

AdXen: Uma Ferramenta para Administração de Arquiteturas Virtualizadas Distribuídas Baseadas em Xen

Guilherme Piêgas Koslovski, Márcio Parise Bouffleur, Andrea Schwertner Charão
Laboratório de Sistemas de Computação (LSC)
Curso de Ciência da Computação – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
Campus UFSM – 97105-900 – Santa Maria – RS – Brazil
{guilherm, bouffleur, andrea}@inf.ufsm.br

Resumo

O monitor de máquinas virtuais Xen permite a execução simultânea de diversos sistemas operacionais sobre uma arquitetura real, compartilhando os recursos de hardware existentes. Esta tecnologia vem se popularizando como uma solução para consolidação de servidores e gerenciamento de clusters e redes de computadores. Em ambientes virtualizados, há diversas tarefas administrativas para manipulação e gerenciamento dos sistemas operacionais hospedados. Originalmente, Xen não oferece uma interface para gerenciamento de ambientes virtualizados distribuídos, tornando esta tarefa complexa para administradores. Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta denominada AdXen, para administração de arquiteturas virtualizadas baseadas em Xen. O projeto dessa ferramenta teve como foco os ambientes virtualizados distribuídos, formados por vários computadores interligados executando múltiplas máquinas virtuais. Ao longo do artigo, discute-se as principais questões de projeto e implementação de AdXen e avalia-se as vantagens desta ferramenta frente a outras soluções para administração de arquiteturas virtualizadas.

1 Introdução

A virtualização de recursos computacionais consiste na abstração do *hardware* e do *software* de uma arquitetura real, através de sua representação em máquinas virtuais [4]. Este conceito, inicialmente explorado nos *mainframes* IBM na década de 70, vem sendo novamente pesquisado e aplicado em sistemas atuais. De fato, o alto poder computacional dos computadores modernos, aliado à proliferação de sistemas heterogêneos interligados, tornam vantajosa a utilização desta tecnologia para a execução de diversos sistemas operacionais sobre uma mesma arquitetura.

Em arquiteturas virtualizadas, as tarefas de compartilhamento, gerenciamento e alocação de recursos entre diferentes máquinas virtuais são desempenhadas por uma camada de *software* denominada monitor de máquinas virtuais (MMV), que garante independência e isolamento dos sistemas operacionais em execução. Dentre os diversos monitores existentes, Xen [2] é um MMV de código aberto que destaca-se dos demais por oferecer suporte para diversas famílias de processadores, como IA-32, AMD64 e EM64T, permitindo virtualização de sistemas operacionais como Linux, Windows, FreeBSD e NetBSD.

Xen tem sido utilizado como solução em diversas plataformas interligadas, auxiliando na consolidação de servidores e gerenciamento de redes de computadores. Especificamente em computação de alto desempenho, sua utilização é vantajosa em aglomerados (*clusters*) de computadores e outras arquiteturas distribuídas, pois permite um melhor aproveitamento e um gerenciamento mais flexível dos recursos disponíveis, oferecendo também a possibilidade de balanceamento de carga através da migração de máquinas virtuais entre diferentes computadores.

Em ambientes que utilizam Xen, é comum a realização de tarefas administrativas de criação, ativação, destruição, migração e monitoração das diversas máquinas virtuais em execução sobre os computadores hospedeiros. A interface nativa de Xen oferece uma interface rudimentar para este fim, permitindo apenas o gerenciamento local de máquinas virtuais.

Buscando facilitar a realização destas tarefas administrativas em ambientes interligados, os desenvolvedores de Xen publicaram recentemente uma API [8] contendo informações referentes à forma de acesso e realização de chamadas remotas para manipulação das máquinas virtuais. Com base nisso, desenvolveu-se uma ferramenta denominada AdXen, para administração de arquiteturas virtualizadas que utilizam Xen. Esta ferramenta é compatível com a mais nova versão da API de Xen e facilita as tarefas admi-

nistrativas em ambientes interligados, permitindo controle local e remoto sobre múltiplas máquinas virtuais organizadas em grupos.

Este artigo está organizado na seguinte forma: as seções 2 e 3 tratam da virtualização de recursos computacionais, com ênfase no monitor de máquinas virtuais Xen. A seção 4 discute tarefas administrativas comuns em ambientes virtualizados. A seção 5 apresenta o desenvolvimento de Ad-Xen, enquanto a seção 6 discute a avaliação da ferramenta. Na seção 7, faz-se algumas considerações finais sobre este trabalho.

2 Virtualização de recursos computacionais

De modo geral, a virtualização de recursos computacionais consiste na utilização de máquinas virtuais para reproduzir o conjunto de *hardware* e *software* subjacente em uma arquitetura real. Desta forma, torna-se possível mapear recursos de uma mesma arquitetura às necessidades de diferentes sistemas e aplicações, auxiliando na obtenção de flexibilidade, portabilidade e gerenciabilidade de sistemas.

O controle da execução de múltiplas máquinas virtuais é executado por um monitor de máquinas virtuais (MMV). Esta camada de *software* realiza tarefas de gerenciamento e alocação de recursos, oferecendo aos sistemas em execução uma interface que representa um sistema real, semelhante à arquitetura original. Para realizar o gerenciamento de uma forma eficiente e transparente, MMV's devem possuir o mais alto nível de acesso aos recursos subjacentes, interceptando e manipulando as instruções solicitadas pelas máquinas virtuais

Monitores podem ser classificados de acordo com seu modelo de implementação. Essa classificação distingue sistemas de virtualização hospedada de sistemas de virtualização clássica [11]. A primeira classificação diz respeito aos monitores que são executados sobre um sistema operacional hospedeiro, utilizando um nível mais baixo de privilégios de execução. Neste caso, os monitores utilizam artifícios de tradução binária em tempo de execução para adaptar instruções realizadas pelas máquinas virtuais, que necessitem de um maior privilégio de execução. Exemplos de utilização desta abordagem são encontrados em algumas implementações do monitor VMWare [13].

Já em sistemas de virtualização clássica, o MMV é executado diretamente sobre o *hardware*, possuindo o mais alto nível de privilégios de execução. Neste caso, o monitor pode interceptar, avaliar e direcionar as instruções solicitadas pelas máquinas virtuais, permitindo uma execução direta, sem a necessidade de uma tradução. Este modelo de implementação, tipicamente utilizado em *mainframes*, foi utilizado para implementar monitores como Denali [14] e Xen [2].

3 Monitor de máquinas virtuais Xen

Xen [2] é um monitor de máquinas virtuais de código aberto, baseado na abordagem de virtualização clássica. Este monitor utiliza uma nomenclatura própria que distingue o monitor de máquinas virtuais, denominado *hypervisor*, das máquinas virtuais existentes, denominadas *domínios* Xen. O *hypervisor* é uma camada de *software* que executa diretamente sobre o *hardware*, possuindo o mais alto nível de privilégio. Já os *domínios* consistem em máquinas virtuais independentes, que possibilitam a execução de sistemas operacionais convidados de forma concorrente, sob uma mesma arquitetura. Cada máquina virtual comporta um sistema operacional virtualizado, permitindo que a execução ocorra de forma transparente e segura através do controle de execução imposto pelo *hypervisor*.

Ainda na arquitetura de Xen, existe um domínio administrativo, denominado *Domain-0*, responsável por fornecer uma interface local de gerenciamento das máquinas virtuais e do *hypervisor*. Este domínio fornece e controla os mecanismos de acesso ao *hardware*, disponibilizando *drivers* de acesso aos dispositivos de entrada e saída.

Xen apresenta algumas particularidades em sua implementação, como por exemplo no controle de acesso à memória física e na possibilidade de migração de máquinas virtuais em execução. No controle de acesso à memória, Xen utiliza um particionamento estático entre os domínios existentes, permitindo que cada sistema operacional, embora virtualizado, possua acesso direto para requisições de leitura. Já requisições de escritas são realizadas através de chamadas para o *hypervisor*, que realiza uma verificação antes de sua propagação. Esta abordagem permite um ganho de desempenho considerável, já que a complexidade do acesso a memória física é diminuída.

O processo de migração de máquinas virtuais em tempo de execução, denominado *live migration*, permite que um sistema operacional virtualizado migre entre computadores interconectados sem interromper a execução de seus serviços. Isto é possível devido à independência de *hardware* obtida com a utilização de virtualização, e constitui uma importante ferramenta que impulsiona a utilização de Xen em diversas áreas.

4 Administração de ambientes virtualizados

Ambientes virtualizados consistem basicamente em um conjunto de computadores interconectados, que utilizam uma solução de virtualização, como o monitor Xen por exemplo, no qual é comum a execução de múltiplas máquinas virtuais com diferentes configurações. A administração deste tipo de ambiente compreende a

realização de tarefas que permitam a manipulação das diversas máquinas virtuais existentes, como por exemplo criação, alocação, destruição, desativação, pausa/retomada e migração das mesmas.

Originalmente em Xen, as tarefas de manipulação de máquinas virtuais são realizadas diretamente sobre o domínio administrativo, que disponibiliza uma interface de controle através da ferramenta *xm*. Algumas tarefas, como criação e alocação de máquinas virtuais, requerem a existência de um arquivo de configuração, que contenha os parâmetros de acionamento, como localização da imagem do sistema operacional, localização do *kernel*, parâmetros para configurações de acesso à rede, entre outros.

Nativamente, estas tarefas administrativas são realizadas localmente no computador em questão. Em ambientes interligados, a complexidade de administração aumenta, pois existe a necessidade de conexão via terminais remotos. Neste contexto, tarefas administrativas simples, como destruição, desativação, pausa/retomada de máquinas virtuais tornam-se trabalhosas, pois exigem que o administrador conheça o número de identificação da máquina virtual alvo.

Buscando facilitar a administração de ambientes virtualizados, alguns projetos estão em desenvolvimento, oferecendo ferramentas que permitem administrar recursos locais e remotos [6, 1, 5, 7]. De modo geral, o objetivo destes projetos é oferecer uma interface que facilite a administração dos computadores virtualizados, permitindo sua manipulação remota, sem a necessidade de uma conexão através de terminais remotos, com os computadores hospedeiros.

Dentre os projetos citados, alguns encontram-se em um estágio avançado de desenvolvimento, como Virt-Manager [1] e XenEnterprise [7]. Outros encontram-se em estágios iniciais ou intermediários, como XenManager [5] e Enomalism [6]. No entanto, fatores como complexidade de instalação, abrangência parcial de tarefas administrativas e alterações de projeto realizadas pelos desenvolvedores de Xen, limitam a ampla utilização destas ferramentas. Em particular, há que se mencionar a publicação, por parte dos desenvolvedores de Xen, de uma API [8] que permite a comunicação remota com domínios administrativos. Esta nova API não oferece suporte para chamadas que não correspondam ao protocolo especificado, comprometendo assim o funcionamento de algumas ferramentas existentes.

Estes fatores, aliados à existência de outras funcionalidades que podem ser exploradas em ambientes virtualizados, motivaram o desenvolvimento de uma nova ferramenta, que ofereça funcionalidades adicionais, além da realização do conjunto de tarefas básicas de manipulação de máquinas virtuais.

5 Ferramenta AdXen

As funcionalidades previstas para a ferramenta AdXen visam facilitar tarefas administrativas em ambientes virtualizados baseados em Xen, isto é, ambientes compostos por diversos computadores interligados executando Xen. Tais funcionalidades são divididas em operações básicas e operação avançadas de administração, disponibilizadas ao administrador através de uma interface gráfica.

Como operações básicas, entende-se as tarefas citadas na seção anterior, que compreendem a criação, a destruição, a desativação, a pausa/retomada e a migração de máquinas virtuais.

Como operações avançadas, têm-se a administração de grupos de máquinas virtuais e descoberta de *hosts* virtualizados. A **administração de grupos** permite executar operações simultaneamente em diversas máquinas virtuais. A principal motivação para este recurso é permitir o gerenciamento integrado de máquinas virtuais que executam serviços e aplicações inter-relacionados. Tal recurso pode ser útil, por exemplo, ao se fazer experimentos com *middleware* de computação em grade, que comumente requer a instalação e configuração de diversos serviços em cada *host* da grade. Com o uso de virtualização e do recurso de administração de grupos, pode-se criar e operar diversas máquinas virtuais a partir de imagens e configurações geradas previamente.

A **descoberta de hosts**, por sua vez, consiste na identificação dos computadores de uma rede que possuem o MMV Xen ativo. Esta funcionalidade facilita o processo de configuração inicial do ambiente de execução, auxiliando o administrador no controle de *hosts* virtualizados.

Todas as funcionalidades implementadas são acessíveis ao administrador através de uma interface gráfica. A figura 1 apresenta a interface principal de AdXen, onde o administrador possui uma visão da situação dos *hosts* cadastrados, podendo interagir com a ferramenta através de botões ou listas de opções.

5.1 Ambiente de execução

O ambiente de execução de AdXen pressupõe a existência de um servidor que armazena imagens de máquinas virtuais e arquivos de configuração da ferramenta. Estes arquivos devem estar acessíveis a todos os *hosts* através de um serviço de compartilhamento de arquivos e diretórios.

Outro pré-requisito para o ambiente de execução é um sistema de autenticação via SSH previamente configurado em todos os *hosts* envolvidos. Além disso, na versão atual de Xen, as tarefas administrativas somente são realizadas por usuários que possuem privilégios de super-usuário, conseqüentemente existe a necessidade da utilização de um am-

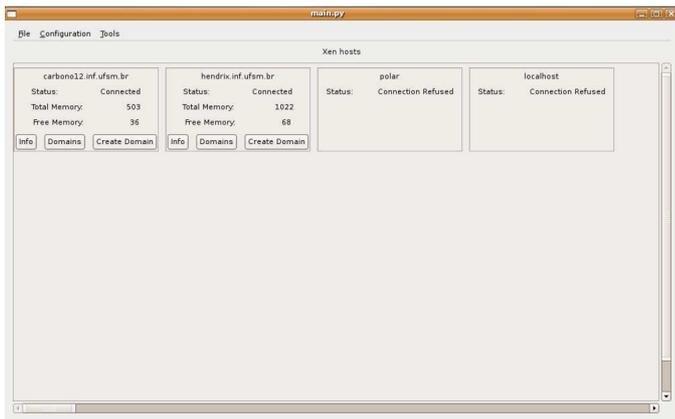


Figura 1. Interface principal de AdXen

biente confiável, onde o sistema de permissões deve estar configurado de forma correta e segura.

A figura 2 apresenta uma visão geral de AdXen em execução sobre um ambiente virtualizado. No topo está localizada a ferramenta e ao seu lado o banco de imagens acessível a todos os *hosts* virtualizados. Já na parte inferior existe a representação de computadores distintos interligados em rede, executando um ou mais sistemas operacionais virtualizados. Nesta figura, as setas representam o fluxo de comunicação entre as API's. Todo comando de gerenciamento do ambiente executado a partir da interface administrativa é imediatamente repassado para a API XenClient, que realiza o pedido de execução remota no *host* correspondente, utilizando a API do monitor Xen.

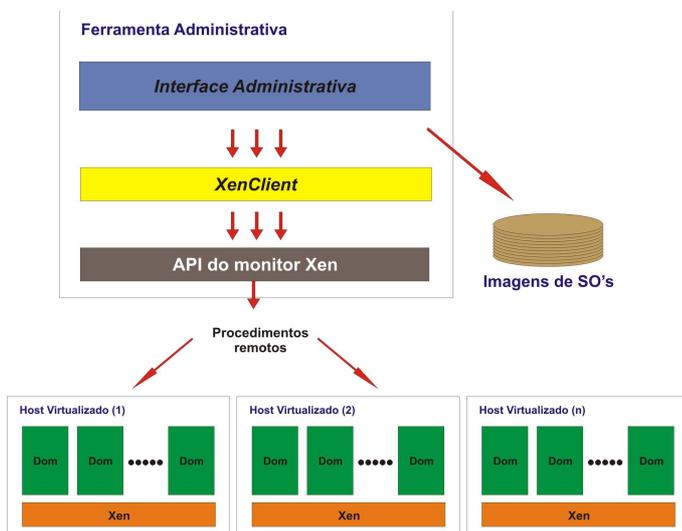


Figura 2. Visão geral do ambiente de execução da ferramenta

5.2 Projeto da ferramenta

No projeto de AdXen, buscou-se especificar em maior detalhe as funcionalidades previstas, para facilitar sua posterior implementação. Para isto, utilizaram-se recursos como diagramas de classe, diagramas de seqüência, diagramas entidade-relacionamento e análises de casos de uso.

Em um primeiro momento, identificaram-se as informações que deveriam ser armazenadas, para permitir a continuação de um perfil de trabalho. Como resultado deste processo, elaborou-se um diagrama entidade-relacionamento que compreende as seguintes informações principais:

- informações de configuração da ferramenta, como tempo de atualização na visualização de *hosts* e domínios;
- informações sobre *hosts* para monitoração, compreendendo dados como *hostname* e nome do usuário com permissões;
- dados de grupos de máquinas virtuais, contendo informações de identificação e descrição de seus membros;
- informações sobre membros de grupos, contendo os arquivos de configuração necessários para inicialização;
- manutenção de informação referentes ao estado atual do ambiente monitorado, semelhante a um *log* de atividades efetuadas.

Após esta etapa, desenvolveu-se diagramas UML para a representação das funcionalidades avançadas propostas. A figura 3 apresenta o diagrama simplificado do recurso de descoberta de *hosts*. Neste diagrama observa-se a existência das classes necessárias para o funcionamento do mecanismo. As setas pontilhadas identificam a dependência funcional das classes.

Além da representação dos recursos avançados, o projeto de AdXen compreendeu a especificação dos recursos básicos, como por exemplo a criação e a migração de uma máquina virtual. A figura 4 apresenta um dos diagramas de seqüência resultante deste processo.

Conforme a figura 4, inicialmente o administrador seleciona no formulário principal da ferramenta o *host* de destino para a criação do novo domínio. Neste ponto, ocorre a verificação por parte do administrador da disponibilidade de recursos no *host* selecionado. Considerando a existência, inicializa-se o formulário de criação de novas máquinas virtuais, onde o administrador deve informar o arquivo de configuração para inicialização do respectivo domínio. Ocorre então uma chamada para o método de

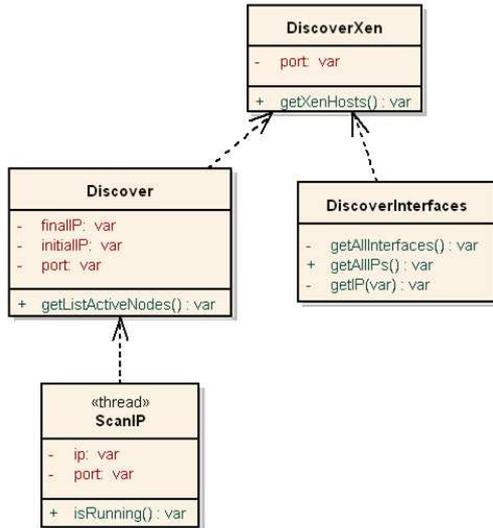


Figura 3. Diagrama de classes UML do recurso de descoberta de hosts

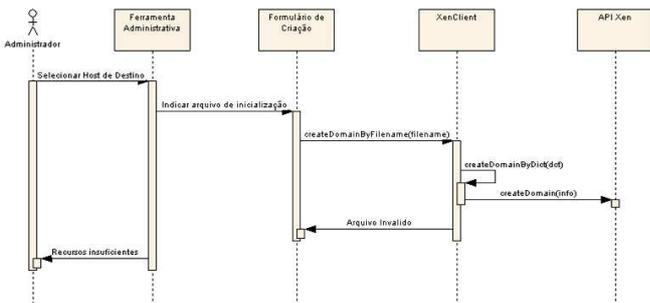


Figura 4. Diagrama de Seqüência da criação de uma nova máquina virtual

criação de domínios da classe XenClient informando o arquivo selecionado. XenClient verifica o formato do arquivo, transformando seu conteúdo em um dicionário de dados que posteriormente é passado como parâmetros para a API do monitor Xen, solicitando a inicialização da nova máquina virtual.

5.3 Implementação da ferramenta

A implementação da ferramenta foi dividida em duas partes: uma camada que encapsula e abstrai as chamadas remotas para Xen e uma interface gráfica que facilita a realização de tarefas administrativas. Todo o desenvolvimento da ferramenta foi feito em linguagem de programação Python [10], em sua versão 2.5, somada a bi-

bliotecas adicionais distribuídas sob licença GPL.

A camada de abstração, denominada XenClient tem o objetivo de tornar a interface gráfica independente do monitor Xen. Esta camada oferece uma API que simplifica o acesso a alguns recursos da API original do monitor, abstraindo certos detalhes sobre passagem de parâmetros e verificações de erros.

Utilizando a abstração provida por XenClient, o desenvolvimento da interface gráfica administrativa voltou-se principalmente para a implementação de uma forma de representação do ambiente. Para isso, foram utilizadas as bibliotecas PyGTK [9], SQLite [12] e SQLAlchemy [3]. A primeira provê funções gráficas para Python, enquanto as duas últimas foram utilizadas para salvar as configurações ativas de um perfil de trabalho. SQLite é uma biblioteca que oferece características básicas de um sistema gerenciador de banco de dados, e implementa grande parte das instruções SQL relacionais. Já SQLAlchemy é uma biblioteca que permite o acesso à base de dados e provê uma interface orientada a objetos. Desta forma, pode-se armazenar informações sobre os computadores que estão sendo monitorados e os usuários com permissão de acesso.

Em sua interface administrativa, AdXen permite a visualização e acompanhamento dos *hosts* cadastrados, apresentando informações referentes à disponibilidade de conexão. Os computadores cadastrados podem estar ativos ou inativos, sendo que para *hosts* ativos estão disponíveis botões de acesso para visualização de configuração e para realização de chamadas remotas.

Para o sistema, cada computador cadastrado corresponde a uma instância de XenClient, que serve como classe base para a disponibilização das informações em tempo real. Desta forma, é possível identificar quando um computador altera seu estado de disponibilidade na rede, passando de ativo para inativo, ou vice-versa. Esta funcionalidade permite uma representação real dos recursos disponíveis a cada momento.

5.4 Operações avançadas

As operações avançadas, que compreendem a descoberta automática de *hosts* virtualizados e o gerenciamento de grupos de máquinas virtuais, caracterizam o principal diferencial de AdXen junto às demais ferramentas administrativas existentes.

A descoberta automática de *hosts* virtualizados permite ao administrador obter uma visão dos computadores hospedeiros que estão ativos em um determinado momento. Este recurso auxilia administradores na tarefa de conexão remota para realização de procedimentos administrativos. Para isso, foi implementado um conjunto de classes independentes, utilizando recursos como *sockets* e *threads*. Na concepção desta rotina, buscou-se projetá-la de forma que

se possa utilizá-la como uma ferramenta independente ou como um pacote auxiliar para o desenvolvimento de ferramentas administrativas.

No desenvolvimento da rotina de gerenciamento de grupos de máquinas virtuais, realizou-se a representação de agrupamentos de máquinas virtuais através de relacionamentos na base de dados. Desta forma, antes de inicializar um grupo o administrador deve informar as máquinas virtuais que fazem parte do mesmo. Este processo difere da criação básica de máquinas virtuais, onde o administrador informa somente o arquivo de configuração necessário.

Esta interação com o administrador ocorre através de formulários específicos, onde é possível cadastrar novos grupos e editar configurações existentes. Outros formulários permitem a visualização de um grupo ativo, e oferecem um conjunto de operações básicas que podem ser efetuadas sobre todas as máquinas que são membros do grupo.

5.5 Caso de uso

Para exemplificar a utilização das operações básicas e avançadas, descreve-se nesta seção um caso de uso com uma seqüência de atividades capazes de auxiliar as tarefas de administração. Considera-se um ambiente de experimentação onde diversos testes são realizados sobre sistemas que possuem configurações distintas, mas utilizam os mesmos recursos de *hardware* existentes. Um exemplo de ambiente com estas características é observado em laboratórios de computação, onde muitas vezes os pacotes de *software* são totalmente ou parcialmente reconfigurados para a realização de testes. A troca de distribuições de sistemas operacionais e reconfiguração de versões de programas ocorre freqüentemente, tornando-se uma tarefa trabalhosa.

Considera-se também a existência de um ambiente no qual diversos computadores executam o MMV Xen e onde o compartilhamento de informações é realizado através de SSH, com uma configuração segura que permita acesso remoto de usuários com alto privilégio administrativo.

A figura 5 apresenta o diagrama UML de caso de uso de alguns recursos da ferramenta AdXen. As atividades selecionadas para exemplificação neste caso de uso representam os pontos diferenciais da ferramenta quando comparada às demais. Neste diagrama, as elipses representam as atividades realizadas pelo autor, ou seja, o administrador do sistema. As setas com a etiqueta *invokes* representam os formulários que devem ser utilizados para realização da atividade e as demais setas representam a seqüência necessária para acesso aos formulários do sistema.

Os passos seguintes representam a descrição conceitual do diagrama apresentando:

- Configuração da ferramenta
 1. Administrador configura imagens de sistemas

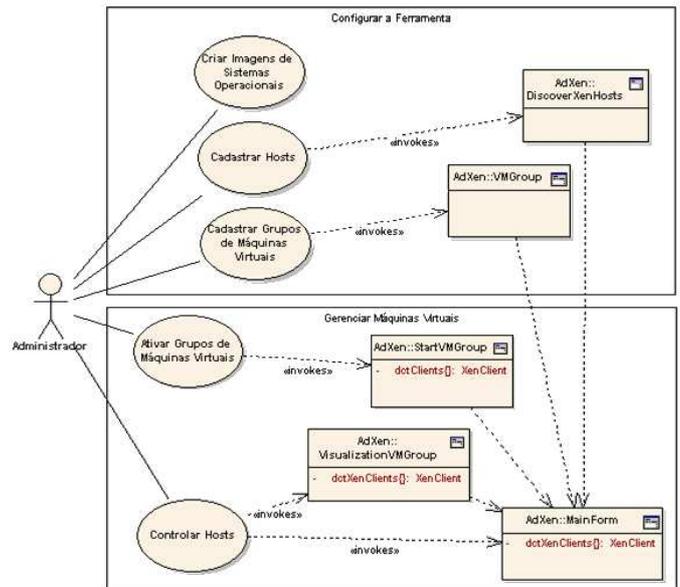


Figura 5. Diagrama de Caso de Uso da ferramenta

operacionais que serão hospedados

2. Administrador efetua o cadastro dos *hosts* que participam do ambiente
3. Administrador cadastra as informações sobre os grupos de máquinas virtuais

- Gerenciamento de máquinas virtuais

1. Administrador torna um grupo de máquinas virtuais ativo
2. Administrador monitora grupos de máquinas virtuais previamente ativado, verificando *hosts* individualmente ou através da visualização de grupos

Descreve-se a seguir o processo de realização das etapas, apresentando pontos onde facilidades são oferecidas para o administrador do sistema.

Primeiramente, o administrador deve criar imagens de sistemas operacionais e disponibilizá-las para todos os computadores através de um sistema de compartilhamento de arquivos e diretórios como NFS. Além disso, *kernels* aptos a execução sobre uma arquitetura virtualizada devem ser preparados e disponibilizados para os *hosts* ativos.

Conforme a especificação da API de Xen, a inicialização de novos domínios Xen requer arquivos de configuração que especificam parâmetros de rede, memória, forma de acesso ao sistema de arquivos, entre outro. Estes arquivos devem ficar acessíveis para o computador que executará a ferramenta administrativa.

A primeira execução de AdXen sobre o ambiente em questão requer o cadastro dos *hosts* que serão monitorados. Para isso, o administrador pode utilizar o recurso *Xen Discover* para descobrir e cadastrar todos os hospedeiros encontrados. Neste ponto do processo, a interface principal da ferramenta já permite ao administrador acompanhar a ativação e desativação de qualquer hospedeiro, e obter informação sobre seus recursos disponíveis.

Para facilitar a inicialização de uma configuração específica, o administrador pode criar os grupos de máquinas virtuais e informar para a ferramenta a localização dos arquivos de configuração. Esta tarefa é opcional ao administrador, já que máquinas virtuais podem ser criadas e manipuladas individualmente.

Terminado o processo inicial de configuração, um ou mais grupos de máquinas virtuais podem ser inicializados, considerando os recursos de *hardware* existentes no ambiente. O administrador pode optar entre uma visualização global dos *hosts* ativos ou uma visualização individual de um grupo específico, onde as operações de manipulação de domínios são disponibilizadas.

6 Avaliação

Todas as funcionalidades descritas nas seções anteriores encontram-se atualmente implementadas¹. Para fins de avaliação da ferramenta, apresenta-se inicialmente uma comparação entre AdXen e a interface nativa de Xen. Posteriormente, compara-se AdXen com outras ferramentas existentes. Por fim, descreve-se a utilização das operações avançadas em um ambiente hipotético, para identificar as facilidades obtidas com sua utilização

6.1 Comparação com a interface nativa

Esta avaliação compara a realização de operações básicas com e sem a utilização da ferramenta AdXen. A manipulação de máquinas virtuais nativamente em Xen exige um processo inicial de conexão, em que o administrador deve conectar-se ao computador remoto, utilizando um usuário que possua o mais alto nível de acesso.

Para efetuar a conexão, é necessário o conhecimento prévio do IP ou do nome do *host* remoto. Após a conexão, algumas operações (como criação e migração) requerem que o administrador verifique manualmente a disponibilidade de recursos atuais, local e remotamente. A etapa seguinte consiste na realização de uma chamada para o MMV através do utilitário *xm*, passando os parâmetros adequados (particularmente a tarefa de criação requer a utilização de um arquivo para passagem de parâmetros específicos).

¹O código-fonte da ferramenta encontra-se em <http://sourceforge.net/projects/adxen>

Após concluir a operação, qualquer alteração ou obtenção de informações, como disponibilidade de recursos do *host* e das máquinas virtuais, necessita de uma nova conexão ao computador hospedeiro.

Utilizando AdXen, o administrador possui uma visão geral do ambiente monitorado diretamente na interface inicial, possuindo acesso direto às tarefas de criação de máquinas virtuais e obtenção de informações sobre o *host* hospedeiro. Ainda nesta interface existe um atalho que leva à visualização dos domínios existentes em cada *host*.

Neste ponto, o administrador possui uma visualização dos domínios ativos, inclusive do domínio administrativo *domain0*. As operações básicas são disponibilizadas através de uma lista de opções, permitindo desta forma que uma tarefa complexa ocorra facilmente, como por exemplo a migração de uma máquina virtual. Ao término da operação, retorna-se à interface inicial, onde o administrador visualiza o ambiente atualizado.

6.2 Comparação com outras ferramentas

Esta avaliação compara AdXen com outras ferramentas existentes, destacando pontos como forma de apresentação da interface para o administrador e disponibilidade de funcionalidades básicas.

Sistemas como XenManager [5] e Enomalism [6] oferecem um conjunto reduzido de operações, compreendendo basicamente criação, destruição, ativação, desativação e migração. A ferramenta Enomalism possui uma interface Web que permite a manipulação das máquinas virtuais remotas utilizando autenticação unicamente através de LDAP. Desta forma, a instalação desta ferramenta exige a utilização deste mecanismo de autenticação, não utilizando o sistema disponível pela API de Xen, baseado em SSH. Já XenManager permite o controle de máquinas virtuais apresentando uma interface gráfica onde as informações são agrupadas através de abas de navegação. Desta forma, não é possível obter uma visão global do ambiente monitorado.

As ferramentas Virt-Manager [1] e XenEnterprise [7] encontram-se em um estágio avançado de desenvolvimento e oferecem todas as operações básicas. Particularmente, XenEnterprise possui um conjunto de operações que permite a conversão de máquinas reais para máquinas virtuais (*Physical to Virtual - P2V*), mas é distribuído sob licença comercial, o que dificulta sua ampla utilização em ambientes acadêmicos.

Já em AdXen, procurou-se durante seu desenvolvimento oferecer uma interface onde as operações básicas pudessem ser realizadas de forma simples e rápida, permitindo ainda o acompanhamento e visualização global do sistema. Assim, a representação utilizada permite a realização de qualquer tarefa administrativa através da seleção de opções em listas e/ou através da utilização de barras de botões.

6.3 Utilização de operações avançadas

Esta parte da avaliação descreve a realização de operações avançadas disponibilizadas por AdXen, caracterizando o principal diferencial perante outras soluções existentes. As operações avançadas (descoberta de *hosts* com o MMV Xen em execução e gerenciamento de grupos de máquinas virtuais) auxiliam o administrador na implantação do sistema no seu ambiente de trabalho e no controle do conjunto de domínios em execução.

O administrador do sistema pode optar por realizar o cadastro manual dos *hosts* existentes na rede ou utilizar o recurso denominado *Xen Discover*, que percorre todos os computadores da rede identificando os que possuem o MMV Xen em execução. Este processo é realizado em todas as interfaces de rede existentes do computador utilizado para administrar o ambiente. Uma lista com os *hostnames* encontrados é apresentada para o administrador, que pode efetuar ou não o seu cadastro.

Em ambientes que possuem diversos computadores executando o MMV Xen, a utilização deste recurso torna-se fundamental para a configuração inicial do sistema, evitando assim a necessidade de digitação e cadastro manual dos *hosts*. Por outro lado, o administrador pode efetuar a descoberta de *hosts* a qualquer momento, buscando identificar alterações em sua rede, já que somente serão cadastrados os novos computadores identificados.

Gerenciar grupos de máquinas virtuais consiste basicamente em agrupar domínios que possuem particularidades em comum. Desta forma, o administrador pode identificar domínios que executem programas inter-relacionados e agrupá-los através de uma identificação única. Inicialmente, deve-se cadastrar um grupo de máquinas virtuais informando seu nome e uma breve descrição sobre as aplicações executadas e posteriormente informar quais arquivos de configuração serão utilizados para inicializar o grupo.

No momento da ativação de um grupo, os *hosts* ativos são apresentados para o administrador, que pode selecionar quais deles receberão as novas máquinas virtuais. A distribuição dos domínios sobre os *hosts* selecionados é feita de forma igualitária, dividindo o número de domínios pelo número de hospedeiros selecionados.

Grupos ativos podem ser visualizados separadamente dos demais *hosts* do ambiente, permitindo assim uma visão específica dos computadores hospedeiros e suas máquinas virtuais. Neste ponto, o administrador possui acesso direto a todas as operações básicas, podendo executar qualquer tarefa sobre um domínio específico. Considerando a necessidade de reconfiguração do ambiente de trabalho, o administrador possui operações que podem ser aplicadas sobre todas as máquinas virtuais pertencentes ao grupo em questão, como desativação e destruição.

7 Conclusão

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de AdXen, uma ferramenta de administração de arquiteturas virtualizadas baseadas em Xen. O principal diferencial desta ferramenta reside em recursos para ambientes virtualizados distribuídos, em que é necessário realizar operações com máquinas virtuais remotamente. Esses recursos consistem na capacidade de gerenciar grupos de máquinas virtuais e na descoberta automática de *hosts* virtualizados.

Como trabalhos futuros, pretende-se aprofundar a avaliação da ferramenta em um ambiente virtualizado que está sendo instalado no Núcleo de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria. Espera-se, com isso, identificar novas funcionalidades que possam ser agregadas à ferramenta.

Referências

- [1] Virt-manager virtual machine manager, 2006. Disponível em: <http://virt-manager.et.redhat.com/>.
- [2] P. Barham, B. Dragovic, K. Fraser, S. Hand, T. Harris, A. Ho, R. Neugebauer, I. Pratt, and A. Warfield. Xen and the art of virtualization. In *Proc. 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles (SOSP '03)*, pages 164–177, Bolton Landing, USA, Oct. 2003. ACM.
- [3] I. Bicking. SQLObject - Object Relational Manager, 2005. Disponível em: <http://www.sqlobject.org>.
- [4] R. Goldberg. Survey of virtual machine research. *IEEE Computer*, 7(6):34–45, 1974.
- [5] C. Hergert. Xen Manager, 2005. Disponível em: <http://xenmanager.dronestudios.com/cgi-bin/trac.cgi>.
- [6] E. Inc. Enomalism - Virtualized Management Console, 2005. Disponível em: <http://www.enomalism.com>.
- [7] X. S. Inc. Xen enterprise data sheet v11022006, version 3.1. Technical Report 02-11-2006, Xen Source Inc., 2006.
- [8] E. Mellor, R. Sharp, D. Scott, and J. Harrop. Xen management API draft - revision 0.4.3. Technical Report 25-08-06, XenSource, Inc., 2006.
- [9] PyGTK, GTK+ for python, 2000. Disponível em: <http://www.pygtk.org>.
- [10] The Python Language, 1990. Disponível em: <http://www.python.org>.
- [11] J. E. Smith and R. Nair. The architecture of virtual machines. *IEEE Computer*, 38(5):32–38, 2005. Disponível em: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/MC.2005.173>.
- [12] SQLite, 2003. Disponível em: <http://www.sqlite.org>.
- [13] J. Sugeran, G. Venkitachalam, and B.-H. Lim. Virtualizing I/O devices on VMware workstation's hosted virtual machine monitor. In *Proc. 2001 Usenix Annual Technical Conference*, pages 1–14. Usenix Assoc., 2001.
- [14] A. Whitaker, M. Shaw, and S. D. Gribble. Denali: Lightweight virtual machines for distributed and networked applications. Technical Report 02-02-01, University of Washington, 2002.