ambiente de execução, um sistema de distribuição de aplicativos, um serviço de teste de aplicativos e vários outros serviços de auxílio ao desenvolvedor.

De acordo com TECHFAQ (2008), essa plataforma foi inicialmente desenvolvida para redes CDMA¹⁰ porém hoje ela funciona também nos padrões de redes atuais.

Novamente Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005) destacam que o custo de desenvolvimento nessa plataforma é alto, pois as IDE's e a distribuição dos aplicativos são pagas. Somente a aquisição do SDK e o desenvolvimento em nível de testes são gratuitos. Para a programação nessa plataforma pode-se utilizar as linguagens C, C++ ou Java, sendo a linguagem C a mais utilizada.

A Qualcomm realiza todos os testes necessários antes de liberar os aplicativos para distribuição, ambos de responsabilidade da própria empresa. A distribuição só pode ser realizada pela empresa com a utilização de uma central de *downloads*, em que cada aplicativo recebe uma assinatura digital que, por sua vez, garante uma proteção contra pirataria.

Conforme Franco (2006), a portabilidade do BREW é muito grande, pois a Qualcomm deixou as API's robustas ao ponto de ficarem disponíveis em todas as plataformas.

Ainda de acordo com Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), a vantagem para o usuário final é o fato de existir um ambiente centralizado e seguro de *download* dos aplicativos. Já em relação à vantagem para o desenvolvedor, existe a questão da prevenção de pirataria de software e a menor concorrência pelo fato do custo de desenvolvimento. A Figura 8 ilustra a arquitetura da plataforma BREW.

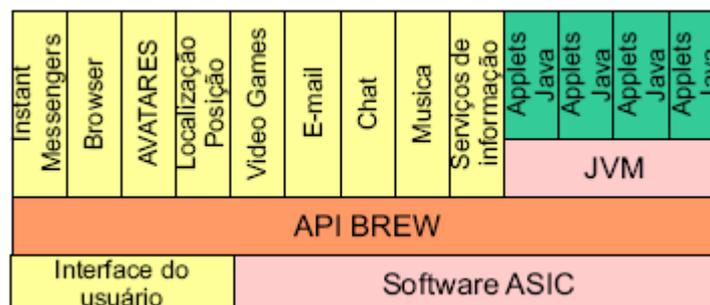


Figura 8: Arquitetura da plataforma BREW

Fonte: Nogueira, Loureiro Filho, Almeida, 2005.

¹⁰ “CDMA: sigla para *Code Division Multiple Access* (Acesso múltiplo por divisão de código). Tanto os dados quanto a voz são separados dos sinais por códigos, e depois são transmitidos em um amplo conjunto de frequências”. (CARNEIRO, 2004, Grifo nosso).

4.2 ExEn

Segundo afirmativa de Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), o ExEn foi criado pela In-Fusio, sendo a primeira plataforma desenvolvida especificamente para jogos em dispositivos móveis, com foco principal no mercado europeu.

A plataforma não apresenta nenhum custo de desenvolvimento. Existe o programa SDP (*Standard Developer Program*) que qualquer desenvolvedor pode fazer parte dele e a distribuição fica por conta do mesmo. Existe também o PDP (*Premium Developer Program*) que, além de garantir as características do SDP, pode disponibilizar seus aplicativos através das operadoras sem custeio para o desenvolvedor, contudo, para esse último programa, são necessários testes de seleção para garantir a aceitação do desenvolvedor.

A linguagem de desenvolvimento no ExEn é baseada no Java utilizando API's mais poderosas e específicas para jogos. Ela possui um mecanismo de segurança que previne a ação de programas maliciosos, utiliza uma máquina virtual que supera em até 30 vezes o desempenho de uma genérica e, caso a API Java esteja implementada sobre as bibliotecas nativas, garante interoperabilidade entre os dispositivos que a suportam. A Figura 9 ilustra a arquitetura da plataforma ExEn.

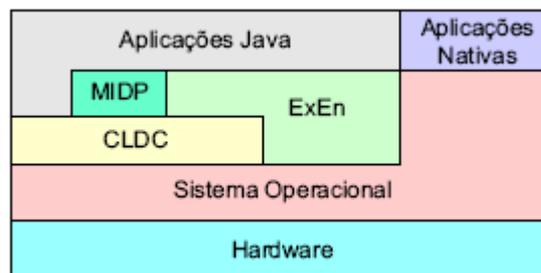


Figura 9: Arquitetura da plataforma ExEn

Fonte: Nogueira, Loureiro Filho, Almeida, 2005.

4.3 Mophun

Conforme afirmação de Amaro (2008), Mophun teve seu início em 1999 pela Synergenix com entrada no mercado em 2002. Não se popularizou devido ao

aparecimento tardio e ao fato de sua IDE ser paga, além de uma pesquisa de mercado mal elaborada pela empresa que dizia que o Mophun dividiria a liderança com Java ME no negócio de aplicativos de dispositivos móveis.

Segundo Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005), a plataforma Mophun é gratuita, porém as suas IDE's são pagas. A linguagem de desenvolvimento são C e C++, sua máquina virtual é proprietária e necessita que os aparelhos a suportem.

Ainda conforme os autores, a plataforma apresenta mecanismos seguros para evitar pirataria e a empresa se encarrega de realizar os testes de compatibilidade antes da distribuição. Utiliza um mecanismo chamado *sandbox*.

Para Amaro (2008), o Mophun apresenta, em aspectos técnicos, uma velocidade muito maior se comparado às outras plataformas citadas, além de que, em alguns dispositivos, o Mophun possui a capacidade de traduzir parte do código da máquina virtual para o código nativo do dispositivo, garantindo assim um desempenho ainda maior.

4.4 WGE

Conforme Amaro (2008), o WGE foi criado pela TTPCom com o intuito de se tornar a maior plataforma de desenvolvimento do mercado de dispositivos móveis, contudo, por falta de apoio das principais fabricantes de jogos, acabou não se firmando no mercado. Suporta desenvolvimento nas linguagens C e C++, sua SDK é disponibilizada gratuitamente, mas, assim como a maioria das plataformas, a distribuição dos jogos é realizada pela própria empresa.

A WGE não utiliza máquina virtual, ou seja, ganha-se em otimização de memória, mas se perde em portabilidade com outros aparelhos. Também apresenta módulos da API que facilitam o desenvolvimento de jogos, principalmente nos aspectos gráficos da aplicação.

Ela possui um limitado número de usuários e, por isto, há uma escassez de jogos e poucos desenvolvedores configurando um mercado de pouca concorrência e lucratividade.

4.5 Breve comparativo entre as tecnologias

Considerando os estudos realizados por Nogueira, Loureiro Filho, Almeida (2005) e Amaro (2008), pode-se afirmar que a escolha entre as plataformas existentes depende diretamente da necessidade do desenvolvedor, mas foram apuradas que no aspecto segurança todas apresentam um bom nível, porém a BREW e ExEn foram consideradas as mais seguras pois, utilizam de assinatura digital, que protegem contra a pirataria de software.

Já considerando o aspecto de custo de desenvolvimento, as plataformas Java ME e ExEn apresentam maior vantagem pelo fato de que as mesmas, além de não possuírem custo para desenvolvimento, a distribuição dos aplicativos também é gratuita.

Em relação à distribuição dos aplicativos, conclui-se que a única plataforma a apresentar custeio na disponibilização dos aplicativos é o BREW, o que é uma desvantagem. Em relação ao Java ME, existe uma liberdade de disponibilização dos aplicativos que não são testados pela empresa. Isso também ocorre no plano SDP do ExEn, porém no PDP são realizados testes exaustivos para garantia de operabilidade antes da disponibilização através das operadoras de telefonia. O Mophun segue a mesma idéia do PDP da ExEn.

Considerando todos os aspectos relacionados, o Java ME configura-se como a melhor escolha, pois é a que apresenta o maior número de vantagens em relação às outras plataformas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou demonstrar o crescimento da necessidade da mobilidade, que se torna cada vez mais importante em todos os ambientes utilizando como base os aparelhos e tecnologias utilizadas nesse processo de evolução.

A computação móvel configura-se em um novo paradigma que visa promover ao usuário mobilidade e informações independentemente da sua localização tornando-se o motor da chamada “sociedade do conhecimento”. Para suprir essa necessidade de informações nota-se que os dispositivos móveis estão em constante evolução, incorporando cada vez mais funcionalidades e tecnologias, com preços cada vez mais acessíveis ao usuário.

O estudo desenvolvido ao longo deste trabalho buscou apresentar o crescimento da utilização da linguagem Java, suas principais características e pontos importantes com foco no subconjunto Java ME, apresentando suas principais características no desenvolvimento de micro aplicativos móveis.

Devido a sua qualidade e as várias vantagens, destacando-se a portabilidade oferecida, a linguagem Java evoluiu rapidamente tornando-se, nos dias atuais, a mais popular linguagem de programação. Essa plataforma oferece três versões que visam abranger todo o mercado de programação: Java EE (*Java Enterprise Edition*), Java SE (*Java Standard Edition*) e Java ME (*Java Micro Edition*).

Para garantir a portabilidade, o Java ME utiliza a KVM que é a sua máquina virtual, possibilitando sua execução independente do hardware utilizado. Sua programação é baseada em configurações CDC (*Connected Device Configuration*) e CLDC (*Connected Limited Device Configuration*) que definem uma plataforma Java para suportar uma ampla variedade de produtos que se encaixam dentro de um escopo do Java ME, ou seja, uma configuração mínima de hardware que os dispositivos devem possuir para a execução dos aplicativos.

Para cada configuração existem também perfis que agrupam os aparelhos de acordo com sua aplicabilidade. Dentro da configuração CLDC, o perfil mais importante e usual é o perfil MIDP (*Mobile Information Device Profile*) que possui várias versões e, para a configuração CDC, os principais perfis são o FP (*Foundation Profile*), PP (*Personal Profile*) e PBP (*Personal Basic Profile*).

Foi realizada um comparativo do Java ME com o BREW, o ExEn, Mophun e WGE, que são algumas das plataformas consideradas concorrentes. Assim, concluiu-se que a única plataforma que oferece tantas funcionalidades quanto o Java ME é o BREW, essa última sendo sua principal concorrente. Porém, o BREW tem um alto custo de desenvolvimento exigindo o pagamento pela maioria dos seus serviços. As outras plataformas apresentadas (ExEn, Morphon e WGE) concorrem com o Java ME apenas no mercado de jogos.

Pode-se concluir que o Java ME é a plataforma mais completa e que agrega mais pontos positivos nesse ambiente de programação, sendo a mais indicada para desenvolvimento de micro aplicativos para dispositivos móveis.

Este estudo pode servir como auxílio aos desenvolvedores iniciantes ou que almejam uma transição para o desenvolvimento de micro aplicativos, criando a base de conhecimento para uma melhor escolha. Contudo, é sempre aconselhável a consulta a materiais e/ou opiniões diferentes, para que o próprio desenvolvedor possa decidir melhor que rumo tomar nessa área.

REFERÊNCIAS

ALECRIM, Emerson. **JSE, JEE e JME: uma breve explicação**. 2005. Disponível em: <<http://www.infowester.com/versoesjava.php>>. Acesso em: 31 ago. 2008.

ALMEIDA, Leandro Batista de. **Introdução à J2ME e programação MIDP**. Curitiba: Revista Mundo Java, 2004.

AMARO, Pedro Henrique Simões. **Introdução às plataformas gratuitas para desenvolvimento de jogos wireless**. Disponível em: <http://pjmoo.codigolivre.org.br/gdj/pag_artigo_leitura_impressao.php?ID=161>. Acesso em: 22 nov. 2008.

ANATEL. **Brasil ultrapassa 120 milhões de celulares**. 2008. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=15290>>. Acesso em: 26 maio 2008.

CARNEIRO, Alessandra. **Que tecnologia é melhor: GSM ou CDMA?** 2004. Disponível em: <<http://www.clubedohardware.com.br/artigos/104>>. Acesso em: 23 nov. 2008.

CARVALHO, Fabiano Costa. **Visão geral da especificação J2ME para dispositivos com recursos limitados** Disponível em: <www.inf.ufrgs.br/procpar/disc/cmp134/trabs/T2/041/fcarvalho/j2me.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2008.

DEBONI, José Eduardo Zindel. **Traduzindo Objetos em Bancos de Dados Relacionais**. Disponível em: <<http://www.voxxel.com.br/pages/pdf/oobdr.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2008.

DEITEL, P.J; DEITEL, H.M. **Java: Como Programar**. 6. ed. Porto Alegre: Prentice-Hall, 2005.

DOEDERLEIN, Osvaldo Pinale. **A Plataforma Java ME**. 2008. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/articles/viewcomp_forprint.asp?comp=8585>. Acesso em: 02 nov. 2008.

FRANCO, Marcio. **Introdução ao Brew**. 2006. Disponível em: <<http://www.linhadecodigo.com.br/Artigo.aspx?id=1098>>. Acesso em: 22 nov. 2008.

GASPAR, Gabriel Rocha. **1G, 2G, 2,5G, 3G. Que sopa de letrinhas é essa?** 2005. Disponível em: <http://wnews.uol.com.br/site/noticias/materia_especial.php?id_secao=17&id_conteudo=116>. Acesso em: 20 out. 2008.

GPS CENTER. **Conceito de GPS**. Disponível em:
<<http://www.gpscenter.com.br/index64.html>>. Acesso em: 23 out. 2008.

HADDAD, Renato. **Aplicações móveis para telefones celulares com ASP.NET**. 2002. Disponível em:
<http://www.microsoft.com/brasil/msdn/tecnologias/movel/mobilidade_aspnet.asp>. Acesso em: 30 set. 2008.

JANDL, Peter. **Introdução ao Java**. Núcleo de Educação à Distância, Universidade São Francisco. 1999.

LEMOS, André. **Cibercultura: tecnologia e vida social na cultura contemporânea**. Porto Alegre: Sulina, 2002.

MATEUS, Geraldo Robson; LOUREIRO, Antonio Alfredo Ferreira. **Introdução à Computação Móvel**. Rio de Janeiro: Dcc/im, Coppe/ufRJ, 1998.

MAYER, José Francisco Marochi. **Uma comparação prática entre sistema Multitarefa e Multithread: UNIX e NT**. 1994. Disponível em:
<<http://www.pr.gov.br/batebyte/edicoes/1994/bb36/comparacao.htm>>. Acesso em: 8 nov. 2008.

Mobilidade: a grande tendência do futuro. São Paulo: PROMON, 2005. Edição Especial.

MONTENEGRO, C.; PEREIRA, C. **Java de ponta a ponta do J2ME ao J2EE**. Mundo Java, Rio de Janeiro, n. 12, 2005.

MUCHOW, John W. **Core J2ME: Tecnologia & MIDP**. São Paulo: Pearson Makron Books, 2004.

NOGUEIRA, Wallace Franco; LOUREIRO FILHO, Emerson Cavalcante; ALMEIDA, Hyggo Oliveira de. **Plataformas para Desenvolvimento de Jogos para Celulares**. 2005. Disponível em: <www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v4.1/art07.pdf>. Acesso em: 26 maio 2008.

PEREIRA, Priscilla B. **Entendendo arquitetura JME: CDC, CLDC, MIDP 1.0, MIDP 2.0 e MIDP 2.1**. 2008. Disponível em:
<<http://devmobile.blog.br/2008/07/24/componentes-da-arquitetura-jme/>>. Acesso em: 02 nov. 2008.

PEREIRA, Rui F.; SILVA, Mário J. **Descoberta de Serviços em Ambientes Móveis**. Disponível em: <<http://www.fccn.pt/crc1999/FINAIS/artigo25/ARTIGO25.HTM>>. Acesso em: 31 ago. 2008.

PINHEIRO, Christiano. **J2ME – Java para os portáteis**. 2003. Disponível em: <http://imasters.uol.com.br/artigo/1539/java/j2me_-_java_para_os_portateis>. Acesso em: 01 nov. 2008.

PITANGA, Marcos. **Computação em Cluster: O Estado da Arte da Computação**. Rio de Janeiro: Brasport, 2003.

PUCPR. **Multiplex**. Disponível em: <http://www.lami.pucpr.br/~ele/z_labs/multiplex.htm>. Acesso em: 23 out. 2008.

SABBATINI, Renato M. E. **O futuro do telefone celular**. Disponível em: <www.nib.unicamp.br/papers/checkup-26.html>. Campinas: Unicamp, 2003. Acesso em: 30 ago. 2008.

SENAC. **m-Leaning: a educação com mobilidade**. 30 out. 2007. Disponível em: <<http://www.fiemg.com.br/ead/site-ead/artigos.htm>>. Acesso em: 19 out. 2008.

SILVEIRA, I.F. **Linguagem JAVA**. 30 jun. 2003. Disponível em: <<http://www.infowester.com/lingjava.php>>. Acesso em: 08 ago. 2008.

SORJ, Bernardo. **Brasil@povo.com: a luta contra a desigualdade na sociedade da informação**. Jorge Zahar Editor Ltda, 2003.

SOUSA, Arnaldo Gonçalves de. **Introdução ao Java - PW 02**. Disponível em: <<http://www.visual.pro.br/java/javapw.pdf>>. Acesso em: 31 ago. 2008.

TECHFAQ. **O que é Brew?** Disponível em: <<http://www.tech-faq.com/lang/pt/brew.shtml>>. Acesso em: 22 nov. 2008.

TERROSO, Anderson Royes. **Memórias Semicondutoras**. Disponível em: <http://www.ee.pucrs.br/~dbarros/download/introducao_memoria.PDF>. Acesso em: 28 nov. 2008.

TIOBE Software. **TIOBE Programming Community Index for October 2008**. Disponível em: <<http://www.tiobe.com/index.php/content/paperinfo/tpci/index.html>>. Acesso em: 25 out. 2008.