

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA LOGÍSTICA DE
DISTRIBUIÇÃO DE MERCADORIAS UTILIZANDO A
TÉCNICA CSP**

RODRIGO KAMMER

BLUMENAU
2006

2006/1-19

RODRIGO KAMMER

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA LOGÍSTICA DE
DISTRIBUIÇÃO DE MERCADORIAS UTILIZANDO A
TÉCNICA CSP**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Regional de Blumenau para a
obtenção dos créditos na disciplina Trabalho
de Conclusão de Curso II do curso de Ciências
da Computação — Bacharelado.

Prof. Oscar Dalfovo, Dr. - Orientador

**BLUMENAU
2006**

2006/1-19

**SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA LOGÍSTICA DE
DISTRIBUIÇÃO DE MERCADORIAS UTILIZANDO A
TÉCNICA CSP**

Por

RODRIGO KAMMER

Trabalho aprovado para obtenção dos créditos
na disciplina de Trabalho de Conclusão de
Curso II, pela banca examinadora formada
por:

Presidente: _____
Prof. Oscar Dalfovo, Dr. – Orientador, FURB

Membro: _____
Prof. Jomi Fred Hübner, Dr. – FURB

Membro: _____
Prof. Roberto Heinzle, MEng. – FURB

Blumenau, 14 de julho de 2006

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus que não me deixa desistir de meus sonhos.

À minha família, sempre presente.

Ao meu orientador, Dr. Oscar Dalfovo, por acreditar e incentivar meu trabalho.

Aos meus amigos que torcem por mim.

“O conhecimento torna a alma jovem e diminui a amargura da velhice. Colhe, pois, a sabedoria. Armazena suavidade para o amanhã”.

Leonardo da Vinci

RESUMO

A missão da logística é disponibilizar o produto ou serviço ao cliente no lugar e tempo certos em condições adequadas. Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de informações para resolução de problemas relacionados à logística de distribuição partilhando mercadorias a serem entregues entre recursos de transporte disponíveis. Para resolução deste problema é utilizada a técnica de *Constraint Satisfaction Problem*, CSP. Como resultado foi obtida a distribuição de mercadorias a serem entregues entre os recursos de transporte. Conclui-se que a técnica de CSP é bem empregada na resolução de problemas ligados à logística de distribuição.

Palavras-chave: Logística de distribuição .CSP

ABSTRACT

The logistic mission is dispose in correct place and time the product or service to customer in in adequate conditions. The objective of this work is create a information system for resolution problems related to logistic of distribution dividing the merchandises to deliver between available resources of transport. For this problem resolution the technique of Constraint Satisfaction Problem, CSP is used. As result was gotten the distribution of merchandises enters the transport resources. Concludes that the CSP technique can be used in logistic of distribution problems resolution.

Key-words: Logistic.CSP.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Componentes básicos de um Sistema de Informação.....	15
Figura 2 – Relação entres as três atividades logísticas primárias.....	17
Figura 3 – Exemplo da resolução do problema das n-raínhas.....	21
Figura 4 – resolução do problema das n-rainhas com Choco.....	23
Quadro 1 – Requisitos Funcionais.....	25
Quadro 2 – Requisitos Não Funcionais.....	25
Figura 5 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema.....	26
Quadro 3 – Descrição dos casos de uso.....	27
Figura 6 – Modelo Entidade Relacionamento.....	28
Quadro 4 – Tabela de Municípios.....	28
Quadro 5 – Tabela de Notas Fiscais.....	29
Quadro 6 – Tabela de Custo de Viagem.....	29
Quadro 7 – Tabela de Produtos.....	29
Quadro 8 – Tabela de Recursos de Transporte.....	29
Quadro 9 – Tabela de distribuição.....	29
Quadro 10 – Tabela de Itens de Distribuição.....	29
Figura 7 – Resolução do CSP.....	31
Figura 8 – Visão da IDE Eclipse.....	32
Figura 9 – Tela principal do sistema.....	34
Figura 10 – Cadastro de recursos de transporte.....	35
Figura 11 – Cadastro de custo de viagem.....	35
Figura 12 – Importação de notas fiscais.....	36
Figura 13 – Comando SQL que retorna informações do campo tipo XMLType.....	36
Figura 14 – Tela de distribuição de mercadorias.....	37

LISTA DE SIGLAS

CSP – Constraint Satisfaction Problems

IDE - Integrated Development Environment

MER – Modelo Entidade Relacionamento

RUP - Rational Unified Process

SGBD – Sistema Gerenciador de Banco de Dados

SI – Sistemas de Informação

SQL - Structured Query Language

UML - Unified Modeling Language

XML – eXtreme Markup Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	12
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	14
2.2 LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO	15
2.3 CONSTRAINT SATISFACTION PROBLEMS	19
2.4 CHOCO	22
2.4.1 Resolução do problema das n-rainhas com choco	22
2.5 TRABALHOS CORRELATOS	24
3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....	25
3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO.....	25
3.2 ESPECIFICAÇÃO	26
3.2.1 Casos de Uso	26
3.2.2 Modelo Entidade Relacionamento	28
3.3 IMPLEMENTAÇÃO	30
3.3.1 Resolução do CSP	30
3.3.2 Técnicas e ferramentas utilizadas.....	31
3.3.2.1 UML – Unified Modeling Language.....	31
3.3.2.2 Eclipse.....	32
3.3.2.3 Oracle.....	32
3.3.2.4 XMLType	33
3.3.3 Operacionalidade da implementação	33
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4 CONCLUSÕES.....	39
4.1 EXTENSÕES	39
REFERÊNCIAS	40
APENDICE A – Detalhamento dos casos de uso	43

1 INTRODUÇÃO

Ao final dos anos noventa com o surgimento do gerenciamento coordenado de atividades de movimentação-armazenagem (transporte-estoque) surge o conceito de logística empresarial. De acordo com Ballou (2001 p.21), a logística foi definida pelo Conselho de Administração Logística, atual Conselho de Administração de Cadeia de Suprimentos como sendo, “o processo de planejamento e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoque em processo, produtos acabados e informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências de clientes”.

A logística de distribuição está inserida entre os componentes de um sistema logístico. Farah Júnior (2002), diz que a logística de distribuição é uma das ferramentas que provêem a disponibilidade de produtos onde e quando são necessários, coordenando fluxos de mercadorias e de informações de milhares de pontos de vendas dos mais variados bens e serviços.

Observa-se nos dias de hoje que um dos maiores problemas na logística de distribuição é o ordenamento de mercadorias com pesos e volumes divergentes entre recursos de transporte disponíveis tais como caminhões, utilitários, fretamentos e outros. Problema este que é solucionado com a utilização de sistemas de informação.

Sistema de informação (SI) é um sistema que recebe recursos de dados como entrada e os processa em produtos de informação como saída e realiza isso com o auxílio de cinco componentes: recursos humanos, os usuários finais e os especialistas em SI; recursos de hardware, máquinas e mídia; recursos de software, programas e procedimentos; recursos de dados, bancos de dados e bases de conhecimentos; recursos de redes: mídia de comunicações e apoio de rede (O'BRIEN, 2004).

Este trabalho desenvolveu um sistema para logística de distribuição que a partir de uma série de notas fiscais distribui mercadorias a serem entregues entre os recursos de transporte disponíveis considerando como variáveis de restrição: destino, peso e custo de viagem do recurso de transporte. O sistema recebe como entrada uma série de notas fiscais e tem como saída a partilha de mercadorias entre os recursos de transporte disponíveis.

O Sistema utiliza-se da técnica de *Constraint Satisfaction Problem* (CSP) - problemas de satisfação de restrições para resolver o problema da distribuição de mercadorias a serem entregues entre recursos de transporte disponíveis

Problemas de satisfação de restrições possuem estados e testes de objetivos que possuem uma representação padrão e estruturada. Podem ser definidos algoritmos de busca que tiram proveito da estrutura de estados e utilizam heurísticas de uso geral em vez de heurísticas específicas do problema para permitir a solução de problemas extensos. (RUSSELL e NORVING, 2003)

Para solucionar problemas de CSP o sistema utiliza a biblioteca Choco, que foi desenvolvida para ser um *framework Open-source* para modelagem e resolução de CSP na linguagem Java. O núcleo do algoritmo principal de Choco é o de programação de restrições cuja principal característica é permitir ao programador uma dedicação total à modelagem, tornando oculto o processo de efetiva resolução dos problemas apresentados (GRANVILLIERS e MONFROY, 2003).

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de Sistema de Informações para logística de distribuição de mercadorias utilizando a técnica CSP.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) distribuir as mercadorias a serem entregues entre os recursos disponíveis;
- b) identificar de acordo com o custo de viagem qual recurso deve ser enviado;
- c) analisar a utilização da biblioteca choco para resolução de problemas de CSP aplicados à distribuição logística.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

No capítulo 2 Fundamentação Teórica, apresentam-se conceitos de Sistemas de Informação, logística de distribuição, CSP, uma visão geral da biblioteca choco e trabalhos correlatos.

No capítulo 3 Desenvolvimento do trabalho, são apresentadas as técnicas utilizadas na implementação do sistema bem como sua especificação.

No capítulo 4 são apresentadas as conclusões do trabalho e as sugestões para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica apresenta o embasamento necessário para a compreensão do tema, bem como os vários elementos relacionados. São apresentados conceitos de Sistemas de Informação, Logística de distribuição, *Constraint Satisfaction Problems* (CSP) e uma visão da biblioteca Choco para resolução de CSP.

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Sistemas de informação são um conjunto de elementos ou componentes inter-relacionados que coletam (entrada), manipulam e armazenam (processo), disseminam (saída) os dados e informações e fornecem um mecanismo de feedback (DALFOVO, 2004).

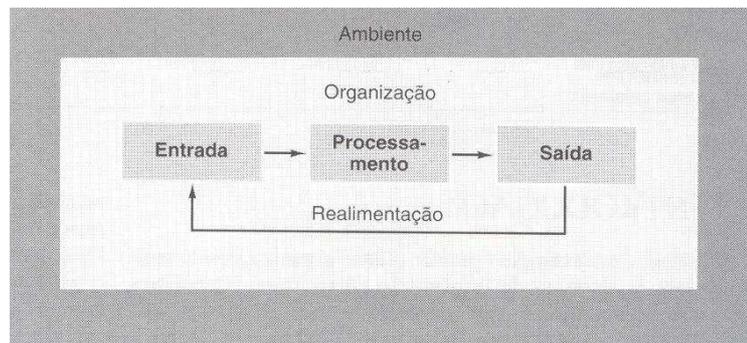
Para Laudon e Laudon (2003), um Sistema de Informação pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e controle de uma organização. Além de dar suporte à tomada de decisões, à coordenação e ao controle, esses sistemas também auxiliam os gerentes e trabalhadores a analisar problemas, visualizar assuntos complexos e criar novos produtos..

Para O'Brien (2004) Sistemas de Informação possuem três componentes ou funções básicas em interações:

- a) *Entrada* envolve a captação e reunião de elementos que entram no sistema para serem processados. Por exemplo, matérias-primas, energia, dados e esforço humano devem ser organizados para processamento;
- b) *Processamento* envolve processos de transformação que convertem insumo (entrada) em produto. Entre os exemplos se encontram um processo

industrial, o processo de respiração humana ou cálculos matemáticos;

- c) *Saída* envolve a transferência de elementos produzidos por um processo de transformação até o seu destino final. Produtos acabados, serviços humanos e informações gerenciais devem ser transmitidos a seus usuários.



Fonte: Laudon e Laudon p. 4

Figura 1 - Componentes básicos de um Sistema de Informação

A razão mais forte pelas quais as empresas utilizam os sistemas, é para resolver problemas organizacionais e para reagir a uma mudança no ambiente (LAUDON e LAUDON, 1999).

As empresas constroem sistemas para reagir a concorrentes, clientes, fornecedores e mudanças sociais e tecnológicas em um ambiente dinâmico e fluido. Quando as forças externas e os problemas organizacionais mudam, sistemas novos são necessários e sistemas antigos devem ser modificados (LAUDON e LAUDON, 1999).

2.2 LOGÍSTICA DE DISTRIBUIÇÃO

Os primeiros conceitos de logística estavam relacionados com o militarismo. Sendo a logística definida como, “O ramo da ciência militar que lida com a obtenção, a manutenção e o transporte de materiais, pessoal e instalações” (BALLOU, 2001, p. 21).

Para Christopher (1997), a logística é o processo de gerenciar estrategicamente o fluxo de informações, a aquisição, movimentação e armazenagem através da organização e seus

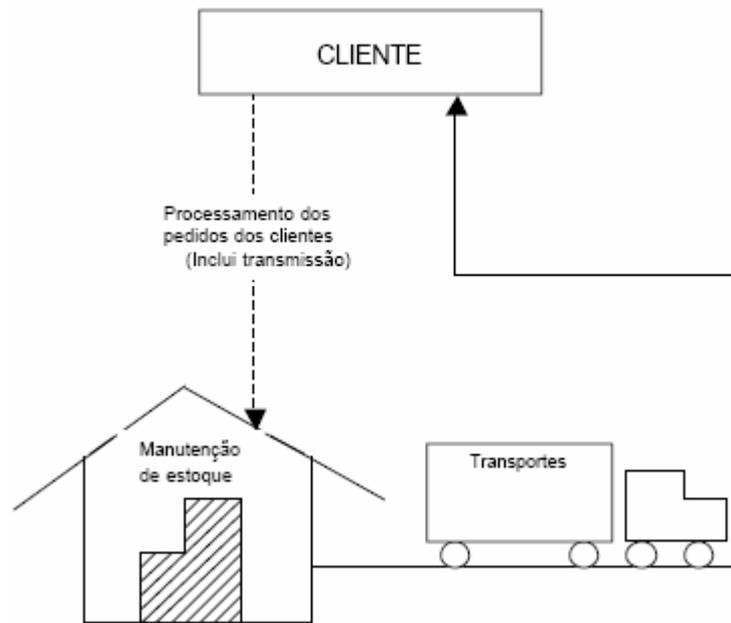
canais de marketing, com o objetivo de maximizar os lucros presente e futuro através do atendimento de pedidos a baixo custo.

Assim a missão da logística é: “dispor a mercadoria ou o serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, ao mesmo tempo que fornece a maior contribuição à empresa”. (BALLOU, 2001, p. 21).

A responsabilidade operacional da logística está diretamente relacionada com a disponibilidade de matérias-primas, produtos semi-acabados e estoques de produtos acabados, no local onde são requisitados, ao menor custo possível. É por meio do processo logístico que os materiais fluem pelos sistemas de produção de uma nação industrial e os produtos são distribuídos para os consumidores pelos canais de marketing (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Para Ballou (1993, p. 24), há três atividades de relevância primária para se atingir objetivos logísticos. São elas:

- a) transportes: é a atividade logística mais importante, pois absorve grande fatia dos custos logísticos. É essencial, pois nenhuma empresa opera sem a movimentação de suas matérias-primas;
- b) manutenção de estoques: prevê que as empresas precisam manter estoques, sendo que os mesmos agem como amortecedores entre a oferta e a demanda. É preciso manter seus níveis tão baixos quanto possível e, ao mesmo tempo, a disponibilidade aos clientes;
- c) processamento de pedidos: é a atividade que inicia a movimentação de produtos e entrega de serviços. Considera-se um elemento crítico em se tratando do tempo necessário para levar o produto até os clientes.



Fonte: Ballou, (1993, p.25)

Figura 2 – Relação entre as três atividades logísticas primárias

De acordo com Novaes e Alvarenga (1994 apud ROSA, 2005), a distribuição física ocupa um papel de destaque nos problemas logísticos nas empresas. A diminuição dos estoques e a agilidade no transporte e distribuição dos produtos são fatores importantes a serem destacados. Existem outros fatores que não podem ser esquecidos como a concorrência entre as empresas que exige qualidade nos serviços. Essa melhora na qualidade é traduzida em: entrega mais rápida, confiabilidade (pouco ou nenhum atraso em relação ao prazo estipulado) e segurança (baixa ocorrência de extravios).

A administração da distribuição física é desenvolvida em três níveis (BALLOU, 1993, p. 43):

- a) estratégico: envolve decisões na modelagem no sistema de distribuição, mais especificamente, na localização dos armazéns, meios de transporte e projeção do sistema de processamento de pedidos;
- b) tático: é responsável pela utilização eficiente dos recursos disponíveis;

- c) operacional: refere-se às atividades diárias que as pessoas responsáveis pela distribuição desempenham para garantir que os produtos cheguem aos seus destinos.

Competência logística decorre de uma avaliação da capacidade de uma empresa para fornecer ao cliente um serviço competitivamente superior ao menos custo total possível. Quando uma empresa decide diferenciar-se com base na competência logística, ela procura superar a concorrência em todos os aspectos das operações. Isso normalmente significa que o desempenho logístico usa a capacidade de entrega de seus produtos para dar apoio a qualquer ou a todas necessidades de marketing e de produção. Em resumo a estratégia é fornecer um serviço superior por um custo inferior à média do segmento industrial respectivo (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Segundo Bowersox e Closs (2001, p. 37), “a competência logística é alcançada pela coordenação de um projeto de rede, informação, transporte, estoque, e mais armazenagem, manuseio de materiais e embalagem”. O desafio está em gerenciar o trabalho relacionado a essas áreas funcionais de maneira orquestrada, com o objetivo de gerar a capacidade necessária ao atendimento das exigências logísticas.

De acordo com Cobra (1989) distribuição pode ser entendida como o composto de um número de organizações ou de indivíduos que se encarregam de levar o produto ou serviço ao local onde o comprador potencial se encontra, em tempo e momento convenientes a esses compradores e em condições de transferir a posse.

A distribuição física está conceituada por Johnson et al (1998) como a atividade de movimentação do produto desde a produção até o cliente. o movimento de produtos para fora das indústrias até os clientes.

A área de distribuição física trata da movimentação de produtos acabados para entrega aos clientes. Na distribuição física, o cliente é o destino final dos canais de marketing. A

disponibilidade do produto é parte vital do trabalho de marketing de cada participante do canal (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

A distribuição é um processo que está normalmente associado ao movimento de material de um ponto da produção ou armazenagem até o cliente. As atividades abrangem as funções de gestão e controle de estoque, manuseio de materiais ou produtos acabados, transporte, armazenagem, administração de pedidos, análises de locais e redes de distribuição, entre outras (BERTAGLIA, 2003).

É pelo processo de distribuição física que o tempo e o espaço do serviço ao cliente se tornam parte integrante de marketing. Assim, a distribuição física vincula um canal de marketing a seus clientes. São utilizados vários sistemas diferentes de distribuição física para dar apoio a ampla variedade de sistemas de marketing existente em uma nação com altos níveis de atividades comerciais. Todos os sistemas de distribuição física tem uma característica em comum: vinculam fabricantes, atacadistas, varejistas em canais de marketing que fornecem a disponibilidade de produtos como aspecto integrante de todo o processo de marketing (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

O processo de distribuição tem sido foco permanente das organizações uma vez que os custos nele existentes são elevados e as oportunidades são muitas. Modelos de distribuição são discutidos a fim de obter-se a vantagem competitiva e colocar e colocar os produtos, principalmente bens de consumo, ao alcance dos consumidores (BERTAGLIA, 2003).

2.3 CONSTRAINT SATISFACTION PROBLEMS

Tsang (1993, p.1) afirma que um *Constraint Satisfaction Problems* - Problemas com Satisfação de Restrição (CSP) é um problema composto por um conjunto variáveis, cada uma associada a um domínio e à algumas restrições que determinam os valores que as variáveis

podem assumir. A resolução de um CSP consiste em encontrar e atribuir um valor para cada variável respeitando todas as restrições impostas.

De acordo com Sucupira (2003), CSP é uma tecnologia de programação cuja principal característica é permitir ao programador uma dedicação total à modelagem, tornando oculto o processo de efetiva resolução dos problemas. Como consequência, a programação de restrições tem a capacidade de reduzir o esforço de programação e tornar mais natural a programação modular. Essas qualidades, apoiadas em uma forte fundamentação teórica e aliadas à eficiência dos sistemas existentes para a prática da programação de restrições, têm resultado num grande sucesso dessa tecnologia, tornando-a escolha freqüente para o tratamento de diversas classes de problemas, especialmente em Otimização Combinatória.

Um CSP é formalmente definido por um conjunto de variáveis, X_1, X_2, \dots, X_n , e um conjunto de restrições, C_1, C_2, \dots, C_m . Cada variável X_i tem domínio D_i , não vazio, de valores possíveis. Cada restrição C_i envolve algum subconjunto de variáveis e especifica as combinações dos valores possíveis para esse subconjunto. Um estado do problema é definido por atribuição dos valores a algumas ou a todas as variáveis, $\{X_i = v_i, X_j = V_j, \dots\}$. Uma atribuição que não viole nenhuma das restrições é chamada de atribuição consistente ou válida. Uma atribuição completa possui todas as variáveis mencionadas, e uma solução para um CSP é uma atribuição completa que satisfaz a todas as restrições. Alguns CSPs requerem também uma solução que maximize uma função objetivo (RUSSELL e NORVING apud ROSA, 2005).

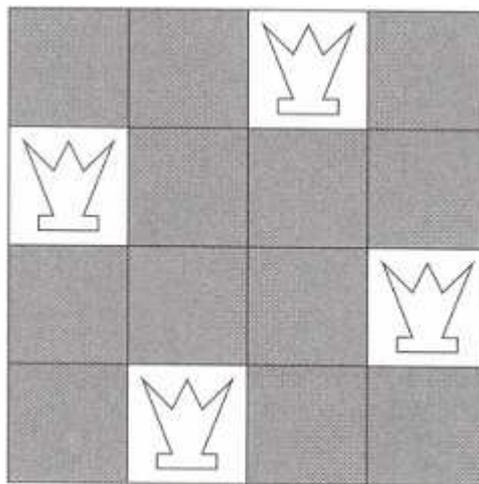
Tratar um problema como um CSP apresenta vários benefícios importantes. Tendo em vista que a representação de estados em um CSP obedece a um padrão definido - isto é, um conjunto de variáveis com valores atribuídos -, a função sucessor e o teste de objetivo podem ser escritos de um modo genérico que se aplique a todos os CSPs. Pode-se também desenvolver heurísticas efetivas e genéricas que não exigem nenhuma experiência adicional

específica de domínios. A estrutura do grafo de restrições pode ser usada para simplificar o processo de solução, proporcionando em alguns casos uma redução exponencial na complexidade.

Segundo Eiben & Ruttkay (1997,C5.7), algumas instâncias de CSPs podem ser resolvidas pela diversificação da busca, pela manutenção de vários candidatos à solução em paralelo e pela aplicação de heurísticas que agreguem mecanismos de construção aleatória de novos candidatos à solução.

Uma aplicação de CSP é a resolução do problema das N -rainhas. O Problema das N -rainhas consiste em distribuir em um tabuleiro $N \times N$, um número N de rainhas observando-se que só devem existir uma rainha em cada linha e coluna e que uma rainha não esteja na mesma diagonal que outra rainha. CSP pode resolver esse problema uma vez que as variáveis, domínios e restrições estão bem definidas.

Em um tabuleiro 4×4 , teremos como variáveis $\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ cujos domínios são as colunas $\{1, 2, 3, 4\}$. O domínio de cada variável é o conjunto de posição que a rainha pode ocupar em sua linha $D_i = \{1, 2, 3, 4\}$. As restrições entre x_i e x_j podem ser representadas como $(x_i \neq x_j) \wedge (|i - j| \neq |x_i - x_j|)$ e um possível conjunto de solução $\{x_1 = 2, x_2 = 4, x_3 = 1, x_4 = 3\}$ (BRUNS, 2005).



Fonte: Marriott e Stuckey, p.87

Figura 3 – Exemplo da resolução do problema das n-raíñas

2.4 CHOCO

Choco é uma biblioteca Java para *Constraint Satisfaction Problems* (CSP), Constraint Programming (CP) e Explanation-based Constraint Solving (e-CP). Foi construída sobre um mecanismo de propagação baseado em eventos com estruturas rastreáveis(CHOCO.SOURCEFORGE.NET, 2006).

O núcleo do algoritmo principal de Choco é o de programação de restrições cuja característica é permitir ao programador uma dedicação total à modelagem, tornando oculto o processo de efetiva resolução dos problemas apresentados (Granvilliers e Monfroy, 2003).

2.4.1 Resolução do problema das n-rainhas com choco

Choco é capaz de resolver o problema das n-rainhas uma que este problema pode ser modelado como um CSP, com variáveis e restrições bem definidas. A figura 4 apresenta a implementação da resolução do problema das n-raínhas utilizando-se da biblioteca Choco.

```

1 import choco.Problem;
2 import choco.Solution;
3 import choco.Solver;
4
5 public class Rainhas {
6
7     public void resolucao() {
8         int n = 4; //dimensão do tabuleiro NxN e número de rainhas
9
10        Problem problema = new Problem();
11
12        //cria variáveis (peças)
13        choco.integer.IntDomainVar[] rainhas = new choco.integer.IntDomainVar[n];
14        for (int i = 0; i < n; i++) {
15            rainhas[i] = problema.makeEnumIntVar("R" + i, 1, n);
16        }
17
18        //cria restrições (constraints)
19        //negando que as rainhas estejam na mesma posição, coluna ou diagonal
20        for (int i = 0; i < n; i++) {
21            for (int j = i + 1; j < n; j++) {
22                int k = j - i;
23                problema.post(problema.neq(rainhas[i], rainhas[j]));
24                problema.post(problema.neq(rainhas[i], problema.plus(rainhas[j], k)));
25                problema.post(problema.neq(rainhas[i], problema.minus(rainhas[j], k)));
26            }
27        }
28
29
30        //busca a resolução do problema
31        Solver s = problema.getSolver();
32        problema.solve(true);
33    }
34 }

```

Figura 4 – resolução do problema das n-rainhas com Choco

Para resolução do problema das n-rainhas instancia-se um novo objeto do tipo *Problem*. Em seguida são criadas e alocadas em um *array*, as variáveis que representam as peças a serem dispostas no tabuleiro. Adiciona-se as restrições ao problema que neste caso são: as peças devem estar posicionadas em linhas diferentes; as peças devem estar posicionadas em colunas diferentes e as peças não devem estar na mesma diagonal. Finalmente pede-se para que a biblioteca resolva o problema chamando o método *solve* do objeto *Problem*.

2.5 TRABALHOS CORRELATOS

Rosa (2005) desenvolveu na Universidade Regional de Blumenau o trabalho Sistema para logística de distribuição utilizando também de técnicas de CSP para resolução do problema proposto. Os trabalhos diferem-se já que Rosa (2005) focou seu trabalho na fase de roteirização do processo logístico. Este trabalho focar-se na distribuição de mercadorias entre os recursos de transporte disponíveis.

Mendes (2003) apresentou dissertação de mestrado em administração na Universidade Regional de Blumenau com o título “Estudo dos atributos e procedimentos operacionais básicos de um transportador rodoviário de cargas e de um operador logístico” onde trata da logística, de assuntos ligados ao Transporte Rodoviário de Cargas, de Operadores Logísticos e o gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Bruns (2005) desenvolveu o trabalho de conclusão de curso titulado “Aplicação da técnica de Satisfação de restrições distribuídas no sincronismo de semáforos e uma malha viária” na Universidade Regional de Blumenau. Neste trabalho Bruns utiliza-se da técnica de satisfação de restrições distribuídas para tentar solucionar o problema do sincronismo de semáforos viários.

Este trabalho distingue-se de seus correlatos uma vez que aplica a técnica de CSP na logística de distribuição utilizando-se da biblioteca choco.

3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

De acordo com os objetivos propostos no trabalho, foi desenvolvido um sistema para logística de distribuição utilizando-se da técnica de CSP para partilha de mercadorias entre os recursos de transporte disponíveis. A seguir são apresentados os requisitos principais do problema a ser trabalhado, a especificação, a implementação e os resultados e discussões.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA A SER TRABALHADO

No quadro 1 são apresentados todos os requisitos funcionais e em seguida no quadro 2 os não-funcionais do sistema contemplados neste trabalho.

Requisitos Funcionais	Caso de Uso
RF01: O sistema deverá permitir ao usuário incluir, alterar e excluir recursos de transporte.	UC01
RF02: O sistema deverá permitir ao usuário a importação de notas fiscais.	UC02
RF03: O sistema deverá permitir o complemento do cadastro de mercadorias importadas.	UC03
RF04: O sistema deverá distribuir logicamente entre recursos de transporte disponíveis mercadorias contidas em notas fiscais selecionadas.	UC04
RF05: O sistema deverá permitir o cadastramento de rotas e seu respectivo custo para determinado recurso.	UC05

Quadro 1 – Requisitos Funcionais

Requisitos Não Funcionais
RNF01: O sistema deverá ser construído com sobre a plataforma Java.
RNF02: O sistema deverá utilizar como Banco de Dados o Oracle 9.i
RNF03: O sistema deverá utilizar-se da biblioteca choco para auxiliar na resolução de CSP
RNF04: O sistema deverá utilizar-se do formato XML para importação de notas fiscais

Quadro 2 – Requisitos Não Funcionais

3.2 ESPECIFICAÇÃO

Para a especificação foi utilizada a linguagem visual *Unified Modeling Language* (UML) e Modelo Entidade Relacionamento (MER) do banco de dados. Será demonstrado os diagrama de casos de uso desenvolvido com a ferramenta *Enterprise Architect*, bem como o modelo entidade relacionamento desenvolvido com a ferramenta *DBDesigner*.

3.2.1 Casos de Uso

O diagrama de casos de uso é uma representação das funcionalidades e elementos externos do sistema e a interação entre eles (BEZERRA, 2002). A Figura 3 apresenta o diagrama de casos de uso do sistema, cujo detalhamento encontra-se no apêndice A.

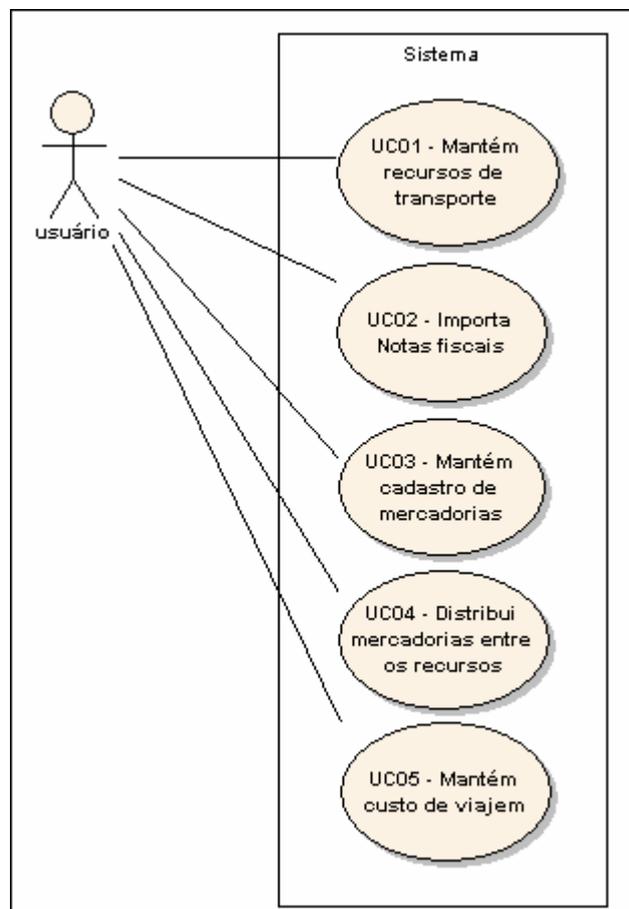


Figura 5 – Diagrama de Casos de Uso do Sistema

A seguir é apresentado o Quadro 3 que contém uma breve descrição dos casos de uso:

Caso de Uso	Descrição
UC01 - Mantém recursos de transporte	Permite ao usuário incluir, alterar ou desativar (<i>flag</i> de inativo) recursos de transporte. Os campos utilizados serão nome do recurso, placa, volume e peso de carga.
UC02 - Importação de Notas Fiscais	Permite a importação de Notas Fiscais, vindas de um sistema qualquer em formato XML para dentro da base de dados do sistema utilizando-se do tipo XMLType do banco de dados oracle.
UC03 - Complemento do Cadastro de Mercadorias	Complementa o Cadastro de Mercadorias Importadas com informações que não contidas na nota Fiscal porém são importantes necessárias à rotina de distribuição
UC04 - Distribuição de Mercadorias	Distribui Mercadorias contidas nas Notas Fiscais importadas entre recursos de Transporte Disponíveis
UC05 – Mantém Custo de Viagem	Mantém informações sobre o custo de viagem de um ponto A até um ponto B com determinado recurso de transporte

Quadro 3 – Descrição dos casos de uso.

3.2.2 Modelo Entidade Relacionamento

Abaixo é apresentado o modelo entidade relacionamento (MER) do sistema desenvolvido. O MER foi feito na ferramenta *DBDesigner*, utilizando a notação *Crows Foot*.

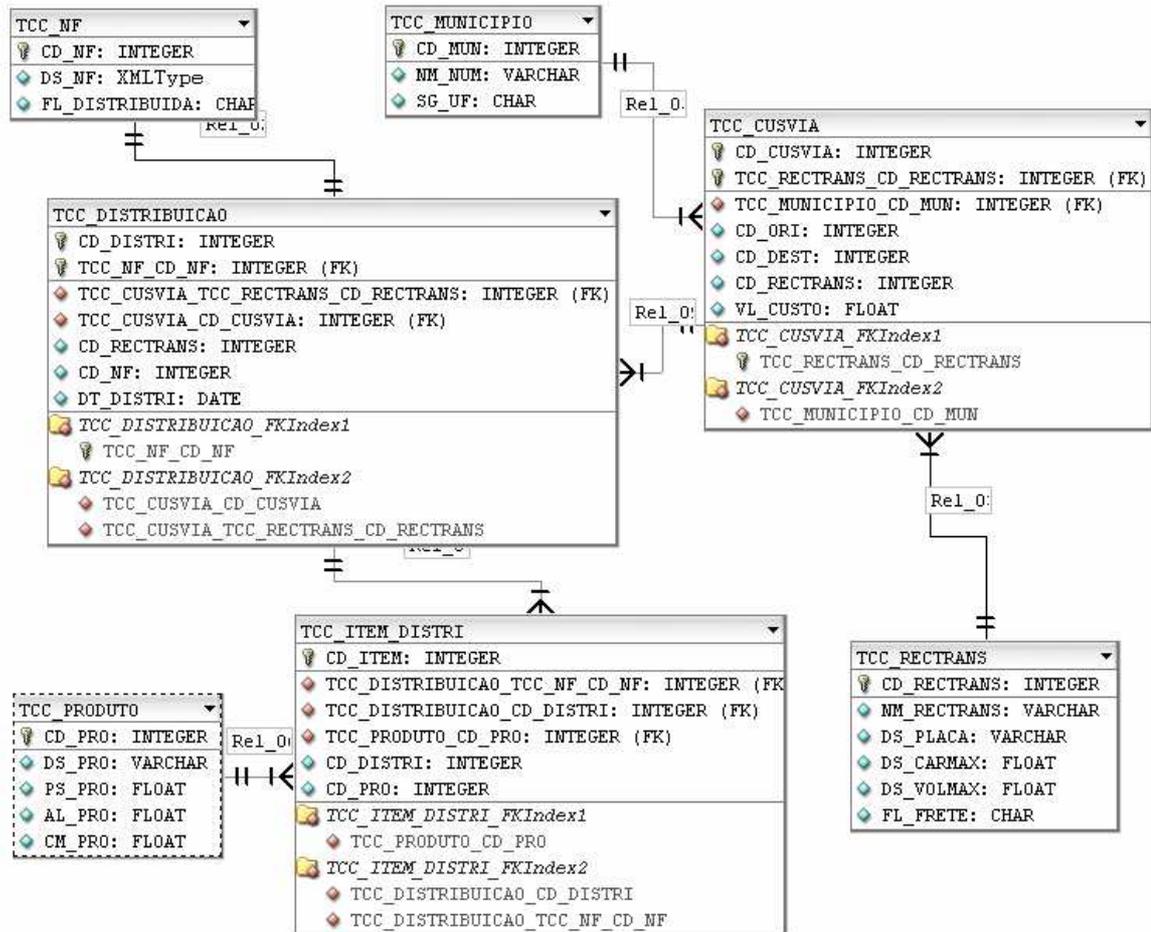


Figura 6 – Modelo Entidade Relacionamento

A partir da figura 6 é possível definir o dicionário de dados da seguinte forma:

tcc_município: tabela onde ficam armazenados dados referentes aos municípios utilizados no cadastro de custo de viagem.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_MUN	Código do município	INTEGER	05
NM_MUN	Nome do município	VARCHAR2	30
SG_UF	Sigla da Unidade Federativa	VARCHAR2	02
Chave Primária: CD_MUN			

Quadro 4 – Tabela de Municípios

tcc_nf: tabela onde ficam armazenadas dados referentes às notas fiscais importadas.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_NF	Código da nota fiscal	INTEGER	05
DS_NF	XML da Nota Fiscal	XMLType	-
FL_DISTRIBUIDA	Indica se a nota fiscal foi distribuída	VARCHAR2	1
Chave Primária: CD_NF			

Quadro 5 – Tabela de Notas Fiscais

tcc_cusvia: guarda dados referentes ao custo de viagem de um ponto à outro com determinado recurso de transporte.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_CUSVIA	Código do Custo de Viagem	INTEGER	05
CD_ORI	Código do Município de Origem	INTEGER	05
CD_DEST	Código do Município de Destino	INTEGER	05
CD_RECTRANS	Código do Recurso de Transporte	INTEGER	05
VL_CUSTO	Valor do Custo de Viagem	FLOAT	12,4
Chave Primária: CD_NF Chaves Estrangeiras: CD_ORI, CD_DEST, CD_RECTRANS			

Quadro 6 – Tabela de Custo de Viagem

tcc_produto: guarda dados referentes ao complemento do cadastro de produtos.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_PRO	Código do Produto	INTEGER	05
DS_PRO	Descrição do Produto	VARCHAR	30
PS_PRO	Peso do Produto	FLOAT	12,4
AL_PRO	Altura do Produto	FLOAT	12,4
CM_PRO	Comprimento do Produto	FLOAT	12,4
Chave Primária: CD_PRO			

Quadro 7 – Tabela de Produtos

tcc_rectrans: guarda dados referente aos recursos de transporte.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_RECTRANS	Código do Recursos de Transporte	INTEGER	05
DS_PLACA	Placa de Recurso de Transporte	VARCHAR	07
DS_CARMAX	Carga Máxima	FLOAT	12,4
DS_VOLMAX	Volume Máximo	FLOAT	12,4
FL_FRETE	Define se o recurso é do tipo fretamento	VARCHAR	01
Chave Primária: CD_RECTRANS			

Quadro 8 – Tabela de Recursos de Transporte

tcc_distribuição: tabela responsável pelo armazenamento de dados referentes a distribuição de mercadorias.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_DISTRI	Código da Distribuição	INTEGER	05
CD_RECTRANS	Código do Recurso de Transporte	INTEGER	05
CD_NF	Código da Nota Fiscal	INTEGER	05
DT_DISTRI	Data da Distribuição	DATE	
Chave Primária: CD_DISTRI Chaves Estrangeiras: CD_NF, CD_RECTRANS			

Quadro 9 – Tabela de distribuição

tcc_item_distri: guarda dados referente aos itens da distribuição.			
Campo	Descrição	Tipo	Tamanho
CD_ITEM	Código do Item	INTEGER	05
CD_DISTRI	Código da Distribuição	INTEGER	05
CD_PRO	Código do Produto	INTEGER	05
Chave Primária: CD_ITEM Chaves Estrangeiras: CD_DISTRI, CD_PRO			

Quadro 10 – Tabela de Itens de Distribuição

3.3 IMPLEMENTAÇÃO

A seguir é descrita a resolução do CSP, as técnicas e ferramentas utilizadas no desenvolvimento do sistema e uma apresentação das funcionalidades do mesmo.

3.3.1 Resolução do CSP

É utilizada a técnica de CSP, através da biblioteca Choco, para resolução da distribuição de mercadorias entre os recursos de transporte disponíveis. Para resolver-se este problema utilizando-se a biblioteca Choco, é necessário instanciar um Objeto do tipo *Problem*. As variáveis, neste caso produtos a serem entregues, são através do método *makeEnumIntVar*, os parâmetros para esta criação vem da classe Produto. O domínio, recursos de transporte disponíveis, é adicionado no CSP através do método *makeConstantIntVar* passando como parâmetro um *array* de recursos de transporte disponíveis. A restrição, que é a carga máxima suportada pelo recurso, é atribuída em seguida através do método *post* do objeto *Problem*. A restrição impede que se aloque em um recurso de transporte um peso que ultrapasse a carga máxima suportada. O Problema é resolvido através o método *solve*. O código da Figura 7 implementa as etapas descritas.

```

private boolean chocoDistribui(){
    Problem p = new Problem();
    choco.integer.IntDomainVar[] produto = new choco.integer.IntDomainVar[100];
    choco.integer.IntDomainVar[] recurso = new choco.integer.IntDomainVar[100];
    ArrayList<Produto> alpha = produtos;
    ArrayList<Rectrans> beta = recursos;
    int i = 1;
    int n = 1;
    for(Produto pro : alpha){
        produto[i] = p.makeEnumIntVar("pro",pro.getNf(),pro.getPeso());
        n = i;
        i++;
    }
    int j = 1;
    for(Rectrans rec : beta){
        recurso[i] = (IntDomainVar) p.makeConstantIntVar("rec",rec.getCarmax());
        j++;
    }
    for(i = 0;i < n;i++){
        p.post(p.lt(produto[i],recurso[j]));
    }
    return p.solve();
}

```

Figura 7 – Resolução do CSP

3.3.2 Técnicas e ferramentas utilizadas

3.3.2.1 UML – Unified Modeling Language

Bezerra (2002) afirma que a UML é uma linguagem visual para modelar sistemas orientados a objetos. A UML constitui-se de elementos gráficos que permitem representar os conceitos da orientação a objetos com diagramas que representam diversas perspectivas de um sistema. A UML também é independente tanto de linguagens de programação quanto de processos de desenvolvimento, o que significa que ela pode ser utilizada para a modelagem de sistemas não importando qual a linguagem será utilizada na implementação dos mesmos.

A UML permite que desenvolvedores visualizem os produtos de seu trabalho em diagramas padronizados. Junto com uma notação gráfica, a UML também especifica significados, isto é, semântica (WIKIPEDIA.ORG, 2006).

3.3.2.2 Eclipse

Eclipse é uma ferramenta aberta para desenvolvimento de software. O Projeto eclipse foi iniciado pela IBM que desenvolveu a primeira versão do produto. Em novembro de 2001 é criada a fundação eclipse para a qual foi doado o código fonte do projeto. Esta fundação é responsável por manter a ferramenta supervisionada por um comitê gestor de projetos. Hoje Eclipse é a ferramenta Java mais utilizada em todo o mundo.

Na figura 8 é apresentada a visão da ferramenta eclipse.

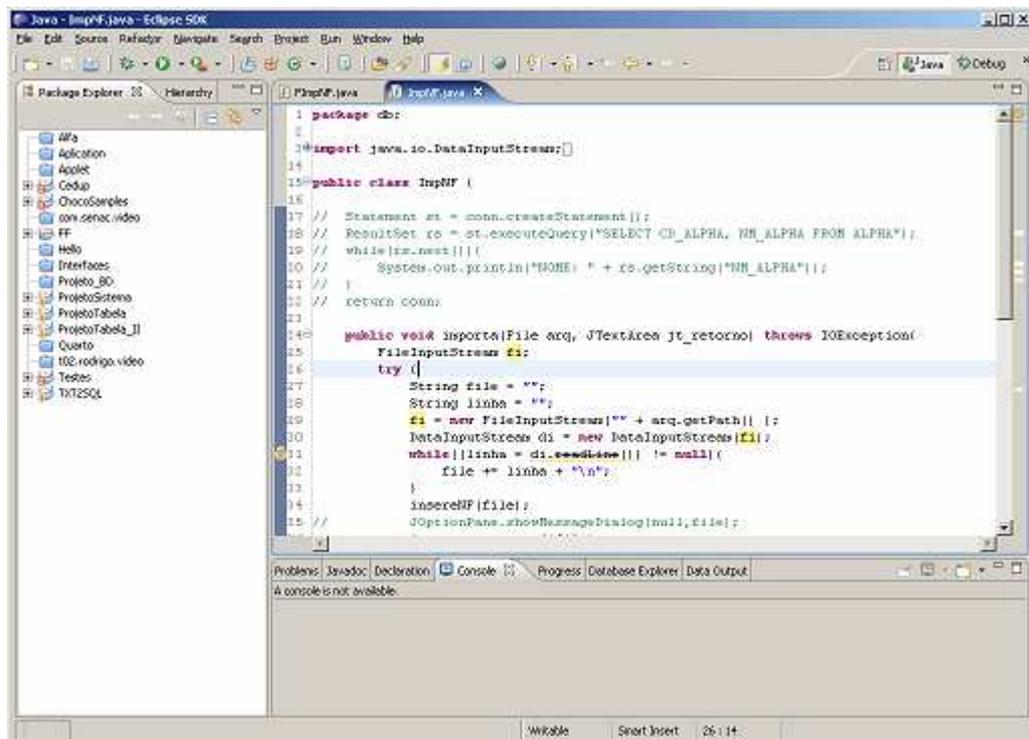


Figura 8 – Visão da IDE Eclipse

3.3.2.3 Oracle

Oracle é um SGBD (sistema gerenciador de banco de dados) que surgiu no final dos anos 70, quando Larry Ellison vislumbrou uma oportunidade que outras companhias não

havam percebido, quando encontrou uma descrição de um protótipo funcional de um banco de dados relacional e descobriu que nenhuma empresa tinha se empenhado em comercializar essa tecnologia (WIKIPEDIA.ORG, 2006).

Um banco de dados Oracle é uma coleção de dados em um ou mais arquivos. O banco de dados contém estrutura física e lógica. A medida que desenvolve-se uma aplicação criam-se estruturas como tabelas e índices para guardar registros e rapidamente obter seu valor. Pode-se criar sinônimos para nomes de objetos, visualizar objetos em diferentes bases de dados e restringir acesso à objetos. Pode-se utilizar tabelas externas para acessar arquivos fora do banco de dados como se as linhas do arquivo fossem registros de uma tabela (LONEY, 2004).

3.3.2.4 XMLType

O XMLType é um tipo de objeto nativo do servidor de banco de dados Oracle. Ele permite que o banco de dados entenda que uma coluna ou uma tabela contém documentos XML. O XMLType também provê métodos que permitem operações comuns, como validação de esquema (`schemaValidate()`) e transformações XSLT1 (`transform()`), sejam realizadas no conteúdo XML (MASSARO e FORNARI, 2005).

3.3.3 Operacionalidade da implementação

O sistema desenvolvido tem como objetivo definir a melhor forma de distribuir-se mercadorias a serem entregues entre os recursos de transporte disponíveis, visando uma melhor alocação da carga no recurso de transporte e o envio de recurso com menor custo de viagem.

Esta seção apresenta o sistema desenvolvido descrevendo as funcionalidades de cada tela. Para melhor entendimento das técnicas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, as telas são apresentadas com uma pequena descrição de sua funcionalidade.

A figura 9 apresenta a tela principal do sistema de onde são chamadas as demais telas.

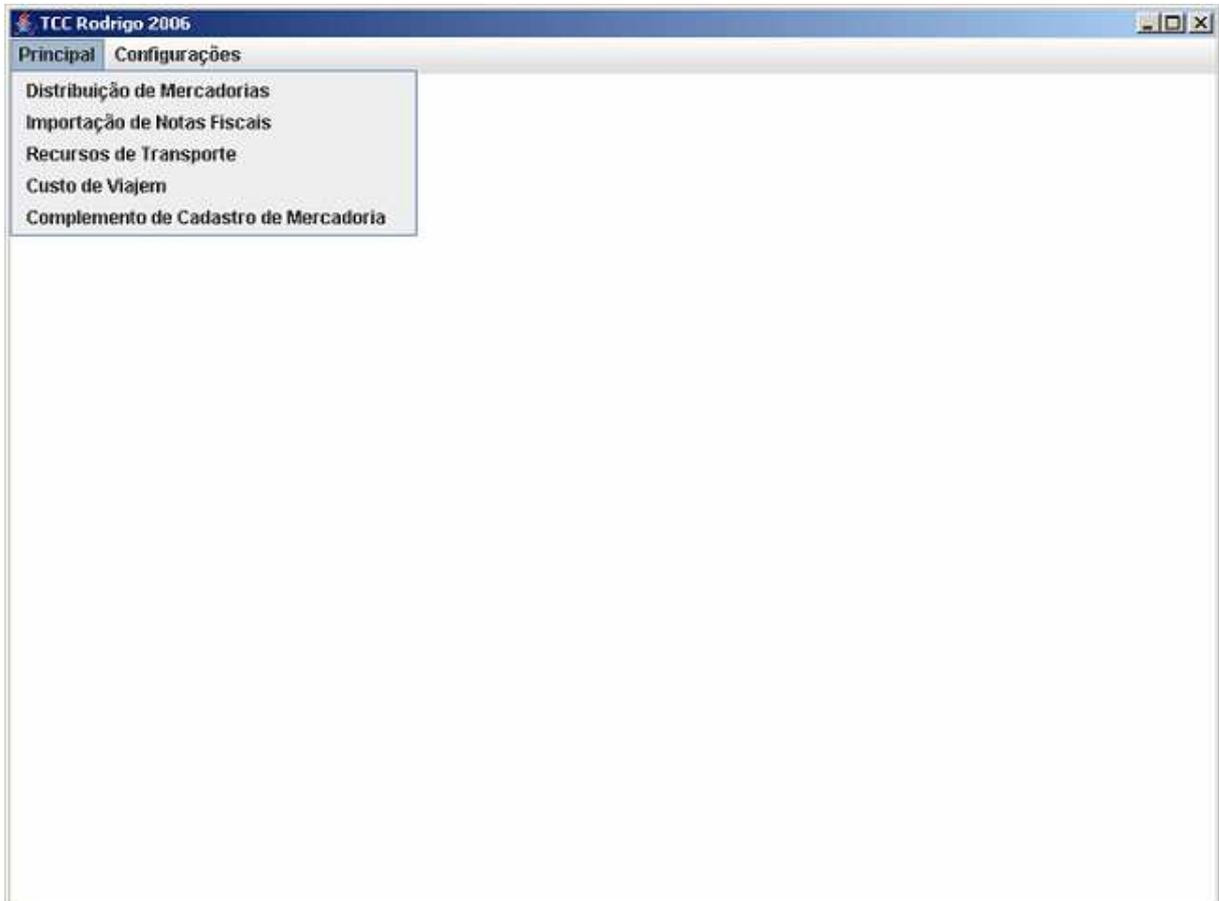
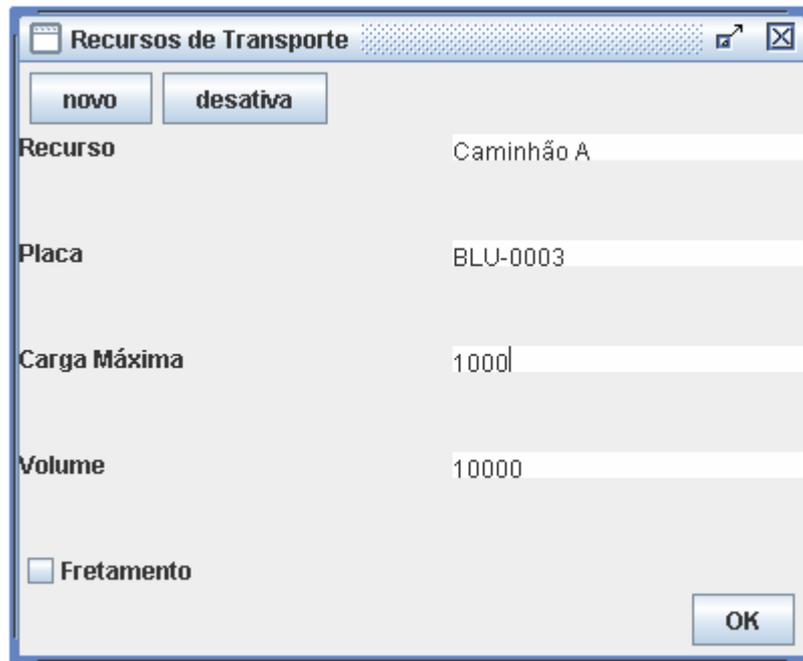


Figura 9 – Tela principal do sistema

A Figura 10 ilustra o cadastro de recursos de transporte as informação aqui cadastradas serão utilizadas na rotina de distribuição das mercadorias bem como na tela onde informa-se o custo de viagem com determinado recurso.



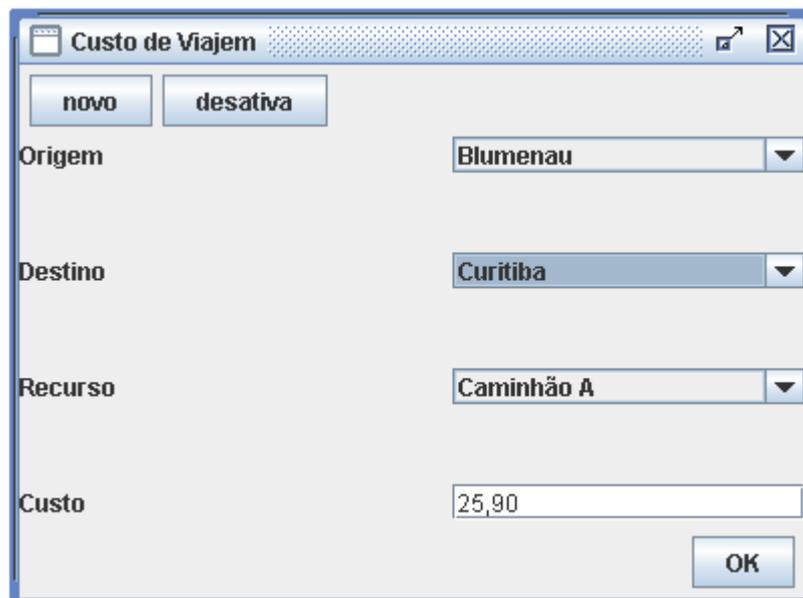
Recurso	Caminhão A
Placa	BLU-0003
Carga Máxima	1000
Volume	10000

Fretamento

OK

Figura 10 – Cadastro de recursos de transporte

A figura 11 apresenta a tela onde informa-se o custo de viagem de uma ponto A até um ponto B com determinado recurso de transporte. Essa informação é relevante para que envie-se o recurso de menor custo sempre que possível de acordo com a capacidade de carga e os itens a serem entregues.



Origem	Blumenau
Destino	Curitiba
Recurso	Caminhão A
Custo	25,90

OK

Figura 11 – Cadastro de custo de viagem

A tela de importação de notas fiscais é apresentada na figura 12. Imagina-se que essas notas fiscais venham de um sistema de gestão qualquer por isso são importadas para o sistema desenvolvido no formato XML, bastando para isso que o sistema de gestão disponibilize a nota fiscal no formato aceito pelo sistema desenvolvido.



Figura 12 – Importação de notas fiscais

As notas fiscais ficam armazenadas dentro do sistema no formato XML, estão dentro de um campo do tipo XMLType do banco de dados Oracle. A figura 13 mostra um exemplo de comando SQL utilizado para recuperar do banco de dados informações do campo XMLType e seu resultado logo abaixo.

```

SQL> SELECT EXTRACTVALUE(VALUE(PRO), 'PRODUTO') AS PRODUTO
2     FROM TCC_NF,
3         TABLE(XMLSEQUENCE(EXTRACT(NOTA, '/NF/ITEM/PRODUTO'))) PRO
4     /

PRODUTO
-----
PRODUTO ALPHA
PRODUTO BETA

```

Figura 13 – Comando SQL que retorna informações do campo tipo XMLType

Na figura 14 aparece a tela principal do sistema, onde selecionadas as notas fiscais e recursos de transporte utilizados o sistema faz a distribuição das mercadorias contidas nas notas fiscais. Baseando-se no custo de viagem de cada recurso o sistema define qual recurso irá para determinada localidade.



Figura 14 – Tela de distribuição de mercadorias

O processo de distribuição de mercadorias utiliza-se da técnica de CSP, onde as mercadorias a serem entregues são as variáveis, os recursos de transporte representam domínios e a restrição é a carga máxima suportada pelo recurso. Para definir-se qual recurso deve ser enviado para determinada localidade são utilizadas as informações do cadastro de custo de viagem.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado deste trabalho foi o desenvolvimento de um sistema de informação para logística de distribuição, o qual foi atingido e foi desenvolvido sobre a plataforma Java e o banco de dados Oracle de acordo com os requisitos não funcionais. Já em relação a distribuir mercadorias a serem entregues entre os recursos e transporte disponíveis, foi atingido utilizando-se da técnica de CSP através da biblioteca Choco. Para a identificação de acordo com o custo de viagem qual recurso deve ser enviado foi implementado através de uma cadastro em que informa-se o custo de viagem de um ponto à outro com determinado recurso de transporte, auxiliando na decisão na tela de distribuição de mercadorias.

A utilização da biblioteca Choco na resolução de problemas de CSP ligados à logística de distribuição foi avaliada atendendo ao objetivo específico. Essa biblioteca foi utilizada na rotina de distribuição de mercadorias parte fundamental do sistema. Pode-se ressaltar que foi bastante eficaz na resolução de problemas ligados à logística de distribuição.

Quanto aos trabalhos correlatos este difere-se uma vez que é focado na distribuição logística de mercadorias enquanto outros são focados na fase de roteirização do processo logístico. Ainda difere-se pelo fato de resolver problemas relacionados à logística de distribuição utilizando-se da técnica de CSP através da biblioteca Choco.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou uma introdução aos Sistemas de informação, à logística de distribuição, ao CSP e à biblioteca Choco para resolução de CSP.

Os objetivos gerais e específicos deste trabalho foram alcançados através da utilização da biblioteca Choco para resolução de CSP aplicado à problemas relacionados a logística de distribuição.

Conclui-se que sistemas de informações são de extrema importância quando utilizados para resolução de problemas relacionados à logística e que a biblioteca Choco é bastante eficaz na resolução de problemas modelados como um CSP e também para problemas ligados à logística de distribuição.

O pequeno conhecimento em logística foi uma fonte de estímulo para buscar mais informações sobre o tema e acreditar no quanto esta área pode ser auxiliada por um sistema de informação.

Este trabalho foi fundamental para o crescimento e geração do conhecimento, fazendo-se com que fosse despertada a vontade de buscar novos caminhos e soluções para problemas relacionados à logística de distribuição.

4.1 EXTENSÕES

Sugere-se que em extensões desse trabalho ou em trabalhos futuros que abordem o mesmo tema, complemente-se a rotina de distribuições de mercadorias utilizando-se do volume da mercadoria como variável de restrição.

É possível ainda estender esse trabalho criando rotinas de roteirização, deixando o sistema mais completo, uma vez que o mesmo apenas sugere a utilização do recurso de transporte de menor custo para a rota informado pelo usuário.

REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição. São Paulo: Atlas, 1993.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Planejamento e logística empresarial. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2003.

BEZERRA, Eduardo. **Princípios de análise e projeto de sistemas com UML**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

BOWERSOX, Donald J; CLOSS, David J. **Logística empresarial**: o processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Atlas, 2001.

BRUNS, Mauricio. **Aplicação da técnica de Satisfação de restrições distribuídas no sincronismo de semáforos e uma malha viária**. 2005 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

CHOCO.SOURCEFORGE.NET. **Choco**. [S.l.], 2006. Disponível em:
<<http://choco.sourceforge.net/index.html>>. Acesso em: 6 jun. 2006.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pioneira, 1997.

Cobra, M.H.N. **Marketing Básico: Uma perspectiva brasileira**. São Paulo: Editora Atlas, 1989

DALFOVO, Oscar. **Sistemas de informação**: estudos e casos. Organizador Oscar Dalfovo. Blumenau: Acadêmica, 2004.

Eiben, A. E. & Ruttkay, Z. **Constraint-Handling Techniques**, in Back, T., Fogel, D.B. & Michalewicz, Z. (eds.) *Handbook of Evolutionary Computation*, Oxford University Press, 1997.

FARAH JÚNIOR, Moisés. Os desafios da logística e os centros de distribuição física. **FAE Business**. Curitiba, v 2., n.2, p. 44 - 46, jun. 2002. Disponível em: <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n2_junho_2002/gestao5_os_desafi_os_da_logistica_e_os_centros.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2006.

FURLAN, José Davi. **Modelagem de objetos através da UML: the unified modeling language**. São Paulo: Makron Books, 1998.

GRANVILLIERS L.; Monfroy E. **Implementing Constraint Propagation by Composition of Reductions**. In: International Conference on Logic Programming, 19. 2003, Mumbai, India. LNCS 2916. p. 300-314 Disponível em: <<http://www.sciences.univ-nantes.fr/info/perso/permanents/granvil/papers/gmiclp03.pdf>> Acesso em: 01 jun. 2006.

JOHNSON, J., WOOD, D.F, WARDLOW, D.L. MURPHY, P.R. **Contemporary Logistics**. USA: Prentice Hall, 1998.

LAUDON, Kenneth C; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação com Internet**. Tradução de: Information systems and the Internet. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, c1999.

LAUDON, Kenneth C; LAUDON, Jane Price. **Sistemas de informação gerenciais: administrando a empresa digital**. 5. ed. São Paulo : Pearson Brasil, 2003. xx, 562 p. Tradução de: Essentials of management information systems.

LONEY, Kevin. **Oracle Database 10g: the complete reference**. New York : Osborne McGraw-Hill, 2004.

MARRIOTT, Kim; STUCKEY, Peter J. **Programming with constraints: an introduction**. Cambridge : MIT, c1998.

MASSARO, G.A.; FORNARI, M.R. **Evolução de Esquemas e Documentos XML no Oracle XML DB**, Escola Regional de Bancos de Dados, Abril 8-9, Porto Alegre/RS. Anais, 2005.

MENDES, Osmar. **Estudo dos atributos e procedimentos operacionais básicos de um transportador rodoviário de cargas e de um operador logístico**. 2003. 141f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Regional de Blumenau.

NOVAES, A. G. N.; ALVARENGA, A. C. **Logística aplicada: suprimento e distribuição**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1994. 268 p.

O'BRIEN, James A. **Sistemas de informação: e as decisões gerenciais na era da internet**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

ROSA, Viviane B. **Sistema para logística de distribuição**. 2005 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

RUSSELL, S.; NORVING, P. **Artificial intelligence: a modern approach**. 2. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2003. 1080 p.

SUCUPIRA, I. R. **Programação por propagação de restrições: teoria e aplicações**. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.ime.usp.br/~igorrs/ic/relatorio/relatorio.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2006.

TSANG, E. **Foundations of constraint satisfaction**. London: Academic Press Limited, 1993.

WIKIPEDIA.ORG. **Oracle**. [S.l.], 2006. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Oracle>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

WIKIPEDIA.ORG. **UML**. [S.l.], 2006. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/UML>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

APENDICE A – Detalhamento dos casos de uso

UC01 – Mantém de recursos de transporte

Mantém cadastro de recursos de transporte

Cenários

Cadastra Recurso {Principal}.

1. O usuário chama formulário de cadastro de recursos de transporte.
2. O sistema apresenta formulário para cadastro de recursos de transporte.
3. O usuário opta por incluir um novo recurso.
4. O usuário informa o nome do recurso, placa, volume e peso de carga e confirma.
5. O sistema valida os dados e efetua a gravação do recurso.
6. O sistema volta ao passo 2.

Edita Recurso {Alternativo}.

No passo 3 o usuário pode optar por editar o cadastro de um recurso.

- 2.1 O sistema apresenta o formulário para edição dos dados recurso preenchida com as informações do recurso selecionado.
- 2.2 O usuário preenche as informações e confirma.
- 2.3 Retorna ao passo 5.

Desativa Recurso {Alternativo}.

No passo 3 o usuário pode optar por desativar um recurso.

- 2.1 O sistema seta a flag para desativar recurso.

UC02 – Importação de Notas Fiscais

Importação de Notas Fiscais no formato XML

Cenários

Importa Notas Fiscais {Principal}.

1. O usuário chama formulário de importação de Notas Fiscais.
2. O sistema exibe formulário de importação de Notas Fiscais.
3. O usuário seleciona o arquivo que deseja importar.
4. O sistema importa nota fiscal e seus itens para a base de dados

Formato de Arquivo inválido {Exceção}

O em caso no passo 3 o arquivo selecionado não tiver o formato requerido pelo sistema o sistema exibe mensagem de erro e cancela a operação.

UC03 – Complemento do Cadastro de Mercadorias

Complemento do cadastro de mercadorias

Cenários

Complementa Cadastro {Principal}.

1. O usuário chama formulário de complemento de cadastro.
2. O sistema exibe o formulário de complemento de cadastro.
3. O usuário seleciona uma nota fiscal.
4. O sistema exibe os itens de nota fiscal para complemento de cadastro.
5. O usuário seleciona um item.

6. O sistema exibe formulário contendo dados do item destacando os dados do item que não foram informados na Nota Fiscal, porém necessários para o sistema.
7. O usuário complementa o cadastro de mercadorias e confirma.
8. O sistema valida e grava no banco de dados.

UC04 – Distribuição lógica das mercadorias

Distribuição lógica das mercadorias entre os recursos.

Cenários

Distribuição {Principal}.

1. O usuário chama formulário de distribuição.
2. O sistema exibe o formulário de distribuição contendo notas fiscais e recursos disponíveis.
3. O usuário seleciona notas fiscais e recursos que deseja utilizar e confirma.
4. O sistema distribui de maneira lógica utilizando CSP as mercadorias a serem entregues entre os recursos selecionados.

UC05 – Mantém custo de viagem

Cadastro de rotas e custos.

Cenários

Cadastro de rotas {Principal}.

1. O usuário chama formulário de cadastro de custo de viagem.
2. O sistema exibe o formulário de cadastro de custo de viagem.
3. Informa a origem, destino, recurso e custo e confirma.
4. O sistema valida os dados e grava no banco de dados.