

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**UM SISTEMA WEB PARA EXECUÇÃO
REMOTA DE APLICAÇÕES DE ALTO
DESEMPENHO**

TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Otávio Migliavacca Madalosso

Santa Maria, RS, Brasil

2015

UM SISTEMA WEB PARA EXECUÇÃO REMOTA DE APLICAÇÕES DE ALTO DESEMPENHO

Otávio Migliavacca Madalosso

Trabalho de Graduação apresentado ao Curso de Ciência da Computação da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para
a obtenção do grau de

Bacharel em Ciência da Computação

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andrea Schwertner Charão

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Curso de Ciência da Computação**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Graduação

**UM SISTEMA WEB PARA EXECUÇÃO REMOTA DE APLICAÇÕES DE
ALTO DESEMPENHO**

elaborado por
Otávio Migliavacca Madalosso

como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Ciência da Computação

COMISSÃO EXAMINADORA:

Andrea Schwertner Charão, Dr^a.
(Presidente/Orientadora)

Lizandra Manzoni Fontoura, Prof^a. Dr^a. (UFSM)

Eduardo Piveta, Prof. Dr. (UFSM)

Santa Maria, 08 de Outubro de 2015.

RESUMO

Trabalho de Graduação
Curso de Ciência da Computação
Universidade Federal de Santa Maria

UM SISTEMA WEB PARA EXECUÇÃO REMOTA DE APLICAÇÕES DE ALTO DESEMPENHO

AUTOR: OTÁVIO MIGLIAVACCA MADALOSSO

ORIENTADORA: ANDREA SCHWERTNER CHARÃO

Local da Defesa e Data: Santa Maria, 08 de Outubro de 2015.

Algumas áreas de pesquisa utilizam constantemente algoritmos que demandam alto desempenho dos seus ambientes de execução. Ocasionalmente, surgem algoritmos novos, com diferentes propriedades, que se propõem a resolver um problema de forma mais eficiente e/ou completa. Infelizmente, é comum que esses algoritmos fiquem restritos a ambientes institucionais, limitando muito a sua visibilidade para a comunidade de pesquisa. Este trabalho tem como objetivo criar um portal que permita ao usuário solicitar a execução remota de um algoritmo de acordo com as configurações que o sistema oferecer.

Palavras-chave: Computação de alto desempenho. Programação Web. Framework Django. Execução Remota. Respon.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
1.1 Objetivos.....	6
1.1.1 Objetivo Geral.....	6
1.2 Justificativa	6
2 FUNDAMENTOS E REVISÃO DE LITERATURA.....	8
2.1 Framework Django	8
2.2 Trabalho Relacionados	8
2.3 Friends of Friends	8
3 DESENVOLVIMENTO.....	10
3.1 Formulário de Contato	10
3.2 Registro de Usuário	10
3.3 Modelos de dados	11
3.3.1 Algorithm	12
3.3.2 ExecModel.....	12
3.3.3 Execution	12
3.3.4 PortalUser	12
3.4 Execução Remota de tarefas	13
3.5 Funcionalidades.....	14
3.5.1 Usuário Anonimo	14
3.5.2 Usuário registrado	14
3.5.3 Administrador.....	15
3.6 Sistema de Arquivos	15
4 PRÓXIMAS ETAPAS.....	17
REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

Algoritmos com grande custo computacional são facilmente encontrados em áreas como meteorologia, biologia e astronomia. Esses algoritmos possuem a característica de utilizar um nível elevado de processamento para concluir sua execução, e consequentemente, seus tempos de execução tendem a ser longos e variam dependendo da máquina aonde estão sendo executados.

É comum pesquisadores destas áreas desenvolverem novas implementações de algoritmos utilizados por seus colegas. Implementações essas que podem trazer muitos benefícios para outros pesquisadores que necessitam deste tipo de solução. Infelizmente, é comum essas implementações ficarem restritas a ambientes privados, não por questões de licença, mas simplesmente pela ausência de um método prático para disponibiliza-la ao público.

Baseado nessa situação, surge a ideia de desenvolver um portal web que permita a execução de algoritmos remotamente, de acordo com as configurações feitas pelo administrador do portal. Nesse portal, o usuário seria capaz de fazer execuções pré definidas pelo administrador, ou então utilizar dados próprios para que sejam processados pelos algoritmos, e consiga obter os resultados da execução quando concluída.

Um algoritmo que se enquadra no propósito do portal e que será utilizado durante o desenvolvimento do mesmo, é a uma versão do algoritmo Friends-of-Friends de complexidade $n \cdot \log(n)$ paralelizado através do *framework* OpenMP.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é criar um modelo de portal web que possibilite aos usuários cadastrados no sistema executar algoritmos utilizando diferentes dados e disponibilizar o resultado da execução após sua conclusão.

1.2 Justificativa

O projeto é capaz de gerar benefícios significativos para a comunidade de pesquisa de diversas áreas, criando um modelo de ambiente que facilite a divulgação e teste de resultados

de algoritmos alternativos para resolução de problemas comuns.

Além de servir como modelo, o projeto disponibilizará um algoritmo que se enquadra na categoria alvo do projeto: a versão de complexidade $n \cdot \log(n)$ e paralela do friends-of-friends.

2 FUNDAMENTOS E REVISÃO DE LITERATURA

Nesse capítulo será dada justificativa a respeito das tecnologias selecionadas para o desenvolvimento do projeto e introdução ao algoritmo selecionado para teste do sistema durante seu desenvolvimento

2.1 Framework Django

Django(DJANGO PROJECT, ????) é um *framework* para criação de aplicações web que encoraja o desenvolvimento ágil, em alto nível e com design pragmático. Foi criado inicialmente para manter o portal de notícias online do Lawrence Journal World pelos programadores Adrian Holovaty, Simon Willison e Jacob Kaplan-Moss.

Por se tratar de um portal inicialmente desenvolvido para administrar notícias, o *framework* lida muito bem com gerenciamento de conteúdo e agilidade quando é necessário fazer alterações no sistema.

2.2 Trabalho Relacionados

2.3 Friends of Friends

Simulações de N-corpos têm sido utilizadas para promover vários avanços na compreensão de questões relevantes em astrofísica, como por exemplo o processo de formação e evolução de estruturas do Universo. Este tipo de simulação tem um papel fundamental(BERTSCHINGER, 1998; G. EFSTATHIOU M. DAVIS, 1985) no estudo da evolução cósmica em tópicos como a distribuição de matéria escura em grande escala, a formação de halos de matéria escura, e a formação e evolução de galáxias e aglomerados.

A manipulação e análise da grande quantidade de dados produzidos em tais simulações também é algo desafiador. Neste contexto, é essencial o desenvolvimento de técnicas computacionais eficientes para extrair informação significativa a partir dessas fontes de dados, em um período apropriado de tempo.

Etapas importantes neste tipo de análise são a identificação de halos de matéria escura e o estudo do espectro da energia potencial gravitacional de tais objetos. Uma abordagem para este tipo de análise consiste em usar o algoritmo de percolação Friends-of-Friends (FoF)

(HUCHRA J. P., 1982) . A ideia básica deste algoritmo é a seguinte: considere uma esfera de raio R ao redor de cada partícula do conjunto total; se dentro desta esfera existirem outras partículas, elas serão consideradas pertencentes ao mesmo grupo e serão chamadas de amigas. Em seguida, toma-se uma esfera ao redor de cada amiga e continua-se o procedimento usando a regra "qualquer amigo de meu amigo é meu amigo". O procedimento para quando nenhuma amiga nova puder ser adicionada ao grupo.

Na 15ª edição da Escola Regional de Alto Desempenho do Rio Grande do Sul (XV ERAD-RS)(referenciar), foram publicados resultados de execuções de uma nova implementação do Friends-of-Friends(OTÁVIO MIGLIAVACCA MADALOSSO, 2015) cuja complexidade computacional era reduzida em relação as versões anteriores, resultando em redução do tempo de processamento.

3 DESENVOLVIMENTO

A metodologia do projeto concentrou-se em dar prioridade aos requisitos que apresentavam maior risco, priorizando a funcionalidade de executar tarefas remotamente. Por causa disso foi feita uma *Sprint* para agilizar o desenvolvimento de funcionalidades mais básicas do projeto, focando especialmente na questão de execuções remotas solicitadas pelos usuários cadastrados no sistema.

Para isso, o projeto iniciou através do estudo e familiarização do *framework* Django. Através de uma série de video aulas disponíveis no youtube e da documentação do *framework*, foram desenvolvidas as páginas de 'contato' e 'informações' da aplicação.

Através desse estudo de video aulas foram selecionados também algumas aplicações extensíveis que, conforme observou-se, poderiam trazer ganhos ao projeto em questão de agilidade de desenvolvimento. As aplicações estudadas foram o django-registration-redux, para registro de usuário, e o django-crispy-forms, que efetua alterações de formulários conforme o resultado da validação do mesmo.

3.1 Formulário de Contato

A página de contato do sistema foi desenvolvida utilizando um formulário que exige informações necessárias para identificação e endereço de resposta de quem efetuou o contato. Para isso foi utilizada a aplicação django-crispy-forms, ela trata de casos como o de quando um usuário tenta efetuar um contato e não preenche um dos campos necessários, dependendo do resultado da validação, efetuada no backend do sistema, é retornado um novo formulário semelhante ao original, porém, com mensagens deixando explícito ao usuário quais foram os erros cometidos na tentativa de efetuar contato.

3.2 Registro de Usuário

Depois disso houve o estudo da logística de registro de usuários, como a aplicação deve ser aberta a qualquer pessoa, é imprescindível que haja uma forma autônoma de registro de novos usuários. No primeiro momento tentou-se implementar a funcionalidade utilizando formulários e verificações desenvolvidas no próprio projeto, mas durante o desenvolvimento foi encontrada uma solução mais rápida e mais adequada, o uso do app Django-Registration-Redux.

O `django-registration-redux` é uma aplicação extensível que provê as funcionalidades de registro de usuários para sites que utilizam Django. Essa aplicação já dispõe de templates e formulários para fazer a sua função, também contém um sistema de ativação de contas no qual o usuário que solicitou registro recebe um e-mail no endereço usado no cadastro que contém um link para ativar sua conta, forçando uma verificação de que o e-mail utilizado existe e pertence mesmo ao usuário.

Por padrão ela mantém apenas os dados de e-mail, nome e senha do usuário que solicitou o registro, o que satisfaz os requisitos mínimos para executar sua funcionalidade, porém para o sistema em desenvolvimento, pareceu interessante ter a possibilidade de obter mais dados do usuário em seu cadastro, tais como instituição a qual o usuário pertence (Universidade, empresa, etc.), grau de escolaridade, e outras informações que podem ser úteis posteriormente ao administrador do sistema.

Além disso, o `django-registration-redux` não tem por padrão, nenhuma forma de filtro de domínios de endereços de e-mail, o que também pode ser útil ao sistema, caso o administrador queira limitar o acesso do portal aos usuários que detenham um e-mail de um domínio específico.

Para contornar essas questões, foi criado um novo modelo de dados que estende a aplicação `registration-redux`, tornando possível estender as funções de registro para esse modelo novo, de modo que no processo de registro novos dados podem ser requisitados, verificados e validados pelo sistema antes de proceder com a criação do usuário.

3.3 Modelos de dados

Quando a etapa de registro de usuários foi completa, foram criados modelos de dados para representar os algoritmos disponíveis pelo sistema, execuções que seriam requisitadas pelos usuários, e modelos de execuções.

Essas três classes, combinados com a classe de usuário, que mantém os dados do registro, compõem o modelo de dados (Figura 3.1) que integram todas as funcionalidades do sistema até o presente estado de desenvolvimento.

3.3.1 Algorithm

Essa classe é responsável por manter os dados referentes ao(s) algoritmo(s) que o sistema disponibiliza, é composto por 3 atributos que representem o nome do algoritmo, a descrição de seu propósito, e o comando (shell) que deverá ser utilizado para executá-lo.

3.3.2 ExecModel

Essa classe foi criada para permitir ao usuário testar os serviços do sistema sem precisar de um conjunto de dados. Assim, essa classe guarda dados referentes a execução pré-definida de um algoritmo, utilizando os dados de entrada já configurados pelo administrador do sistema. Além disso, ele mantém um campo descrição criado com o intuito de explicar ao usuário como funciona o conjunto de dados utilizados como entrada e o que se espera do resultado após o processamento.

3.3.3 Execution

A classe Execution mantém todas as informações referentes a um pedido de execução. Ela inclui uma chave estrangeira que referencia o usuário que requisitou-a, a data na qual a requisição foi feita, o status da execução, outra chave estrangeira que referencia qual algoritmo será utilizado, e dois campos para os endereços nos quais devem ser mantidos os dados de entrada e saída à serem usados nesta execução.

3.3.4 PortalUser

Representa o usuário no portal, mantém os dados de cadastro e mais alguns referentes a datas e preferências:

- Username (Utilizado para o login)
- Password
- E-mail
- Nickname (Utilizado para mensagens de contato e alertas pelo sistema)
- DateRegister (Data de quando foi feito o registro do usuário)

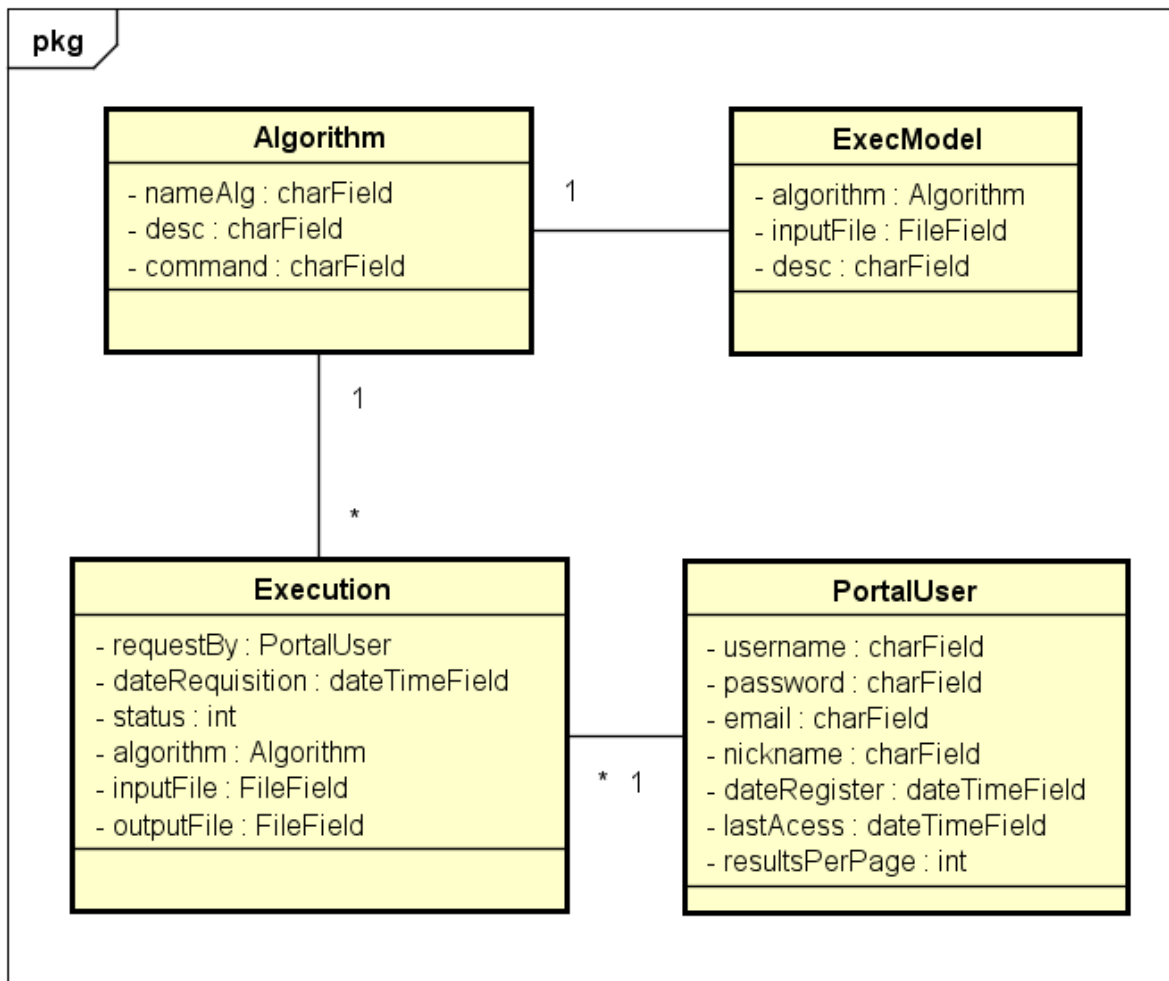


Figura 3.1 – Diagrama de classes do projeto.

- LastAccess (Data do último acesso do usuário no sistema)
- ResultsPerPage (Preferência de quantos resultados por página o usuário deseja quando for listar os experimentos que requisitou)

3.4 Execução Remota de tarefas

A execução remota de tarefas foi um requisito que exigiu outro estudo em busca de ferramentas e técnicas para sua realização. É necessário esclarecer que não é viável que o próprio processo que mantém a aplicação no ar e trata de todos os requests realizados por usuários também lide com as execuções dos experimentos solicitados pelos usuários, pois isso causaria uma lentidão muito grande no sistema.

Para contronar esse problema foram verificadas duas técnicas: a criação de um novo

processo que faria a execução do experimento, ou então o uso de alguma aplicação que gerencia-se filas de tarefas e distribuição das mesmas para demais processos e/ou máquinas.

Compreendida a dimensão e complexidade de criar um sistema para execução de tarefas a partir do zero, optou-se por buscar por aplicações compatíveis com as tecnologias utilizadas do projeto e que pudessem satisfazer a necessidade identificada.

A aplicação escolhida foi o Celery, uma aplicação que gera filas de execução de tarefas por meio de troca de mensagens. A grande vantagem dessa escolha é a integração nativa que o Celery tem com Django, e a vasta documentação existente para configuração de suas funcionalidades.

Essa aplicação permite ao sistema django criar tarefas que serão executadas pelos chamados workers. Os workers são processos independentes que devem ser iniciados nas máquinas que irão executar o processamento dos algoritmos e que trocam mensagens com o sistema que solicitou a execução.

No momento, a execução das tarefas criadas pelo sistema estão todas sendo realizadas por um worker executado na mesma máquina que mantém o portal, posteriormente espera-se fazer com que isso seja alterado para que a máquina que realiza o processamento seja exclusivamente dedicada à essa tarefa.

3.5 Funcionalidades

As funcionalidades do sistema podem ser divididas até agora em 3 grupos distintos. (Figura 3.2).

3.5.1 Usuário Anônimo

Um usuário anônimo possui a permissão de acessar áreas de informação a respeito do sistema, de contato com o administrador do sistema, e da área de registro, onde pode solicitar o registro e, seguindo as orientações apresentadas, fazer login como um usuário registrado.

3.5.2 Usuário registrado

O usuário registrado tem permissão de criar experimentos no portal, para isso ele faz o *upload* de um arquivo que será utilizado como entrada no algoritmo selecionado. Além disso o usuário também pode monitorar o estado dos experimentos que ele requisitou e fazer o *down-*

load dos arquivos de cada experimento, tanto o arquivo de entrada, como a saída(se houver) do algoritmo.

3.5.3 Administrador

O administrador tem as mesmas capacidades do que um usuário registrado e detem privilégios de acesso ao painel de administração do django. Isso permite a ele cadastro de novos algoritmos no sistema, de novos experimentos padrão e a editar qualquer informação que o sistema detenha no banco de dados.

3.6 Sistema de Arquivos

Como as tarefas realizadas pelo portal exigem dados para serem processados pelo algoritmo, e esse algoritmo gera novos dados, foi necessário criar um sistema de arquivos para manter uma ordem na qual seja possível recuperar esses arquivos após o seu processamento. O sistema foi implementado conforme a imagem ilustra. Nele, é escolhido um diretório como sendo a raiz de todos os arquivos que o portal irá manter referente a dados de entrada e saída dos algoritmos, e esses dados serão mantidos em diretórios nomeados de acordo com o id do experimento ao qual pertencem, e esse diretório, por sua vez, será mantido em um outro diretório nomeado de acordo com o id do usuário que requisitou o experimento.

Após a implementação desse sistema de arquivos e combinando as funcionalidades implementadas com o que já havia sido implementado referente a execução de tarefas, foi possível desenvolver uma página no portal na que o usuário pudesse obter os arquivos de dados referentes a cada experimento solicitado por ele e verificar o estado de cada experimento. Esses estados são definidos de acordo com o andamento do processo de execução, sendo que até o momento, são possíveis 3 estados:

- "Aguardando": Experimento aguarda sua execução por um worker.
- "Executando": Experimento está sendo executado, mas ainda não concluiu.
- "Finalizado": Experimento já foi executado e já possui os dados disponíveis para o usuário.

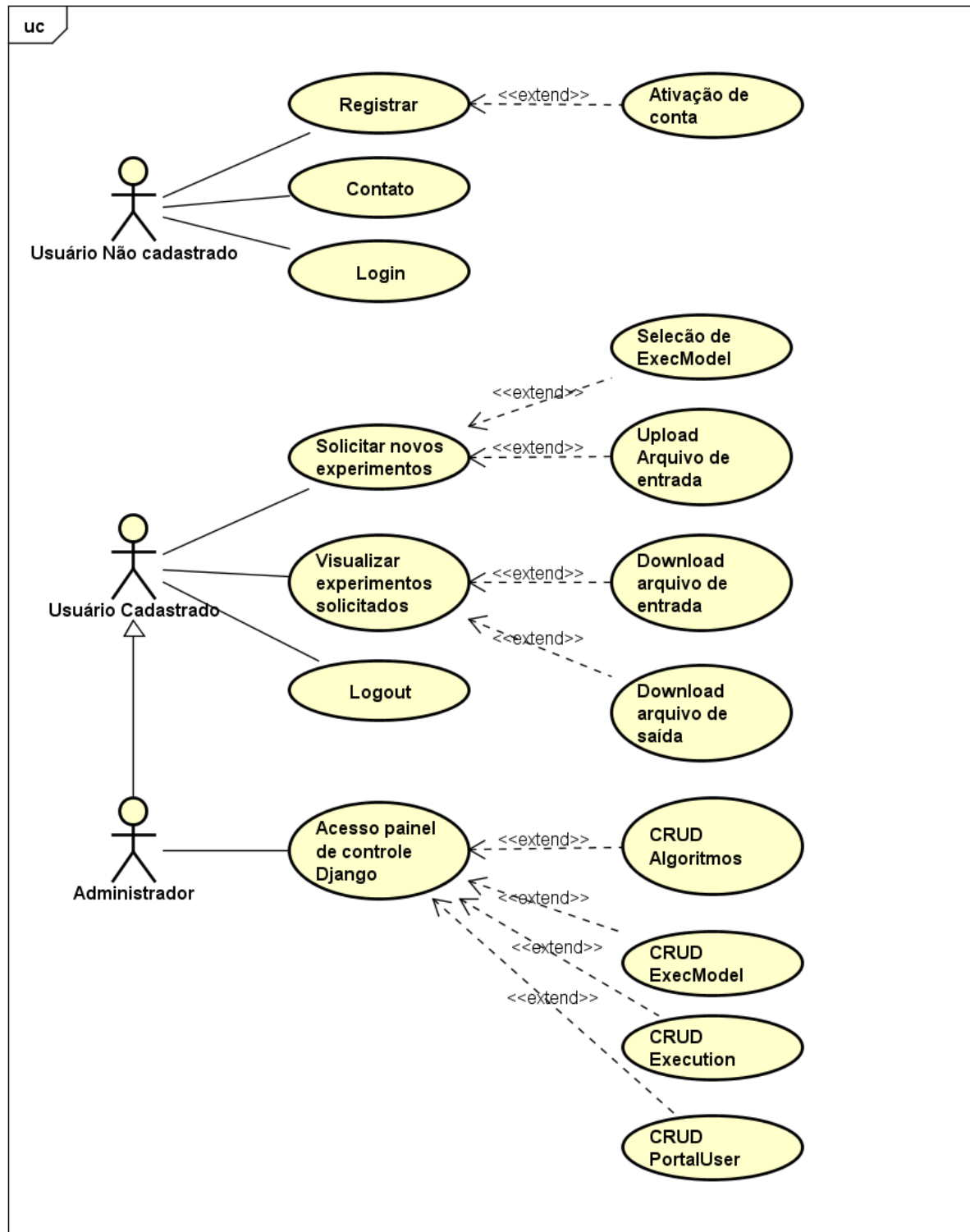


Figura 3.2 – Diagrama de casos de uso do projeto.

4 PRÓXIMAS ETAPAS

Como continuação do trabalho realizado até o momento, são planejadas as seguintes atividades:

1. fazer a execução das tarefas em uma máquina diferente da que mantém o portal.
2. Avaliar novas idéias de funcionalidades e implementar as que forem validadas.
3. Tornar site responsivo utilizando o *framework* Bootstrap.

REFERÊNCIAS

- BERTSCHINGER, E. Simulations of structure formation in the universe. **Annu. Rev. Astron. Astrophys** **36**, [S.l.], 1998.
- DJANGO Project. Accessed: 2015-08-14, <https://www.djangoproject.com/>.
- G. EFSTATHIOU M. DAVIS, S. D. M. W. C. S. F. Numerical techniques for large cosmological N-body simulations. **Astrophysical Journal Supplement Series (ISSN 0067-0049)**, vol. **57**, [S.l.], 1985.
- HUCHRA J. P., G. M. J. Groups of galaxies. I - Nearby groups. **Astrophysical Journal, Part 1**, vol. **257**, June 15, 1982, p. 423-437. Research supported by Cambridge University, [S.l.], 1982.
- MEDIGRID. Accessed: 2015-08-14, http://www.medigrid.de/index_en.html.
- NEW Zeland eScience Infrastructure. Accessed: 2015-08-14, <https://www.nesi.org.nz/>.
- OTÁVIO MIGLIAVACCA MADALOSSO, A. S. C. Implementação do algoritmo Friends of Friends de complexidade $n \cdot \log(n)$ para classificação de objetos astronômicos. **ERAD-RS XV**, [S.l.], 2015.