

# SARA-ES: Sistema para Acompanhamento de Registros Acadêmicos do Ensino Superior

Laionara de Araújo Gonçalves<sup>\*</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Bahia  
Rua Emídio dos Santos, S/N  
Barbalho, Salvador Bahia  
laionara@ifba.edu.br

Manoel C. M. Neto<sup>†</sup>  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia da Bahia  
Rua Emídio dos Santos, S/N  
Barbalho, Salvador Bahia  
manoelnetom@ifba.edu.br

## RESUMO

Esse trabalho apresenta uma análise sobre o gerenciamento de processos acadêmicos no Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA) e um estudo sobre o processo de descoberta de conhecimento em base de dados. O objetivo deste trabalho foi a criação de um sistema computacional denominado Sistema para Acompanhamento de Registros Acadêmicos do Ensino Superior (SARA-ES). Esse sistema é capaz de abstrair as dificuldades existentes na geração, acompanhamento e análise de processos acadêmicos no IFBA. Além disso, O SARA-ES visa ser uma ferramenta de apoio à decisão, pois possibilita o uso de técnicas de Mineração Visual de Dados para este sistema. Os resultados do estudo de caso indicam a importância do SARA-ES para o gerenciamento de processo acadêmico, destacando-se os artefatos de visualização de informações oferecidos pelo mesmo.

## 1. INTRODUÇÃO

O IFBA é uma instituição renomada que oferece educação em vários níveis do sistema educacional: técnico (modalidades integrado, subsequente e EJA), superior (graduação tecnológica, bacharelado e engenharias, e licenciaturas) e cursos de pós-graduação (especializações, mestrados e doutorados). São sete cursos de nível superior com cerca de 1.520 alunos matriculados só no campus Salvador. Para atender todo esse universo de alunos o campus de Salvador possui uma estrutura acadêmica que engloba a Diretoria de Ensino e 05 departamentos acadêmicos que contém suas respectivas coordenações de curso e de áreas de conhecimento [11].

Para este trabalho faz-se necessário destacar a Gerência de Registros Acadêmicos - 3º Grau (GRA3) que é o setor responsável por atender e acompanhar os processos acadêmicos

<sup>\*</sup>Aluna do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

<sup>†</sup>Doutor em Ciência da Computação.

referentes ao ensino superior do IFBA. A GRA3 promove os encaminhamentos relativos às necessidades acadêmicas dos alunos como, por exemplo: planejamento, organização e execução da matrícula em cada período acadêmico, arquivar históricos escolares, reintegração à instituição, dispensa de disciplinas, aproveitamento de disciplinas, transferência externa e muitos outros. Cada um desses atendimentos gera pelo menos um processo acadêmico que, muitas vezes, depende de encaminhamentos burocráticos e do atendimento de outros departamentos para ser finalizado.

Quase todo o protocolo de abertura, encaminhamento e monitoramento de processos acadêmicos na GRA3 são feitos manualmente. Dessa forma, processos são abertos e, caso seja necessário, são encaminhados para outros departamentos em papel impresso e assinado e protocolado pelo setor. A falta de um meio automatizado de monitoramento que proporcione uma visão geral sobre os trâmites de processos gera problemas, tais como: a perda do controle sobre o andamento dos processos, dificuldade de estabelecer prazo para finalização e, conseqüentemente, nenhuma garantia de resposta em tempo hábil para o requerente do processo.

As atividades realizadas pela GRA3 quando realizado de maneira ineficiente, pode impactar na vida acadêmica dos discentes. O impacto caracteriza-se pela dificuldade ao solicitar, encaminhar e consultar os processos, tais como: atrasos, desorganização, insatisfação e lentidão. A inexistência de um meio eficaz para o gerenciamento e acompanhamento dos processos acadêmicos do IFBA pode contribuir para o surgimento de problemas durante as atividades de atendimento a esses processos. Além disso, a imagem da instituição e a vida acadêmica dos alunos são comprometidas por esses problemas.

Outro problema gerado pela forma de administração adotada pela instituição é a quantidade de papéis usados para o atendimento das demandas de processos. Isso em nada reflete a metodologia que deve ser prezada por uma instituição de ensino do patamar do IFBA que, é uma instituição voltada para a educação tecnológica e portanto deveria prezar pela conscientização ambiental.

Percebe-se portanto, a necessidade à utilização de um sistema de gerenciamento e acompanhamento automatizados para possibilitar o atendimento a essa demanda de forma mais dinâmica, intuitiva e segura, além de garantir o cum-

primento das Normas Acadêmicas do Ensino Superior.

O objetivo desse trabalho foi criar um sistema computacional denominado de Sistema para Acompanhamento de Registros Acadêmicos do Ensino Superior (SARA-ES) para automatizar as atividades relativas o acompanhamento aos processos acadêmicos gerados no IFBA. E além disso, esse sistema visa ser utilizado para apoio a decisão nessa instituição. O SARA-ES atende as necessidades da instituição e dos alunos no que diz respeito ao tratamento e acompanhamento de processos acadêmicos gerados na GRA3, visando torná-lo mais seguro, intuitivo e dinâmico.

O sistema SARA-ES proporciona uma maneira de obter, facilmente, informações referentes aos processos acadêmicos, tais como: pendências, notificações, status de atendimento, e até mesmo dados estatísticos relacionados ao atendimento de processos acadêmicos realizados na instituição, como por exemplo: em qual período do ano é iniciado o maior número de processos, quantos processos foram finalizados dentro de um prazo anteriormente definido. Isso é possível através da utilização de técnicas de mineração visual de dados no desenvolvimento do SARA-ES.

Os testes referentes ao desempenho do sistema foram realizados durante o desenvolvimento do mesmo. Nestes testes analisou-se o atendimento aos requisitos funcionais do sistema, e a medida que o sistema obteve maturidade para assumir as funções exigidas, novos testes foram realizados através da implantação do sistema em cima de simulações da demanda de atendimento de processos do IFBA. Por fim foi realizado o teste de homologação com apresentação do mesmo aos departamentos responsáveis pelo gerenciamento de processos e a alunos do ensino superior.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira:

- A Seção 2 aborda como é realizado o tratamento de processos acadêmicos pelo setor de Gerência de Registros Acadêmicos- do 3º grau (GRA3) do IFBA.
- A Seção 3 trata do processo de Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados.
- A Seção 4 aprofunda-se mais no conhecimento sobre Mineração de Dados.
- Na quinta seção são apresentados os conceitos a respeito de Visualização da Informação.
- A Seção 6 refere-se à Mineração Visual de Dados.
- Na Seção 7 é apresentado o sistema SARA-ES, solução proposta para o problema exposto.
- Nas seções seguintes são expostas as conclusões, trabalhos futuros e referências do projeto.

## **2. O GERENCIAMENTO DE PROCESSOS ACADÊMICOS DO ENSINO SUPERIOR NO IFBA**

A administração das atividades necessárias para o julgamento de processos acadêmicos do ensino superior no IFBA

é responsabilidade do setor de Gerência de Registros Acadêmicos - do 3º grau (GRA3). Este setor promove os encaminhamentos dos processos, sendo também responsável por iniciar, acompanhar e arquivar os mesmos. Os alunos podem solicitar diversos tipos de requerimentos na GRA3, como por exemplo: processo de reintegração a instituição, aproveitamento e dispensa de disciplinas, trancamento de matrícula, trancamento de matrícula “fora do prazo”, segunda chamada de prova, transferência externa, e muitos outros. Atualmente os processos são iniciados na GRA3 através do preenchimento do Formulário de Requerimento Escolar (ver Figura 1), a partir daí, os processos são protocolados e é iniciado o fluxo de tratamento do mesmo.

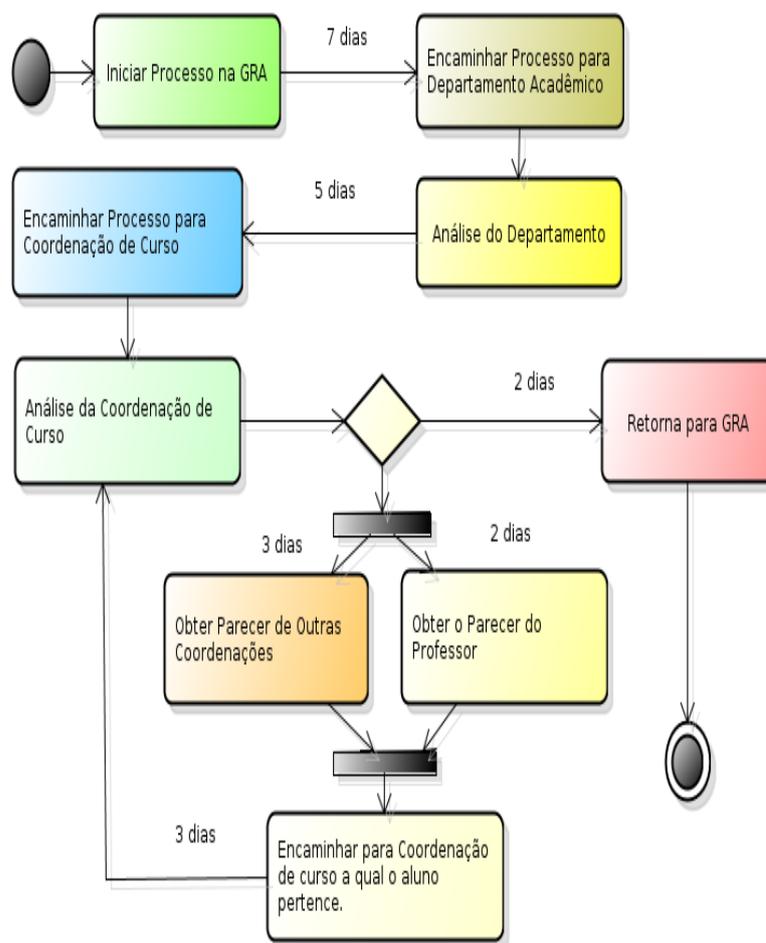
Para atender aos processos acadêmicos a GRA3 necessita se comunicar com os Departamentos Acadêmicos do IFBA. Atualmente existem cinco Departamentos no IFBA, são eles: Departamento de Ciências Humanas e Linguagens, Departamento de Ciências Aplicadas, Departamento de Tecnologia Mecânica e Materiais, Departamento de Tecnologia Eletrônica, Departamento de Administração e Tecnologia de Processos Industriais e Químicos. Competem aos Departamentos, especialmente, atividades como, por exemplo: distribuir entre os professores a carga horária do ensino das disciplinas, opinar sobre problemas disciplinares e atitudes do corpo docente, discente e técnico-administrativo, solicitar aos Coordenadores de Cursos e de Áreas o planejamento para a aquisição de materiais e serviços com intuito de garantir o funcionamento dos laboratórios, oficinas, salas de aula e ambientes especiais.

A GRA3 também necessita solicitar informações provenientes das Coordenações de Cursos do IFBA para dar continuidade ao tratamento de processos acadêmicos. As Coordenações de Cursos são responsáveis, principalmente, por atividades, como: definir as diretrizes gerais dos programas das disciplinas, indicando aos Departamentos o enfoque do ensino de cada disciplina no currículo, substituição ou treinamento de professores, opinar sobre trancamento e/ou dispensa de matrícula, transferências, bem como outros processos vinculados à vida acadêmica do aluno.

Existe uma definição pré-estabelecida das funções e responsabilidades da GRA3, dos Departamentos Acadêmicos e das Coordenações de Curso. Entretanto com relação ao tratamento de processos acadêmicos, que necessita da interação entre estes setores, não existe qualquer procedimento padrão, documentado, que determine como o mesmo deve ser realizado. Consequentemente os processos acadêmicos da instituição vêm sendo tratados de maneira empírica, sem qualquer tipo de padronização ou controle. Isso promove diversos problemas, tanto para o aluno, que necessita do parecer em relação ao processo requerido o mais rápido possível e é atingindo pelo ineficiente tratamento atribuído ao mesmo, quanto para a instituição que além de perder o controle sobre os registros acadêmicos de alunos, fica com uma imagem de desorganização e má administração.

A Figura 2 exemplifica o tratamento de um processo acadêmico referente a requisição de aproveitamento de disciplinas. Esse fluxo de atividades foi criado baseado em um processo acadêmico solicitado por um aluno do curso Análise e Desenvolvimento de Sistemas que requisitava o aproveitamento





**Figura 2: Exemplo de Fluxo de tratamento de Processo Acadêmico**

A grande evolução apresentada pela computação nos últimos anos possibilitou um aumento considerável na capacidade de processamento e armazenamento de dados. No entanto, o grande volume de dados que podem ser armazenados excede a capacidade do homem de analisar o mesmo. Desta forma, o gerenciamento e análise de informações tornam-se inviáveis diante de tamanho fluxo de dados.

Com o intuito de explorar eficientemente as possíveis informações contidas em um banco de dados, foi criada a área de estudo denominada: Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados (DCDB). O processo DCDB tem como objetivo a identificação de padrões em conjuntos de dados, que representem informação válida, inédita, potencialmente útil e essencialmente compreensível em grandes coleções de dados.

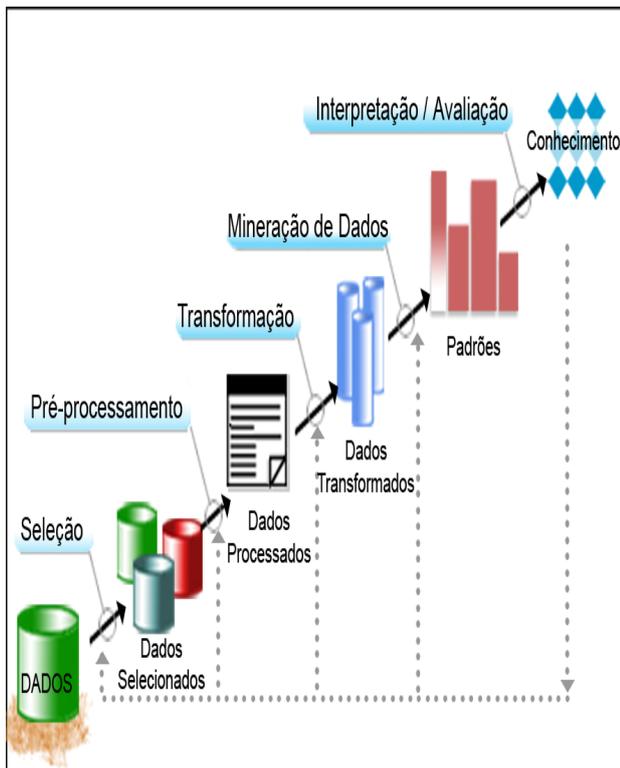
As atividades relacionadas ao processo de DCDB envolvem teorias, métodos e/ou algoritmos provenientes de diversas áreas, tais como: a inteligência artificial, a aprendizagem automática, o reconhecimento de padrões e a estatística [5]. Sendo que, para a extração de padrões, a mineração de dados é uma das fases mais importantes.

### 3.1 O Processo de Descoberta do Conhecimento

O processo de Descoberta do Conhecimento, conforme mencionado anteriormente, tem como objetivo extrair informações de bancos de dados, para isso são necessárias as seguintes etapas: Seleção, Pré-processamento, Transformação, Mineração, Avaliação e Interpretação do Conhecimento.

Na etapa de Seleção os dados inconsistentes são eliminados e os atributos que interessam ao usuário são selecionados. As etapas de Pré-processamento e Transformação os dados são processados e transformados em um formato apropriado para a aplicação de algoritmos de mineração. A Mineração é a etapa em que são aplicados algoritmos sobre os dados para a extração de padrões. A etapa de avaliação e interpretação do Conhecimento tem o objetivo de apresentar ao usuário o conhecimento minerado, para tanto são utilizadas técnicas de visualização de informações.

As etapas do processo de descoberta do conhecimento são aplicadas em três fases, são elas: Pré-processamento, Mineração de Dados ou Extração de Padrões, e Pós-processamento. A fase de Pré-processamento refere-se ao conhecimento do domínio da aplicação e identificação do problema, enquanto que a fase posterior ao processo de mineração refere-se à utilização do conhecimento obtido [15]. A Figura 3 representa essas etapas.



**Figura 3: Processo de Descoberta do Conhecimento [9]**

A fase de Pré-processamento consiste no estudo do domínio de aplicação e definição de objetivos e metas a serem alcançados no processo de mineração de dados. Esta fase exige um grande conhecimento do analista em relação ao domínio da aplicação, sendo essencial a intervenção de especialistas do domínio para fornecer informações e ajudar na busca por padrões.

Nesta fase os dados sofrerão um processo de limpeza, seleção e redução para que os mesmos possam ser utilizados em algoritmos de mineração. Os dados ao serem coletados podem conter problemas causados por erros de digitação ou leitura pelos sensores, levando em consideração que estes, quando coletados, serão transformados em informações que possivelmente serão utilizadas para apoiar decisões, é indispensável à utilização de técnicas de limpeza sobre estes dados a fim de assegurar sua qualidade. É importante ressaltar que, devido o restrito espaço em memória ou tempo de processamento, o número de exemplos e de atributos disponíveis para análise pode inviabilizar a utilização de algoritmos de Extração de padrões, por isso pode ser necessário a utilização de técnicas ou métodos para redução dos dados nesta fase.

Na fase de Mineração de Dados, são escolhidos e executados os algoritmos de extração do conhecimento a serem utilizados na aplicação, para extração dos padrões embutidos nos dados com o intuito de cumprir os objetivos estabelecidos na etapa anterior. Neste momento os dados extraídos são interpretados e selecionados para posterior transformação destes em conhecimento.

E por fim, a fase de Pós-Processamento em que o usuário final tem acesso aos dados gerados a partir do processo de Extração de Padrões. Essa etapa é necessária, pois nem todo o conhecimento obtido pelos algoritmos de extração de padrões são necessariamente importantes para o usuário. Gerando dessa forma, uma grande quantidade de padrões descobertos, mas não produtivos. A principal finalidade desta etapa é transformar as informações obtidas pela mineração de dados em conhecimento útil.

## 4. MINERAÇÃO DE DADOS

A Mineração de Dados (MD), como foi visto anteriormente, é uma das fases do processo de DCBD que consiste na escolha e aplicação de algoritmos que retornem um conjunto de padrões. Esses algoritmos utilizam técnicas de aprendizado indutivo sobre bases de dados e são capazes de extrair conhecimento através de exemplos, aplicando métodos iterativos por várias vezes [5].

A mineração de dados consiste em um conjunto de técnicas e tecnologias para extração automatizada (ou semi-automatizada) de informações relevantes, úteis e implícitas em bases de dados. Informações estas, que costumam ser ignoradas devido a complexidade dos padrões de associação e grande volume de dados contidos em banco de dados, que podem ser banco de dados relacionais, transacionais, sistemas de banco de dados avançados, e entre outros.

A Mineração de Dados atualmente é um recurso bastante procurado pelas instituições, pois consiste em um importante mecanismo de extração de informações valiosas, como tendências e padrões que poderiam ser usados para dar apoio ao processo de tomada de decisões de negócios.

### 4.1 Algoritmos de Mineração de Dados

Existem vários métodos para realizar a Mineração de Dados, a escolha do método depende do contexto e do domínio da aplicação, e do tipo de informação que se pretende encontrar. Sendo que a extração quando realizada com método inadequado pode comprometer a eficiência das informações extraídas do banco de dados.

#### 4.1.1 Árvores de Decisão

É um método de mineração de dados onde o resultado obtido é disposto em uma estrutura hierárquica semelhante a uma árvore invertida. A Árvore de Decisão tem a função de particionar recursivamente um conjunto de dados até que restem apenas casos de uma única classe. Neste método, permite-se ao usuário definir a variável que se quer analisar, através de uma ferramenta de árvore de decisão o usuário pode escolher qual deve ser o objeto de saída.

A árvore consiste em nós, que representam os atributos, ligações que representam os valores dos atributos e as folhas, que correspondem às diferentes classes a que pertencem as entidades. Cada nó filho da árvore representa uma condição envolvendo um atributo e um conjunto de valores. Enquanto os nós folhas correspondem às conclusões, que indicam a atribuição de um valor ou conjunto de valores a um atributo do problema. Isso proporciona ao usuário identificar rapidamente qual o fator que mais se assemelha ao objeto de saída desejado [5].

Este método utiliza uma abordagem dividir-para-conquistar. Deste modo, em cada nível de uma árvore, um problema mais complexo de previsão/classificação (em que a heterogeneidade tem valores mais altos) é decomposto em subproblemas mais simples. Isto se traduz nas gerações de nós descendentes, nos quais, a variável a prever é mais atenuada, podendo as previsões serem efetuadas, com menos riscos, para cada um desses nós [7].

#### 4.1.2 Redes Neurais

As Redes Neurais tentam construir representações de modelos ou padrões encontrados nos dados, entretanto essas representações não são expostas para o usuário. Estruturalmente, uma rede neural tenta imitar o processo básico de aprendizado humano. Consiste em um número de elementos interconectados (chamadas neurônios) organizados em camadas, que têm o objetivo de calcular determinadas funções matemáticas (chamadas de funções de ativação).

Os neurônios dispostos em uma ou mais camadas são interligados por um grande número de conexões. Essas conexões estão associadas a pesos que armazenam o conhecimento representado no modelo e ponderam as entradas recebidas por cada neurônio da rede [2]. Essas Funções são aplicadas a combinação linear entre as variáveis de entrada e pesos que chegam a um determinado neurônio, e por fim retornando o valor de saída.

Este método de mineração de dados oferece as vantagens de possuir robustez ao lidar com erros em grandes volumes de dados possibilitando a tolerância a dados com ruídos, e alta escalabilidade. Quanto às desvantagens temos que as redes neurais não são facilmente interpretadas pelos usuários, pois necessitam de maior força computacional e de vários parâmetros para realizar o processo de mineração eficientemente.

#### 4.1.3 Algoritmos Genéticos

Um algoritmo genético é um procedimento de busca e otimização, baseado em mecanismos de seleção natural que simulam os processos naturais de evolução [10]. Ele utiliza um conjunto de descrições candidatas, também chamadas de população ou organismos, e aumenta gradualmente a qualidade dessa população através da construção de novas descrições, criadas a partir das melhores descrições da população corrente.

O objetivo principal deste algoritmo é formular hipóteses sobre dependências entre variáveis. Os algoritmos genéticos são considerados úteis para problemas que envolvem otimização.

#### 4.1.4 Regras de Decisão

Consistem condições do tipo “if-then” que são sucessivamente generalizadas de forma que resumem o conteúdo da base de dados. Dentre as vantagens do uso de regras está a facilidade na interpretação dos resultados; facilidade de incorporação de conhecimento que fica explícito nas regras e, facilidade de armazenamento das regras numa base de conhecimento.

As Regras de Decisão identificam conjuntos de itens que ocorrem simultaneamente e de forma frequente em banco de

dados. Esta técnica estabelece uma correlação estatística entre os itens de dados.

## 4.2 Tarefas de Mineração de Dados

As tarefas definem a finalidade a que se propõe a análise dos dados. Abaixo são abordadas algumas das principais tarefas de mineração de dados, são elas: a classificação, a estimativa, a análise de afinidades e análise de agrupamentos.

**Tabela 1: Tarefas e Técnicas de Mineração de Dados**

Tarefa	Técnica
Classificação	Árvore de Decisão, Redes Neurais
Estimativa	Regressão, Redes Neurais
Análise de Afinidades	Regras de Associação
Análise de Agrupamento	Redes Neurais, Algoritmo Genético

#### 4.2.1 Classificação

É uma das tarefas mais comumente usadas, devido à semelhança existente entre a definição das classes criadas, com as características desta no mundo real. Consiste em avaliar as propriedades de um registro, ou um conjunto de registros, em um banco de dados e associa-los a classes ou categorias, de acordo com um modelo de classificação, sendo que cada classe recebe um tratamento específico.

Para a construção do modelo de classificação é usada uma amostra do banco de dados, considerada amostra de treinamento para a qual se conhece a classificação de cada objeto a priori. Posteriormente, o algoritmo identifica a classe a qual o atributo do registro pertence [4].

O objetivo da classificação é encontrar algum relacionamento entre os atributos e as classes que permita prever qual provável comportamento deste atributo. Por exemplo, os dados podem ser minerados para determinar qual tipo de veículo de transporte os estudantes universitários são potenciais consumidores. Neste caso seriam levados em consideração os elementos como: idade, curso, renda mensal. Os algoritmos de árvore de decisão são bastante utilizados em casos como este.

#### 4.2.2 Estimativa

Esta tarefa consiste em determinar o valor mais provável de um elemento levando em consideração dados do passado ou dados de outros elementos semelhantes sobre os quais se tem conhecimento. A estimativa, ao contrário da classificação, está associada a respostas contínuas. Algoritmos comumente usados neste caso são redes neurais e algoritmos de regressão.

Uma situação em que a estimativa pode ser útil é quando, por exemplo, deseja-se estimar os gastos de famílias cariocas com lazer e que para isto se possua índices de gastos de famílias paulistanas com lazer, em função da faixa etária ou padrão sociocultural. É possível estimar esse valor baseando-se nos gastos das famílias paulistanas. Entretanto a estimativa pode levar a grandes erros, neste caso específico, deve-se atentar para o fato de que Rio de Janeiro e São Paulo são cidades com geografias diferentes e que oferecem diferentes opções de lazer a seus habitantes [2].

### 4.2.3 Análise de Afinidades

A tarefa de análise de afinidades gera os resultados da mineração a partir do reconhecimento de padrões de ocorrência simultânea de determinados eventos nos dados em análise. Tem o objetivo de determinar que fatos ocorram simultaneamente com probabilidade razoável ou que itens de um conjunto de dados estão presentes juntos com certa probabilidade.

Um bom exemplo da análise de afinidades é o de um supermercado que deseja descobrir quais produtos são comumente comprados em conjunto pelos consumidores. Possibilitando dessa forma, aperfeiçoar o layout interno do supermercado e a realização de vendas dirigidas nas quais os itens são oferecidos já em conjuntos com preços menores [2].

### 4.2.4 Análise de Agrupamentos

A análise de agrupamentos visa formar grupos de objetos ou elementos mais homogêneos entre si. Os registros de uma base de dados são particionados em subconjuntos. Nesta tarefa não existem classes pré-definidas, os registros são agrupados seguindo algum critério de semelhança, sendo esta a principal diferença entre a análise de agrupamento e a classificação.

É possível estabelecer previamente um número de grupos a ser formado, ou então se pode admitir ao algoritmo de agrupamento uma livre associação de unidades, de forma que a quantidade de grupos resultante seja conhecida somente ao final do processo.

## 4.3 Ferramentas de Mineração de Dados

Existem várias ferramentas, capazes de lidar com diversos algoritmos, para executar tarefas de mineração de dados. As ferramentas de MD não são integradas as fontes de dados, esse fato promove a necessidade de importação e exportação de um conjunto de dados antes e depois de processamento do mesmo. Tornando-se muitas vezes um transtorno devido a quantidade significativa de tempo gasto com exportação e importação de dados.

Cada ferramenta possui características específicas que podem, a depender da finalidade da utilização, gerar benefícios ou prejuízos. Podemos citar como características importantes para serem analisadas: a capacidade de incluir modelos de dados orientados a objetos ou modelos não padronizados, a capacidade de processamento com relação ao tamanho do banco de dados, variedade do tipo de atributos que a ferramenta pode manipular, entre outros.

A Tabela 2 apresenta algumas ferramentas disponíveis no mercado, juntamente com as respectivas técnicas utilizadas. A tabela informa também quais são as mais indicadas formas de aplicação dessas ferramentas.

## 5. VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO

Podemos definir a Visualização como sendo um processo de mapeamento de dados para a forma visual. Existem dois tipos específicos de Visualização, são eles: Visualização Científica e Visualização da Informação. Ambas as áreas fornecem modelos gráficos ou representações visuais dos dados que suportam a interação direta do usuário na exploração

**Tabela 2: Análise de Ferramentas de Mineração de Dados. Adaptado [7]**

Ferramenta	Gratuidade	Técnicas de MD	Aplicações
AIRA	Não	Regras de Associação	Gerenciamento de relacionamento de cliente, marketing, detecção de fraude
Clementine	Não	Indução de Regras, Árvores de decisão, Redes Neurais	previsão de lucro do cliente, detecção de fraude
Enterprise Miner	Não	Árvores de decisão, Redes Neurais	análise de risco, investigação de fraudes, pesquisas científicas
Intelligent Miner	Não	Árvore de Decisão, Redes Neurais	Segmentação de cliente, detecção de fraude.
WEKA	Sim	Árvore de Decisão, Regras de Associação	fins didáticos

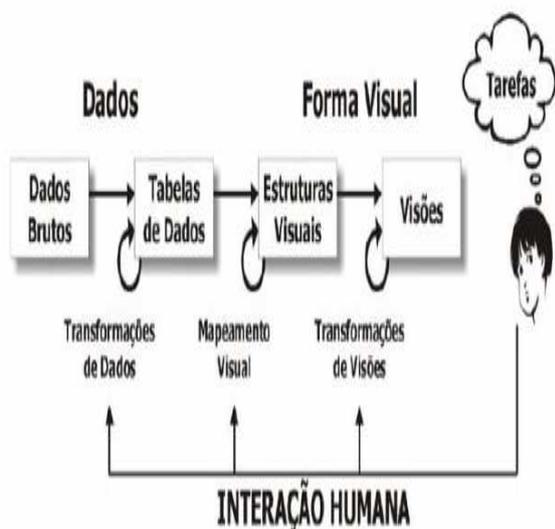
e aquisição de informações úteis neles contida. O que as diferenciam é a natureza dos dados manipulados.

Em visualização científica os modelos gráficos são gerados a partir de dados decorrentes de algum fenômeno do mundo real. Enquanto que, em visualização da informação, os modelos gráficos representam conceitos abstratos ou relacionamentos, para os quais, geralmente, não existe uma representação visual que possa ser facilmente correlacionada no mundo real.

A visualização é utilizada há séculos pelo homem como meio de comunicação, prova disso são os mapas e diagramas que desde os primórdios da humanidade são utilizados para representar o conhecimento.

Isso ocorre devido capacidade humana de percepção e cognição, que permite que o conhecimento seja difundido mais facilmente através de representações gráficas. O sistema de percepção humano analisa eventos complexos com rapidez, reconhecendo facilmente propriedades usuais e, ao mesmo tempo, desconsidera propriedades sem interesse [14].

A Visualização da Informação é uma área de estudo que, diferente da mineração de dados, não se preocupa apenas com a descoberta do conhecimento, mas também com a melhor forma de representação do mesmo. O objetivo é auxiliar a compreensão das informações, inclusive das resultantes do



**Figura 4: Processo de Visualização da Informação [13]**

processo de mineração dos dados. Essa facilidade de compreensão é promovida através dos atributos visuais como: cor, tamanho, posicionamento e das formas de representação como: textos, gráficos, tabelas, imagens, e etc.

A Figura 4 mostra como é realizada a transformação de dados brutos em cenas visuais. As setas que partem da esquerda para a direita indicam as etapas dessa transformação para posterior interpretação humana. Enquanto que as setas que partem da direita para a esquerda representam a interação do homem neste processo.

Na primeira etapa, os dados brutos são mapeados em formatos mais adequados e correspondentes as ferramentas que serão usadas para construir estruturas visuais, gerando os dados tabulados. Em seguida os dados tabulados são transformados em estruturas visuais que combinam propriedades gráficas, pontos de referência na tela, e organização espacial destes dados. Por fim, são geradas as visões das estruturas montadas permitindo especificação de parâmetros gráficos como posição e escala da visualização. O usuário pode interagir com parâmetros de controle para alterar o mapeamento visual, ou restringir as visões de acordo com o seu interesse [1].

Desde que os computadores passaram a ser utilizados como instrumentos de visualização, surgiram diversas possibilidades de gerar cenas visuais a partir de dados. Parâmetros visuais, como: cor, tamanho, forma, posição são muito usados para representar características e propriedades dos dados em visualização da informação em duas dimensões (2D). Em relação a imagens em três dimensões (3D), existem novos parâmetros visuais como tipo de material, luminosidade, transparência e entre outras.

Com o avanço tecnológico, muitas técnicas foram desenvolvidas viabilizando, além da representação de mais dimensões

de dados, a interação do usuário com o que lhe é apresentado.

As técnicas de visualização da informação utilizam os parâmetros citados anteriormente, para gerar as cenas visuais. São geralmente usadas para facilitar a compreensão de informações contidas em bancos de dados. Combinando aspectos de computação gráfica, interação humano-computador e mineração de dados, é possível criar um modelo de visualização de informação em modo gráfico para que o usuário consiga interpretar as informações de forma rápida [14].

As técnicas de visualização da informação são categorizadas de acordo com suas propriedades. A seguir são mostradas algumas categorias de técnicas bastante conhecidas.

## 5.1 Técnicas Tradicionais

Fazem parte deste grupo técnicas como: Gráficos de Setores, de Dispersão, de Linhas, de Barras, entre outros. São amplamente utilizados na exibição de dados em duas e três dimensões. Os Gráficos de Setores ou Pizza, por exemplo, são indicados para a exibição de pontos de dados como porcentagens de um todo. Entretanto, quando vários pontos de dados equivalem a menos de cinco por cento da pizza, fica difícil distinguir as fatias, o que dificulta a interpretação da informação.

A técnica Gráficos de Dispersão é um método gráfico de análise que permite verificar a existência ou não de relação entre, duas ou mais, variáveis de natureza quantitativa. Quando estes dados estão dispersos aproximando-se de uma reta, diz-se que as variáveis são altamente correlacionáveis, o que não prova que uma variável afeta outra. Se esta reta for crescente, as variáveis possuem correlação positiva, caso contrário, serão inversamente correlacionáveis. Caso os dados estejam dispersos, não se aproximando de uma reta, então estes possuem um baixo índice de relação entre as variáveis [12]. Este gráfico pode representar atributos, com: sinergia, jornadas, intensidade, pressão, temperatura, e muitos outros.

Os Gráficos de Barras são gráficos nos quais os itens de dados são representados sob a forma de barras retangulares. As barras podem ser verticais ou horizontais, e assim como no Gráfico de Pizza, os dados podem se distinguir pela cor ou por algum tipo de sombreado ou padrão.

## 5.2 Técnicas Orientadas a Pixel

Essa técnica utiliza um pixel para representar cada valor do atributo que está sendo submetido ao mapeamento. O pixel é colorido conforme um mapa de cores previamente fixado de acordo com a faixa de possíveis valores do atributo. Cada atributo é apresentado em uma janela individual de forma que para exibir um conjunto de atributos a janela deverá ser dividida em várias janelas. Cada pixel de uma janela refere-se a um dos registros dos dados de um determinado atributo.

A técnica de visualização orientada a pixel geralmente é usada para revelar padrões nos dados e dependência funcional entre atributos. Ela oferece a vantagem de poder exibir uma grande quantidade de informação simultaneamente de um mesmo atributo. No entanto, quando é necessária

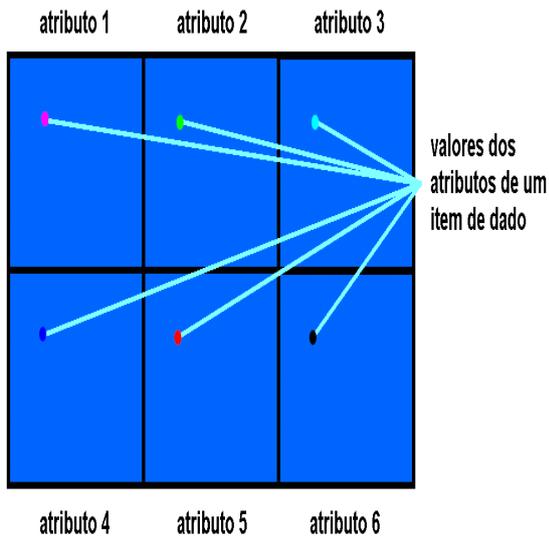


Figura 5: Técnica Orientada a Pixel [4]

a representação de muitos atributos essa técnica se mostra ineficiente, pois quanto maior a dimensionalidade dos dados, maior será o número de janelas e, conseqüentemente, menor será o número de atributos que poderão ser vistos simultaneamente. Através da Figura 5 é possível verificar como funciona está técnica.

### 5.3 Técnicas de Projeções Geométricas

As Técnicas de Projeções Geométricas objetivam encontrar informações em um conjunto de dados multidimensionais e gerar projeções interessantes em um espaço bidimensional.

Nesta categoria estão incluídas todas aquelas técnicas de visualização, nas quais os dados são mapeados para uma representação visual empregando-se algum tipo de projeção geométrica. Entre algumas técnicas desta categoria estão: Coordenadas Paralelas, Matriz de *Scatterplots*, visualização radial, etc.

Em Coordenadas Paralelas um espaço de  $N$  dimensões é mapeado em um bidimensional, de forma que sejam criadas  $N$  eixos equidistantes e paralelos ao eixo principal ( $x,y$ ). Cada eixo representa um atributo e, geralmente, o intervalo de valores de cada atributo é mapeado linearmente sobre o eixo correspondente. Cada item de dado é exibido como uma linha poligonal que intercepta cada eixo no ponto correspondente ao valor do atributo associado [13].

Essa técnica mostra-se eficiente para identificar dependência funcional entre atributos. No entanto as Coordenadas Paralelas possuem limitações, por exemplo: na representação de muitas variáveis acaba ocorrendo sobreposição de linhas inviabilizando a extração de qualquer tipo de informação, nem mesmo dedutiva, a respeito dos dados.

Outra desvantagem da técnica Coordenadas Paralelas, é a limitação da resolução horizontal da tela, ou seja, a medida que o número de dimensões cresce, os eixos vão se aproxi-

mando um dos outros dificultando a interpretação dos resultados.

A Figura 6 revela como são as visões geradas pela técnica Coordenadas Paralelas.

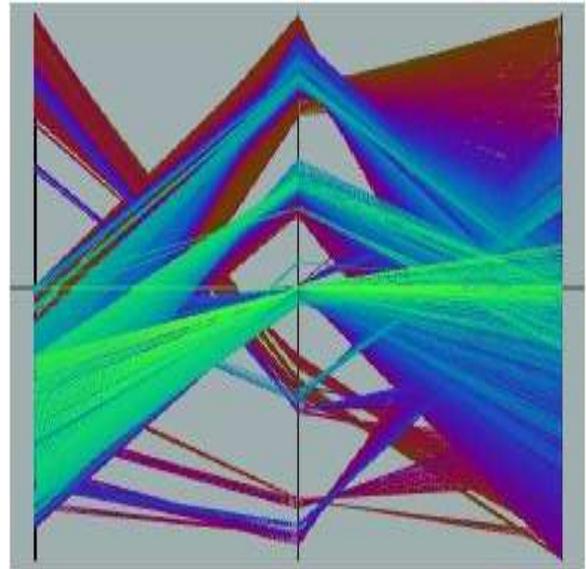


Figura 6: Exemplo de Coordenadas Paralelas [13]

## 6. MINERAÇÃO VISUAL DE DADOS

A Mineração Visual de Dados (MVD) é uma área de análise inteligente e exploração de dados que combina a capacidade de construir cenas visuais com a seleção interativa dos dados. Consiste em um conjunto de métodos interativos capazes de suportar a exploração de um grande volume de dados, buscando extrair informações úteis e de acordo com o desejo do usuário, a medida que os representam visualmente.

É Baseada na integração de conceitos de Computação Gráfica, métodos de Visualização Científica, percepção visual, psicologia cognitiva, formatação visual de dados e ambientes colaborativos tridimensionais para visualização de informações [10].

O objetivo da MVD é, basicamente, integrar as técnicas de mineração de dados com as técnicas de visualização da informação. A visualização de informação não é capaz de substituir as técnicas convencionais de Mineração de Dados, mas existem possibilidades únicas que não podem ser desprezadas, o mesmo ocorre com a mineração de dados, ou seja, as duas técnicas unidas podem potencializar enormemente a exploração do conhecimento.

### 6.1 Ferramentas de Mineração Visual de Dados

Uma ferramenta de Mineração Visual de Dados apresenta os dados através de um formato gráfico permitindo ao usuário utilizar a sua percepção visual para avaliar e analisar estes dados. As ferramentas para MVD devem permitir que o usuário explore um conjunto de dados de forma interativa. Existem alguns princípios funcionais que essas ferramentas, geralmente, procuram atender. São eles:

1. Produzir cenas visuais facilmente interpretáveis, com a utilização de atributos visuais como: cor, tamanho, posicionamento, e as formas de visualização como: gráficos, tabelas, imagens, etc.
2. Permitir o detalhamento dos dados.
3. Permitir a interação do usuário, de forma que possibilite ao mesmo controlar as formas de apresentação e os atributos visuais exibidos nas cenas visuais.
4. Fornecer diferentes possibilidades de navegação interativa em tela bidimensional. Possibilitando varredura sobre a área exibida, rotação, zoom, e etc.

Para contextualizar melhor sobre o assunto, serão apresentados alguns exemplos de ferramentas utilizadas para Mineração Visual de Dados.

### 6.1.1 Ferramenta GGobi

O sistema *GGobi* é um software de código aberto para exploração de dados multivariados. Ele fornece gráficos dinâmicos pelos quais se pode navegar. O *GGobi* possibilita a criação de vários tipos de gráficos, como: gráficos de dispersão, matrizes dispersão, gráficos de séries temporais, coordenadas paralelas, e etc.

Essa ferramenta pode ser facilmente estendida, ela permite ser embutida em outro software pela adição de *plugins*, onde pode ser controlado usando uma API (*Application Programming Interface*). Outra vantagem do *GGobi* é a portabilidade, ela pode ser utilizada tanto em plataformas Linux quanto em para plataformas *Windows*.

### 6.1.2 Ferramenta XdmvTool

O *XdmvTool* é um software livre, ou seja, está disponível gratuitamente, cujo objetivo é a exploração visual interativa de conjuntos de dados variados. Está disponível para as plataformas *Unix*, *Linux*, *Macintosh* e *Windows*.

Essa ferramenta pode ser utilizada em vários domínios do conhecimento, tais como: monitoramento remoto, área financeira, geoquímica, censos e análise de dados de simulações.

O *XdmvTool* utiliza quatro técnicas para gerar as representações dos dados, são elas: Coordenadas Paralelas, Matriz de *Scatter Plots*, Glifos em Estrela e Pilha Dimensional. No entanto, devido as limitações dessas técnicas na representação de um grande volume de dados (geram grande confusão visual e sobreposição de objetos) o *XdmvTool* fornece ainda uma versão hierárquica para cada uma das técnicas mencionadas. O usuário pode, então, escolher qual versão de uma técnica utilizar.

### 6.1.3 Ferramenta TreeMiner

A ferramenta *Treeminer* é uma ferramenta para MVD desenvolvida na Universidade Salvador, baseando-se na ferramenta *Treemap*. Tem como objetivo oferecer um meio de visualização de dados hierárquicos de oferta e demanda de energia, gerando informações de alto nível que pudessem ser usadas de forma eficiente para tomada de decisões no setor elétrico brasileiro.

*Treeminer* utiliza a técnica de mapas em árvores para permitir a interpretação dos dados. Os mapas em árvore criam telas visuais interativas para apresentação de estruturas hierárquicas e as Consultas Visuais criam um mecanismo dinâmico de seleção de exploração de subconjuntos de dados em telas visuais.

Com uso de extensões o *Treeminer* é capaz de obter dados de diferentes fontes tornando-se capaz de analisar dados de diferentes domínios e, além disso, se comportar como uma ferramenta de busca e acesso a documentos.

### 6.1.4 Ferramenta Snap-Together

*Snap-Together* não foi criada para um propósito específico, é ferramenta que suporta a visualização exploratória de conjuntos de dados de diversos tipos. Ela permite que os usuários obtenham cenários com múltiplas visualizações e os ordene da forma que desejarem.

Essa ferramenta oferece a vantagem de permitir representar graficamente mais de uma tabela de dados em um mesmo cenário de exploração. Além disso, a *Snap-Together* pode ser aplicada em diversos domínios de dados. Para isto, ela utiliza um modelo conceitual baseado no modelo relacional. Os usuários podem, interativamente, estabelecer relacionamentos entre tabelas de dados relacionadas, conectando um atributo de uma tabela com um atributo de outra. Este relacionamento é utilizado pela aplicação para mapear dados de uma visualização para a outra.

No entanto, a *Snap-Together* oferece algumas desvantagens, como limitações relacionadas às possibilidades de ações diferentes em cada visualização. No caso específico da exploração de dados multidimensionais, além da disponibilidade de poucas visualizações adequadas, o usuário fica limitado, basicamente, à seleção coordenada de objetos de dados. O conjunto de ações suportadas por cada representação visual é limitado à seleção de itens e navegação em janela (*scroll*, *zoom*, *load*, etc).

## 7. A FERRAMENTA SARA-ES

Tendo em vista a importância das atividades desempenhadas pela GRA3, com relação ao atendimento de processos acadêmicos de discentes, e que este atendimento, quando realizado de maneira ineficiente, impacta negativamente na vida acadêmica de alunos, percebe-se a necessidade da utilização de um sistema de gerenciamento e acompanhamento automatizados para garantir o cumprimento das Normas Acadêmicas do Ensino Superior. Esta é a proposta do Sistema para Acompanhamento de Registros Acadêmicos do Ensino Superior (SARA-ES), que consiste em uma importante ferramenta para auxiliar o gerenciamento e controle de processos acadêmicos gerados na GRA3.

O SARA-ES automatiza as atividades atualmente exercidas pela GRA3, relativas ao atendimento e encaminhamento de processos acadêmicos. Tornando-as intuitivas, visando atender aos usuários com pouca experiência em informática, monitorada para garantir o cumprimento de todas as etapas necessárias ao julgamento de processos, e segura, para impedir que estes processos venham sofrer algum dano durante o fluxo de atendimento do mesmo.

Figura 7: Tela Cadastro de Processo do SARA-ES

O tratamento de processos com essa ferramenta se dá da seguinte maneira: ao receber a solicitação de cadastro de processo, o servidor responsável por está atividade irá cadastrar os dados do requisitante do processo no sistema e preencher a pagina de incluir processo do SARA-ES. Após o cadastrado, o requisitante é notificados por e-mail sobre a existência do mesmo e poderá visualizar as atividades posteriores relativas a este processo.

A Figura 7 refere-se a tela de inclusão de processos do SARA-ES. Nela é possível identificar que existem três áreas distintas para informações necessárias para a abertura de um processo acadêmico. Os “Dados pessoais” são preenchidos automaticamente após o usuário informar o número de seu CPF e realizar a busca. Os dados necessários são: nome, endereço, telefone, e-mail, entre outros. Caso o requisitante seja aluno do IFBA é exibido também o numero de matrícula.

Em “Dados de Processo” é necessário o preenchimento dos campos: n° do protocolo, descrição, objetivo e status. O status é um campo que indica a situação do processo durante o atendimento, ele pode ser “Aberto”, significa que o processo foi incluído, mas ainda não foi iniciado o atendimento ao mesmo, “Em andamento” o processo está sendo atendido e “Resolvido” significa que foi finalizado o atendimento.

No momento da abertura de processo acadêmico na GRA3, será obrigatório o cadastrado do requerente (pessoa que solicitou o processo) como usuário no sistema SARA-ES, a partir daí ele poderá acompanhar, via o sistema web, todos os trâmites do processo que solicitou. Dessa forma o solicitante tem como verificar em que situação está o julgamento do processo.

Responsável	Parecer	Data da Resposta	Destino
	teste	Fri Jun 15 00:00:00 BRT 2012	GRA
	teste1	Mon Jun 18 00:00:00 BRT 2012	Coordenacao de ADS
	teste2	Tue Jun 19 00:00:00 BRT 2012	Depart. Ciencias Humanas

Figura 8: Tela de Alteração/Encaminhamento de Processo do SARA-ES

Os processos são tramitados através da funcionalidade “Encaminhamento de Processo” oferecida pelo sistema. A partir da Figura 8 é possível identificar as informações exigidas para o encaminhamento de processo. O campo “Destino” refere-se ao departamento para onde o processo será tramitado e no campo “Parecer” é exposto a decisão final do departamento a respeito do processo solicitado.

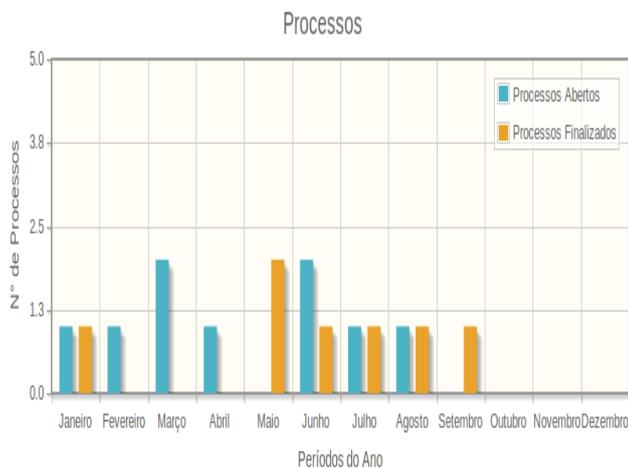
O diferencial oferecido pelo SARA-ES em comparação a outros sistemas consiste nas funcionalidades de visualizações gráficas implementadas no mesmo. Através de consultas em banco de dados, são oferecidas ao usuário diversas possibilidades de obter informações referentes aos processos acadêmicos graficamente.

O SARA-ES fornece ao usuário a possibilidade de visualizar graficamente o histórico dos processos, ou seja, são registradas e representadas graficamente para o usuário todas as atividades realizadas a fim de finalizar o processo. Todos os trâmites de processos são mapeados, dessa forma, o requerente (pessoa que solicitou o processo) tem como saber para quais setores o processo foi encaminhado e quanto tempo foi necessário para que o mesmo respondesse ao processo.

Com o objetivo de oferecer uma representação gráfica dos dados relativos aos processos acadêmicos, facilitando a transmissão de várias informações ao mesmo tempo e permitindo a interação do usuário com a mesma, é utilizado neste trabalho alguns métodos de Mineração Visual de Dados.

A Visualização da Informação, como já foi abordado anteriormente, é uma área de aplicação de técnicas de computação gráfica que visa auxiliar o processo de análise e compreensão de um conjunto de dados, através de representações gráficas manipuláveis.

Uma técnica de visualização é baseada numa representação visual e em mecanismos de interação que possibilitam



**Figura 9: Gráfico Processos X Período do Ano**

ao usuário manipular essa representação de modo a melhor compreender o conjunto de dados ali representado[3].

### 7.1 SARA-ES como ferramenta de apoio a decisão

Um sistema de apoio à decisão tem como objetivo analisar dados e extrair dos mesmos informações que venham a auxiliar uma organização a tomar decisões seguras, fundamentadas em dados reais. A mineração visual de dados tem papel fundamental nesta questão. Através dela é possível extrair o conhecimento oculto em um banco de dados e representá-lo graficamente para o usuário.

A utilização de um sistema que ofereça mecanismos de apoio a decisão é um diferencial para uma instituição como o IFBA, pois em tempos de constante crescimento tecnológico, valorização da qualidade do ensino e dificuldades econômicas ter um sistema de apoio a decisão torna-se necessário. Dessa forma é possível descobrir novos padrões, tendências, e correlações entre as informações institucionais.

Analisando os processos acadêmicos do IFBA, percebe-se que este reflete a evolução da instituição e o comportamento do aluno no decorrer do curso. Por exemplo, ao observar a

quantidade de processos não finalizados, sem uma justificativa plausível, pode-se constatar que está ocorrendo uma falha gerencial no acompanhamento dos processos acadêmicos.

Diversas questões podem ser respondidas através da exploração dos dados dos processos acadêmicos do IFBA. Uma delas é: os processos referentes ao trancamento de matrícula estão sendo requeridos, em maior quantidade, por alunos de que curso? A resposta para essa pergunta poderia, por exemplo, fazer com que a instituição tome medidas contra a evasão de alunos em determinado curso.

Outra questão é: Em que época do ano letivo ocorre a maior demanda de processos? Essa informação pode levar a instituição a disponibilizar um maior número de servidores, para o atendimento a processos, em determinada época do ano. O SARA-ES fornece facilmente a resposta para algumas dessas questões.

A Figura 9 apresenta o gráfico de Processos X Período do Ano. Esse gráfico é exibido na tela inicial do sistema, depois do login, e tem como objetivo mostrar a quantidade de processos gerados durante o ano, comparando os números de processos abertos com o número de processos finalizados.

Oferecendo informações que respondem a questão abordada no parágrafo anterior.

Com a utilização de técnicas de mineração visual de dados na ferramenta SARA-ES é possível à integração do usuário no processo de aquisição e análise de informações relacionadas aos processos acadêmicos. E dessa forma, possibilitar ao sistema oferecer informações precisas de forma rápida e de fácil compreensão.

Neste trabalho, a utilização dessas técnicas visa promover benefícios para a GRA3, os alunos, e para a evolução do IFBA. Tais como: diminuir o tempo gasto por funcionário em atividades de busca por informações promover maior qualidade ao atendimento dos requerimentos de alunos e oferecer à instituição uma forma rápida de levantamento de dados estatísticos e informações gerenciais que auxiliem a tomada de decisões.

## 7.2 Requisitos Funcionais do SARA-ES

Caracterizam-se como os principais requisitos funcionais necessários para que seja possível o atendimento de todos os objetivos proposto pela ferramenta SARA-ES, os itens abaixo:

1. Permitir a inclusão/alteração de processos acadêmicos.
2. O sistema deve permitir a inclusão/alteração de usuários.
3. Permitir a consulta de processos acadêmicos:
  - (a) Consultar através de filtros de palavras-chave.
4. Possibilitar a obtenção de informações através de visualização gráfica de dados.
  - (a) Permitir a visualização gráfica interativa de dados relativos a processos.
5. Permitir o encaminhamento de processos para outros departamentos.
6. Possibilitar o monitoramento de trâmites de processos.
7. O sistema deve definir status dinâmicos para os processos que são modificados automaticamente a medida que o fluxo de atendimento do mesmo ocorre.
8. Gerar pendências para todos os usuários envolvidos em processos cadastrados.

## 7.3 Requisitos Não-Funcionais do SARA-ES

São definidos como requisitos não-funcionais necessários para o bom funcionamento do SARA-ES.

1. O SARA-ES está baseado em arquitetura cliente/servidor, em três camadas, os componentes da aplicação claramente separados em camadas de informação/acesso a dados, lógica de aplicações e apresentação.
2. O protocolo básico de comunicação entre as diversas camadas deve ser o TCP/IP.
3. O Sistema deverá ser construído com tecnologia Java, as camadas de apresentação e lógica de aplicação conectadas através de *web services*.

4. O desenvolvimento do sistema deverá utilizar o Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional PostgresSQL.

## 7.4 Desenvolvimento do SARA-ES

O processo de desenvolvimento do SARA-ES foi baseado na metodologia de desenvolvimento denominada Processo Unificado (PU). Este método recomenda atividades referentes à de análise de requisito, análise de domínio, projeto e entre outros. O PU define quatro fases de desenvolvimento, são elas:

1. Concepção - Consiste no entendimento do problema a ser resolvido e identificação das necessidades para solucionar o mesmo. Foram elaborados nesta fase estudos de viabilidade do projeto e levantamento inicial de requisitos do sistema. Foram realizadas atividades, como:
  - (a) Análise da viabilidade do sistema.
  - (b) Identificação das pessoas que farão uso do sistema, como o objetivo de mapear os diferentes perfis de usuário.
  - (c) Entrevista com os usuários para identificação das necessidades dos mesmos.
2. Elaboração - Fase onde são realizadas as atividades de análise e projeto do sistema. Nesta fase foram levantados os principais requisitos do sistema. As etapas que compõem essa fase são:
  - (a) Análise de Requisitos.
  - (b) Análise de domínio.
3. Construção - Referente à implementação e testes do SARA-ES.
  - (a) Implementação do código.
  - (b) Realização de testes.
4. Transição - Consiste na execução de testes finais e implantação do sistema em ambiente do cliente.

Essa metodologia foi escolhida, dentre outros motivos, porque propõe um processo ágil, com poucos artefatos e pouca burocracia, em um contexto em que todas as atividades têm um objetivo claro e uma utilização precisa [8]. Esta característica é importante por permitir o desenvolvimento de software rapidamente, levando-se em consideração o pouco tempo disponível para a elaboração deste trabalho.

Além disso, o PU permite o desenvolvimento iterativo do sistema, onde as fases de Elaboração e Construção são desenvolvidas seguindo a estratégia de projeto incremental em que se projeta à medida que o desenvolvimento é realizado. Fato que promove maior coerência ao projeto de forma incremental após a fase anterior. Outro aspecto positivo é que o PU é baseado em boas práticas de desenvolvimento e na arquitetura do projeto o que gera o benefício da garantia da qualidade do sistema.

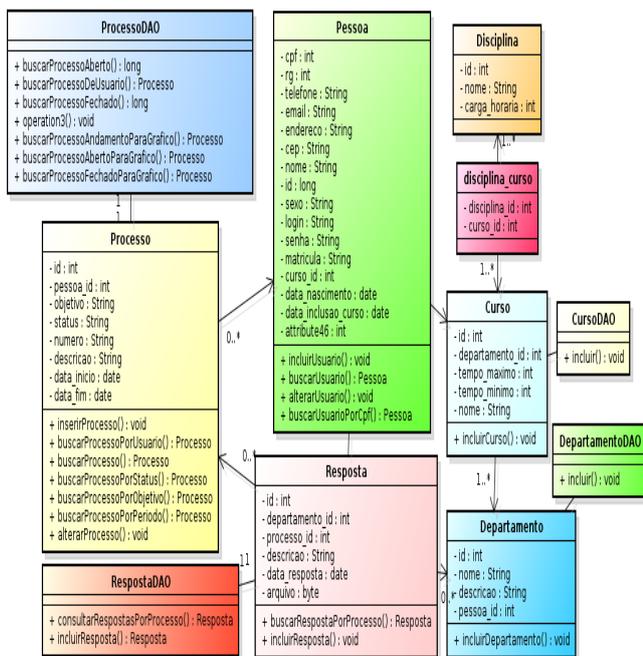


Figura 10: Diagrama de Classes do SARA-ES

Baseando-se nas fases de desenvolvimento sugeridas pela metodologia PU, adotada para o desenvolvimento do SARA-ES, foram necessários alguns documentos para a execução do projeto. Inicialmente, na fase de Concepção, foi criado o Documento de Visão, com o intuito de descrever a situação atual do negócio a ser explorado, identificar o objetivo e metas do sistema, restrições que devem ser respeitadas e as funcionalidades exigidas.

A seguir, na fase de Elaboração, foi criado o diagrama de caso de uso a partir da análise de requisitos do sistema. A Figura 11 representa o Diagrama de Caso de Uso da aplicação SARA-ES. Através dessa figura é possível identificar as principais funções implementadas no SARA-ES. Entre os casos de uso do sistema, destacam-se: Visualizar Gráficamente os processos, Visualizar Gráficamente os Tramites de processos, Gerar Pendências Automaticamente e Pesquisar Satisfação de Usuário, que além de serem funcionalidades importantes para a gestão de processos acadêmicos, consistem no diferencial do SARA-ES em relação a outros sistemas.

O caso de uso Visualizar Gráficamente o Tramite de Processos e Alterar Processo são extensões do caso de uso Consultar Processo. Sendo que Alterar processo, basicamente, possui as funcionalidades de encaminhar o processo para um departamento com o parecer dado ao mesmo, e Visualizar Gráficamente os Tramites de Processos tem a função de exibir graficamente para o usuário esses encaminhamentos, informando a data do envio e o departamento para onde o processo foi enviado.

O objetivo desses casos de uso é criar visões de informações relevantes a respeito de processos, enquanto que o caso de uso Gerar Pendências Automaticamente deve notificar ao

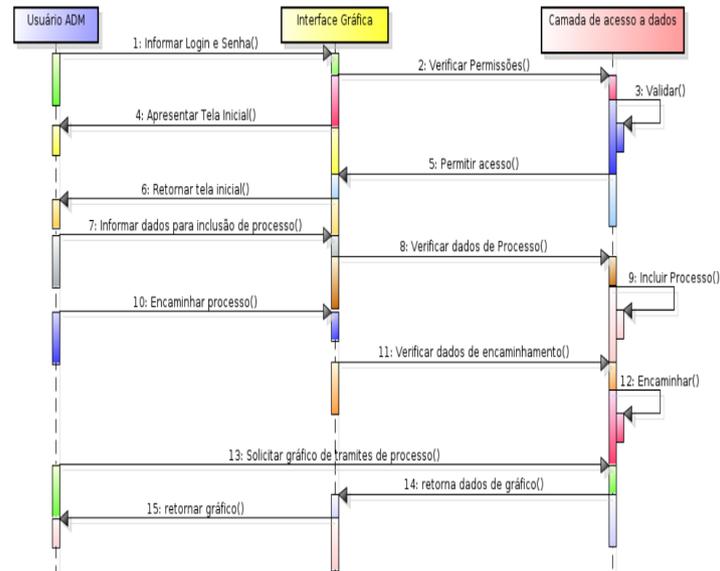


Figura 12: Diagrama de Sequência

usuário sobre novos processos cadastrados a qual o mesmo esteja vinculado. Já o caso de uso Pesquisar Satisfação de Usuário refere-se à funcionalidade oferecer um meio de que o usuário exponha sua opinião a respeito do sistema.

A Figura 12 ilustra a interação entre o usuário e o sistema durante a sequência de atividades necessárias para a incluir e encaminhar processo, e a visualização de histórico de processos.

Ainda na fase de elaboração foi construído o diagrama de classes da aplicação, como mostra a Figura 10. Analisando a figura é possível identificar as principais classes que foram necessárias, baseando-se no gerenciamento de processos no IFBA, para construção do sistema SARA-ES.

Na fase de construção do SARA-ES, para a implementação do código foi utilizada a linguagem de programação Java. Essa linguagem foi utilizada por opção do desenvolvedor e possui uma série de características importantes que fornecem vantagens para o desenvolvimento do projeto.

Entre elas, pode-se citar o fato de ser uma linguagem orientada a objetos, o que facilita a transformação das necessidades reais do usuário em funcionalidades do sistema, permite também o desenvolvimento de uma aplicação robusta, simples e dinâmica, aumentando a produtividade no desenvolvimento, bem como fornece maior segurança pelo fato de existirem diversos mecanismo para controle de segurança. Além disso, possui um conjunto bastante completo de interfaces de programação, com ênfase no suporte a comunicação em rede e distribuição.

A fase de transição não se aplicou neste trabalho, foram apenas realizados testes de homologação, simulando as atividades de gestão de processos acadêmicos, com alguns servidores do IFBA responsáveis por esta atividade e alguns alunos que utilizam este serviço.

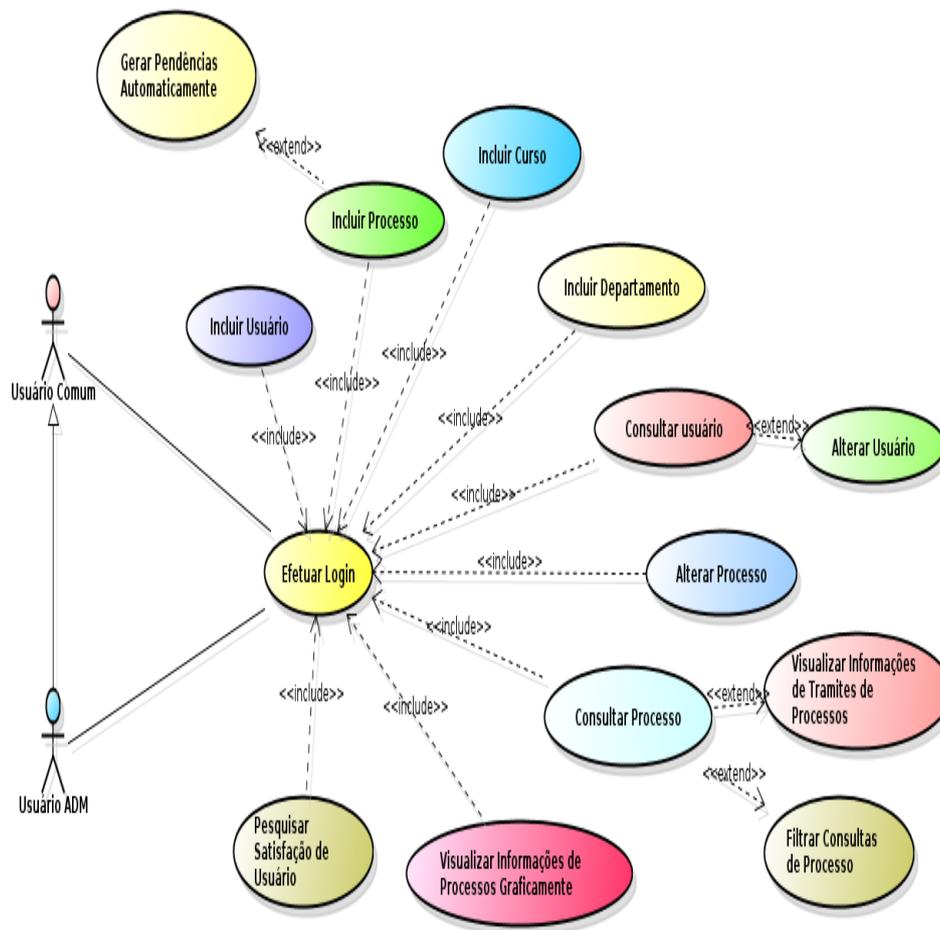


Figura 11: Diagrama de Caso de Uso

#### 7.4.1 Tecnologias Utilizadas para o Desenvolvimento do SARA-ES

Embora existam outras tecnologias capazes de atender os requisitos não-funcionais do SARA-ES, por opção do autor, adotou-se a plataforma Java na edição J2EE (*Java2 Enterprise Edition*) para o desenvolvimento desse sistema.

A J2EE é o padrão corporativo para o desenvolvimento de aplicações de negócio voltado para aplicações multicamadas, baseadas em componentes que são executados em um servidor de aplicações. O objetivo do J2EE é fornecer uma plataforma independente, portátil, multiusuário, segura e padronizada de classes, escritas na linguagem Java, para instalações do lado servidor. Em outras palavras, envolve a migração de arquiteturas cliente/servidor tradicionais para arquiteturas que forneçam serviços transparentes de distribuição, persistência, transação, e que estejam estruturadas em três ou mais camadas [6].

O modelo de programação J2EE incentiva o uso de padrões para criação das aplicações do sistema, para o SARA-ES foram utilizados, principalmente, os padrões *Model-view-controller* (MVC) e *Data Access Object* (DAO). O padrão MVC permite separar camada de interface da camada de

acesso a dados, desta forma, alterações feitas na interface não afetam a manipulação de dados, e estes poderão ser reorganizados sem alterar o *layout* da aplicação. O objetivo é separar dados (Model) da interface do usuário (View) e do fluxo da aplicação (Control). Com isso torna-se possível que uma mesma lógica de negócio possa ser acessada e visualizada através de várias interfaces.

O padrão MVC possibilita implementar com maior facilidade aspectos importantes para a aplicação como a persistência de dados, controle de segurança, comunicação em rede e fluxo de visualização. O *Model* é usado para definir e gerenciar o domínio da informação. Ele é uma representação detalhada da informação que a aplicação opera. A *View* apresenta o modelo em formato adequado ao utilizador, na saída de dados, e diferentes visões podem existir para um mesmo modelo, para diferentes propósitos. O *Controller* recebe a entrada de dados, invoca objetos da camada de persistência de dados. Ele também realiza a validação e filtragem da entrada de dados.

O padrão de Projeto DAO é utilizado para abstrair o mecanismo de persistência utilizado na aplicação. Um exemplo disso é que a camada de negócios acessa os dados persistidos sem ter conhecimento se os dados estão em um banco

de dados relacional ou um arquivo XML. O padrão DAO torna transparentes os detalhes da execução e da origem dos dados. As vantagens de se utilizar o padrão DAO é que ele permite organizar a lógica de acesso a dados e encapsular características específicas para facilitar a portabilidade e manutenção, e permite desenvolver e testar toda a camada responsável pela persistência dos dados separadamente do resto da aplicação.

Conforme foi mencionado anteriormente, a plataforma J2EE oferece um conjunto robusto de serviços que facilita o desenvolvimento de aplicações. Para a implementação do SARA-ES foram utilizados as J2EE tecnologias JDBC (*Java Database Connectivity*), JTA (*Java Transaction API*), *JavaMail* e JSF (*JavaServer Faces 2.0*).

JDBC é um conjunto de classes e interfaces, escritas em java, que faz o envio de cláusulas SQL (*Structured Query Language*) para banco de dados relacionais. Usando JDBC, pode-se obter acesso direto a banco de dados para a utilização em applets, servlets, programas, desktops e quaisquer aplicações que utilizem tecnologia Java. Além disso, ele oferece a possibilidade de programar sem a necessidade de implementar pacote de biblioteca adicional, pois é indiferente ao SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados), versão ou plataforma que estiver sendo usada. [16]

Enquanto que o JTA é uma especificação responsável por permitir que componentes possam controlar os limites transacionais de maneira programática. Em SARA-ES essa tecnologia foi utilizada principalmente para iniciar uma transação dentro de um bean.

O *JavaMail* permite enviar mensagem de correio eletrônico de forma independente de plataforma e de protocolo a partir de seus programas Java. No SARA-ES essa tecnologia foi utilizada para notificar aos usuários sobre a inclusão de processos ou confirmar o cadastro dos mesmos no sistema.

A tecnologia JSF 2.0 (*JavaServer Faces*) foi utilizada na camada *View* do SARA-ES. O JSF possui vários conceitos de acordo com o site da Oracle, pode ser definido como: modelo de programação Web orientada a eventos, um conjunto de APIs para definição e controle de navegação de paginas, conjunto de tags para uso em páginas JSP ou XHTML.

Podemos considerar o JSF como framework para a construção de interfaces de usuário para aplicações da WEB. Sua arquitetura permite o desacoplamento entre a os componentes e o seu renderizador(código que exhibe o componente) permitindo que a mesma aplicação seja portada para outras interfaces. Ela oferece vários benefícios para a aplicação, como por exemplo: separa claramente a lógica de negócio da camada de apresentação, aumenta a produtividade do desenvolvimento Web e utiliza páginas em formato JSP ou XHTML.

## 7.5 Arquitetura do SARA-ES

O SARA-ES está dividido em três módulos: módulo de segurança, módulo de acesso a dados, módulo de Visualização. Esses módulos são responsáveis pela obtenção e inserção de informações em banco de dados, pela criação de interface que possibilite a realização de consultas interativas e da repre-

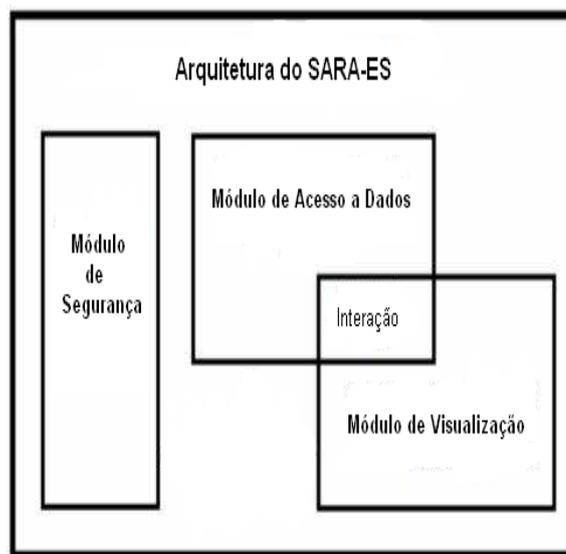


Figura 13: Modelo Arquitetural do SARA-ES

sentação gráfica da mesma. A Figura 13 ilustra a arquitetura do SARA-ES.

### 7.5.1 Módulo de Segurança

O objetivo deste módulo é garantir que informações pessoais dos requerentes de processo, como: CPF, RG, data de nascimento, e etc, não sejam acessadas por qualquer usuário do sistema. Para isso existem diferentes tipos de usuários com diferentes permissões.

O módulo permite a associação de perfis de utilização para os usuários do SARA-ES. O perfil de usuário é definido de acordo com critérios funcionais do usuário, que pode ser um usuário comum (aluno, servidor, professor, etc.), ou um usuário administrador (usuário responsável por um departamento). Esses perfis são relacionados a funcionalidades do sistema, um perfil de usuário comum possui acesso limitado aos recursos do SARA-ES, enquanto que o usuário com perfil administrador não possui limitações de acesso. Um usuário comum, por exemplo, ao realizar uma pesquisa de processos só poderá visualizar e alterar os processos cujo requerente é ele mesmo.

Para acessar o SARA-ES, é necessário se cadastrar no sistema, no entanto, o cadastro de usuário só pode ser efetuado por outro usuário já cadastrado e que possui o perfil de administrador. O perfil de administrador é atribuído a usuários que também são responsáveis por um Departamento Acadêmico. Dessa forma, um usuário comum terá acesso apenas à visualização de dados. Para que um usuário possa incluir, alterar e encaminhar processo, incluir dados referentes aos departamentos acadêmicos e cursos, e incluir usuários é necessário que o mesmo possua perfil de administrador.

### 7.5.2 Módulo de Acesso a Dados

Esse módulo refere-se à busca e inserção de dados no SARA-ES. Dados referentes aos processos, usuários, departamentos, cursos, e as pesquisas de satisfação são inseridos, con-

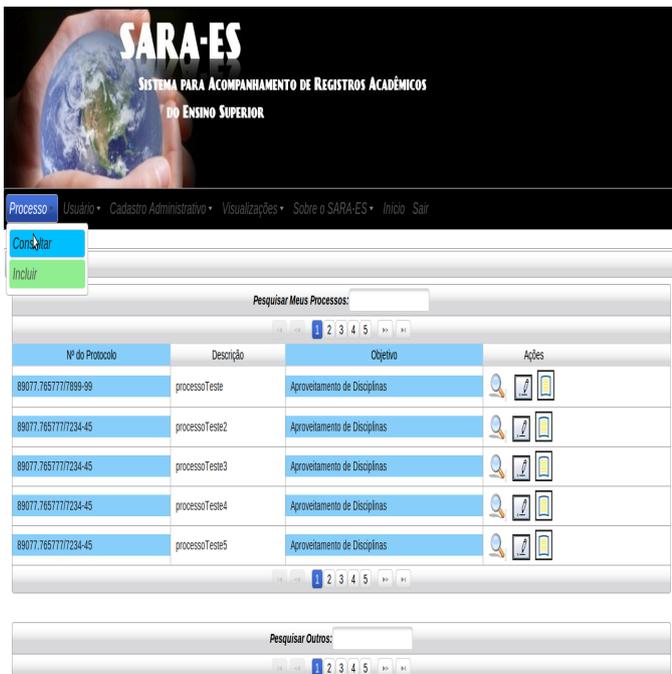


Figura 14: Tela de Consulta Processos SARA-ES

sultados e armazenados de acordo com este módulo.

Para implementar a lógica de acesso a dados, as classes da camada de persistência utilizam a API (Interface de Programação de Aplicação) JDBC. Está API fornece um mecanismo de comunicação a partir do qual é possível realizar consultas SQL cujo resultado fornece informações de entrada do sistema.

O módulo de Acesso a Dados é influenciado pelo módulo de segurança, pois os dados exibidos dependem das permissões de usuário, e também interage com o módulo de visualização, pois as informações exibidas em visões são anteriormente inseridas e pesquisadas.

Um exemplo de funcionalidade do SARA-ES regida por este módulo é a pagina de “Consultar Processos”, mostrado na Figura 14.

### 7.5.3 Módulo de Visualização

Esse módulo refere-se à visualização gráfica de informações. O objetivo desse módulo é oferecer as informações referentes a processos acadêmicos através de representações gráficas para tornar mais dinâmica a obtenção e compreensão dos dados desejados.

Um exemplo de visualização de informações existentes neste sistema é o gráfico de histórico de processos. O SARA-ES fornece aos usuários a possibilidade de visualizar todos os tramites relativo ao processo. Essa funcionalidade permite visualizar graficamente todos os departamentos por onde os processos foram enviados, e ainda o tempo de resposta de cada um deles. A Figura 15 apresenta este gráfico.

A Figura 16 mostra o gráfico de “Processos X Objetivo”

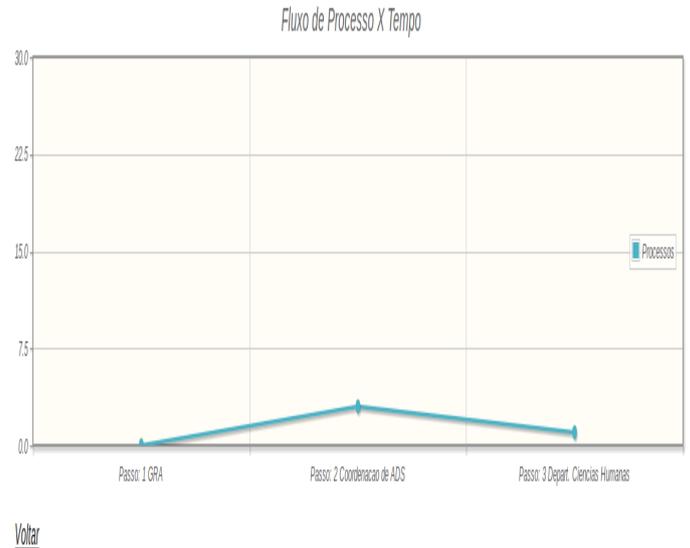


Figura 15: Histórico de Processo

implementado no SARA-ES. Esse gráfico tem como objetivo oferecer informações ao usuário de forma interativa. Através dele é possível visualizar o número de processos que podem estar abertos, em andamento ou resolvidos, de acordo com o objetivo do mesmo. Ou seja, o usuário seleciona um tipo de processo, que pode ser: processo de aproveitamento de disciplina, trancamento de matrícula, transferência externa, entre outros, e o sistema retorna os dados.

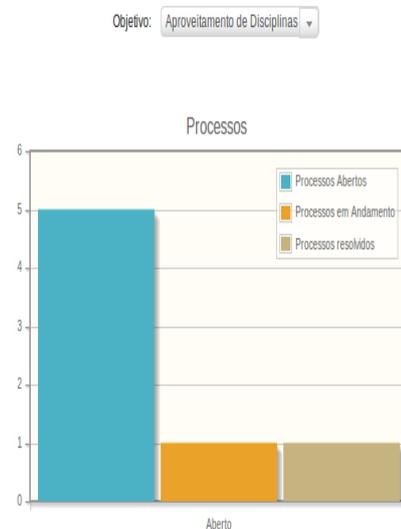


Figura 16: Gráfico Processos X Objetivo

Outra visualização oferecida pelo SARA-ES é o gráfico de “Processos X Status” que em forma de setores mostra, entre todos os processos, quais estão em abertos, em andamento ou resolvidos, evidenciado pela Figura 17.

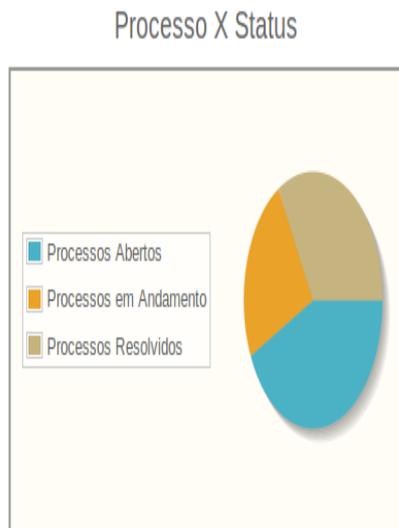


Figura 17: Gráfico Processos X Status

Para implementação deste módulo foram utilizadas a técnica de visualização tradicional, especialmente gráficos de setores e de barra. O módulo de visualização também interage com o módulo de acesso a dados, pois é necessária a consulta de informações no banco para que sejam criadas as visões. É neste módulo que é aplicada a mineração visual de dados.

## 8. ESTUDO DE CASO

Neste trabalho o estudo de caso iniciou-se com testes de verificação de software que consistiu em testes funcionais do SARA-ES. Esses testes foram realizados à medida que o sistema estava sendo implementado.

Os testes de verificação são referentes ao desempenho do sistema, o objetivo desses testes é verificar o atendimento aos requisitos funcionais do SARA-ES. Os testes foram realizados baseando-se em casos de testes.

Em seguida, foi dada continuação ao estudo com testes de validação. Esses testes foram realizados após a finalização do desenvolvimento do SARA-ES, e baseou-se na apresentação do sistema à pessoas que estão envolvidas de alguma maneira com as atividades oriundas do gerenciamento de processos acadêmicos.

O SARA-ES foi apresentado a um grupo de cinco servidores do IFBA, que trabalham na GRA3 e Diretoria Geral (DG) e que participam das atividades de tratamento de processos. Esse sistema também foi apresentado a um grupo de cinco alunos do ensino superior que já utilizaram os serviços de solicitação de processos na GRA3. O objetivo principal foi verificar se o SARA-ES atende as necessidades dos usuários.

Ao final da apresentação essas pessoas foram convocadas a responder o questionário de satisfação do SARA-ES. A Figura 18 apresenta a tela de pesquisa de satisfação contida no

sistema, nela existem as seguintes áreas para serem preenchidas pelos usuários: “Entrevistado” que deve conter o nome (campo preenchido automaticamente), o departamento e a função exercida pelo usuário no mesmo, e “Questionário” com as perguntas referentes à opinião do usuário em relação ao SARA-ES.

### 8.1 Resultado do Estudo de Caso

O resultado obtido do estudo de caso foi satisfatório. Todos os entrevistados, durante o estudo de caso, confirmaram que o SARA-ES atende as suas necessidades, especialmente entre o grupo de alunos. No entanto os servidores fizeram algumas notificações.

Em testes com o responsável pelo setor GRA3 foram analisados e validados alguns itens importantes do SARA-ES, assim como foram arrecadadas algumas sugestões de melhoria. De acordo com a análise do gestor, o sistema atende completamente as necessidades do setor e, além disso, oferece funcionalidades até então não existentes que possibilitam a transparência e agilidade no tratamento de processos. Ele destacou: os gráficos de visualização de processos, o gráfico de visualização de tramite de processo, além da pesquisa de satisfação que permite saber a opinião dos usuários a respeito do SARA-ES e conseqüentemente do serviço prestado no tratamento de processos.

Em contrapartida, o gestor levantou algumas melhorias que podem ser realizadas no sistema, a primeira foi relacionada ao tamanho de fonte das informações, segundo o gestor a fonte deveria ter um tamanho maior para facilitar a visualização. Outra sugestão feita pelo gestor foi a adição de mais campos para busca de processos.

Em entrevista com servidora da DG, responsável por analisar e encaminhar os processos acadêmicos neste setor observou-se uma resistência em mudar a gestão através de arquivos físicos para digitais. E então foi levantada a sugestão de criar a funcionalidade de anexar arquivos aos processos.

Analisando os resultados obtidos, conclui-se que o SARA-ES auxilia na gestão de demandas de processos acadêmicos e, conseqüentemente, pode minimizar os atuais problemas enfrentados pela administração dos mesmos no IFBA, já abordados anteriormente. Entretanto, as sugestões recebidas durante o estudo de caso podem ser aproveitadas para o aperfeiçoamento do sistema em trabalhos futuros.

## 9. CONCLUSÕES

O IFBA possui uma estrutura administrativa em que delega ao setor GRA3 a função de gerenciar os processos acadêmicos do ensino superior. No entanto é recorrente a incidência de problemas e/ou insatisfações durante o julgamento de processos, sendo que muitos desses problemas poderiam ser evitados com a existência de um sistema unificado para auxiliar no controle e acompanhamento de processos.

O principal objetivo deste trabalho, de criar um sistema capaz de auxiliar o gerenciamento de processos acadêmicos no IFBA, foi cumprido. Desenvolveu-se o SARA-ES, um sistema computacional que fornece desde funções básicas como inclusão de processos e usuários até a criação de

## Pesquisa de Satisfação SARA-ES

Entrevistado

Nome: laionara Departamento:

Função:

Questionário

1- Você já gerou um processo acadêmico no IFBA?  Sim  Não

2- Você participa da gestão de processos acadêmicos no IFBA?  Sim  Não

3- O SARA-ES pode ser facilmente compreendido e utilizado?  Sim  Não

4- O SARA-ES Atende as suas necessidades?  Sim  Não

5- Em sua opinião, o SARA-ES torna mais dinâmico o tratamento de processos acadêmicos?  Sim  Não

5- Em sua opinião, o SARA-ES torna mais seguro o tratamento de processos acadêmicos?  Sim  Não

6- Em sua opinião, o SARA-ES pode trazer benefícios a gestão de processos acadêmicos do IFBA? Explique.

7- Qual funcionalidade do SARA-ES você mais gostou? Por quê?

8- Qual funcionalidade do SARA-ES você não gostou? Por quê?

10- Qual melhoria você sugere ao SARA-ES?

Figura 18: Pesquisa de Satisfação

visualizações gráficas interativas de informações referentes a processos, visando fornecer apoio às decisões da instituição.

O SARA-ES é implementado em Java e possui os módulos de segurança, acesso a dados e visualização. Especialmente para implementação do módulo de visualização, utilizou-se técnicas de mineração visual de dados para possibilitar a utilização do SARA-ES também como ferramenta de apoio a decisão.

Esse sistema permite o cadastro, encaminhamento, alteração, consulta e visualização gráfica de informações de processos, além do cadastro administrativo de departamentos, cursos e usuários. O diferencial oferecido pelo SARA-ES consiste na utilização de técnicas de mineração visual de dados para implementação das funções de visualização gráfica.

Pode-se concluir que este trabalho é de relevante importância para o IFBA, considerando que o mesmo visa garantir a qualidade dos serviços prestados pela GRA3, cujas atividades impactam na vida acadêmica dos discentes. Além disso, levando também em consideração a contribuição do SARA-ES como ferramenta de apoio a decisão para a instituição.

## 10. TRABALHOS FUTUROS

Embora o principal objetivo desse trabalho tenha sido alcançado, a análise dos resultados do estudo de caso SARA-ES revela que esse sistema possibilita o desenvolvimento de trabalhos futuros. Existem funcionalidades que podem ser implementadas com o intuito de atender uma maior demanda de processos e novos requisitos funcionais.

Como sugestão para trabalhos futuros, pode-se citar:

1. Estudo mais aprofundado dos recursos oferecidos pelo sistema SARA-ES.
2. Adaptar o SARA-ES para atender também ao setor de Gerencia de Registros Acadêmicos - do 2º grau (GRA2).
3. Ampliar o módulo de visualização, adicionando mais visões.
4. Ampliar o módulo de segurança. Incluir funcionalidades como, por exemplo: assinatura digital para geração de processos acadêmicos.
5. Aprofundar os estudos feitos neste trabalho no sentido de validar os resultados encontrados.

## 11. REFERÊNCIAS

- [1] M. O. ALMEIDA. Uso de interfaces abundantes em informações para mineração visual de dados. Abril 2003.
- [2] T. Amorim. Conceitos, técnicas, ferramentas e aplicações de mineração de dados para gerar conhecimento a partir de bases de dados. 2006.
- [3] D. C. Andenberg. Analysis for applications. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 1999.
- [4] M. C. N. Barioni. Visualização de operações de junção em sistemas de bases de dados para mineração de dados. Abril 2002.
- [5] V. Bogorny. Algoritmos e ferramentas de descoberta de conhecimento em bancos de dados geográficos. Março 2003.
- [6] L. A. M. da Silva. Plataforma java j2ee: a atual pedida no cenário corporativo.
- [7] L. A. da Silva Filho. Utilização de sistemas de informação para apoiar a tomada de decisão na segurança pública do estado do pará. Março 2007.
- [8] M. de Matos Soeiro. A metodologia do desenvolvimento do kernel linux e seu uso como processo de criação de software dentro da engenharia de software. 2010.
- [9] J. M. Dias. Utilizando estudos observacionais para testar e aperfeiçoar um pacote de laboratório para avaliação de ferramentas de mineração visual de dados. 2006.
- [10] D. S. Gazineu. Ferramenta de mineração visual de dados aplicada à gerência de redes. 2007.
- [11] IFBA. <http://ifba.edu.br/institucional>.
- [12] M. A. S. NETO. Mineração visual de dados: extração do conhecimento a partir das técnicas de visualização da informação e mineração de dados. Março 2008.
- [13] M. C. M. Neto. Graphminer: Uma ferramenta para visualização de dados em banco de dados relacionais. Agosto 2004.
- [14] E. RABELO. Avaliação de técnicas de visualização para mineração de dados. pages 34–35, 2007.
- [15] S. O. REZENDE. *Sistemas Inteligentes: Fundamentos e Aplicações*. John Wiley and Sons, Barueri, São Paulo, 2005.
- [16] Érico Casella Tavares Matos. *Programação de Softwares em Java*. Digerati Books, São Paulo, 2007.

## 12. APÊNDICE

### 12.1 Outras Telas do SARA-ES

1. A Figura 19 apresenta a inicial do SARA-ES.

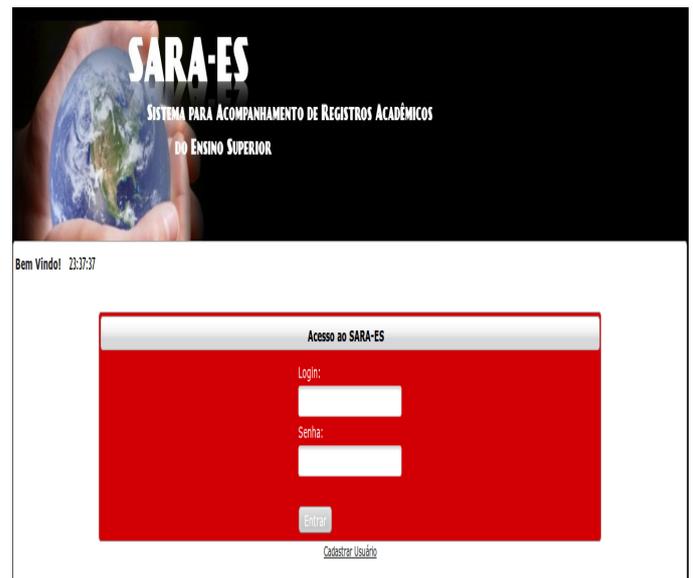


Figura 19: Tela de login

2. Na Figura 20 é possível visualizar a pagina de consulta de usuário. A consulta de usuário é realizada apenas através do CPF do mesmo, sendo que após a identificação da pessoa é permitido também a alteração dos dados cadastrados.



Figura 20: Tela para Consulta de Usuários

3. A tela apresentada na Figura 21 tem como principal objetivo dar informações ao usuário sobre processos acadêmicos e sobre o SARA-ES.



Figura 21: Tela com informações sobre o sistema

4. Na Figura 22 verifica-se a tela para inclusão de usuários no sistema.

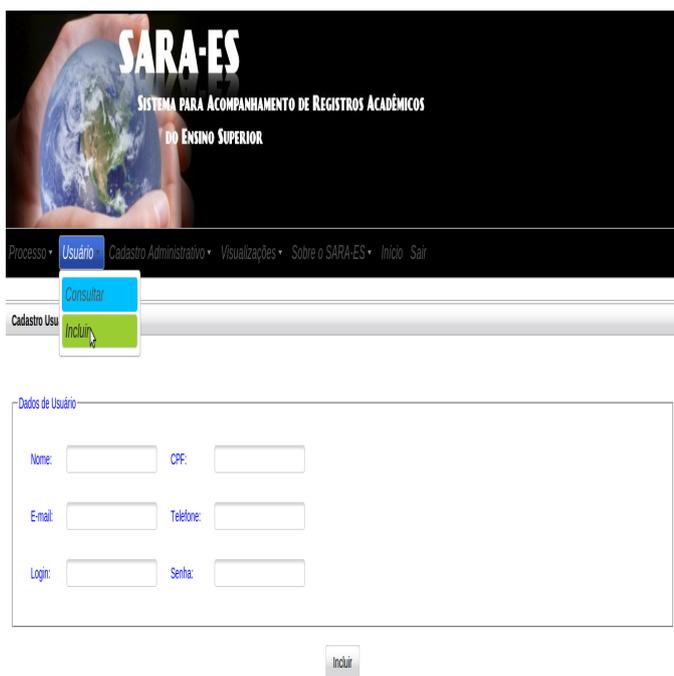


Figura 22: Tela para inclusão de usuários

5. A Figura 23 apresenta a tela para inclusão de departamentos. O cadastro de departamentos é muito importante, pois a pessoa cadastrada como responsável por um departamento adquire automaticamente o perfil de usuário administrador.

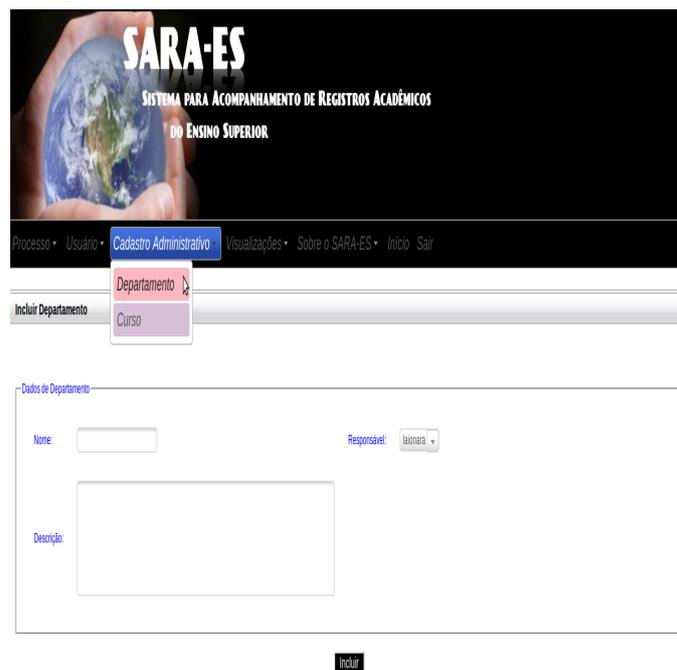


Figura 23: Tela para inclusão de departamento