



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) **PI0708099-9 A2**

(22) Data de Depósito: 21/02/2007
(43) Data da Publicação: 17/05/2011
(RPI 2106)



(51) *Int.Cl.:*
G06Q 10/00

(54) Título: **MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA GERAR UMA PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE, SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE, SISTEMA DE TRANSPORTE, E, ELEMENTO DE PROGRAMAÇÃO PARA UM COMPUTADOR**

(30) Prioridade Unionista: 21/02/2006 US 60/774623, 03/05/2006 US 60/797413, 11/01/2007 US 60879831

(73) Titular(es): Dynamic Intelligence Inc

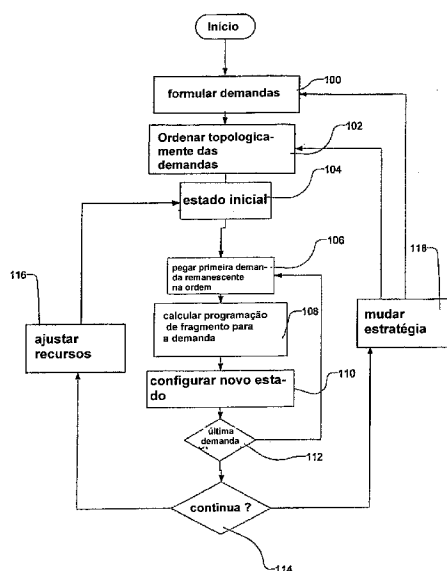
(72) Inventor(es): H. Roy Miller

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT US2007004382 de 21/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/098161 de 30/08/2007

(57) Resumo: MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA GERAR UMA PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE, SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE, SISTEMA DE TRANSPORTE, E, ELEMENTO DE PROGRAMAÇÃO PARA UM COMPUTADOR. Métodos para programar uma operação de transporte tal como a operação de uma companhia de linha aérea. O método seleciona de forma desejável uma demanda (100) para transporte especificando uma origem, um destino, e tempo de chegada ou de partida e seleciona recursos de um banco de dados de recursos disponíveis tal como aeronave (508), tripulação, e portões de embarque. A seleção de recursos é conduzida de forma desejável a fim de otimizar uma função de resultado tal como contribuição à margens ou outro resultado financeiro da operação particular especificada na demanda. Quando do desenvolvimento de um fragmento de programação (108), os recursos especificados são comprometidos, e o banco de dados de recursos disponíveis é modificado (110) para indicar que os recursos não estão mais disponíveis nos tempos relevantes. O sistema então trata outra demanda e repete o processo a fim de desenvolver uma programação completa.



“MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA GERAR
UMA PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE,
SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE
TRANSPORTE, SISTEMA DE TRANSPORTE, E, ELEMENTO DE
5 PROGRAMAÇÃO PARA UM COMPUTADOR”

REFERÊNCIA CRUZADA PARA APLICAÇÕES RELACIONADAS:

Esta aplicação reivindica os benefícios de datas de depósito do
pedidos de patente provisórios U.S. Nos. 60/774.623, depositado em 21 de
fevereiro de 2006; 60/797.413, depositado em 3 de maio de 2006; e
10 60/879.831, depositado em 11 de janeiro de 2007, as divulgações que são com
isto incorporadas aqui para referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente aplicação se relaciona aos métodos e sistemas para
programar operações de transporte.

15 CONHECIMENTO DA INVENÇÃO

Companhias de transporte tal como companhia de linhas
aéreas que enfrentam problemas em configurar programações. Uma
programação que especifica quais veículos e tripulação estão para fazer
viagens em tempos específicos precisa levar em conta da disponibilidade de
20 veículos a serem usados na operação e as tripulações para operar os veículos,
assim como a disponibilidade de recursos fixos tal como portões de aeroporto.
Cada um desses recursos tipicamente é governado por configurações
complexas de regras que levam em conta fatores tal como a necessidade de
configurar tempos a parte para manutenção de aeronave; as qualificações de
25 diferenciação dos diferentes pilotos e as limitações de tempo de trabalho dos
membros da tripulação configuradas por regulamentações governamentais ou
acordos com o sindicato dos trabalhadores.

O sistema de programação pode iniciar com uma lista de
operações, tal como uma lista de vôos á acontecerem em horas específicas

entre aeroportos específicos, e tentar encontrar uma programação que vai ter aeronave apropriada disponível para todas as operações, então tentar programar as tripulações necessárias, e assim por diante. O processo de configurar a programação efetiva é de forma geral, separada do processo de determinar que rotas voar em que horas. Isto tipicamente conduz ao uso não ótimo dos recursos. Por exemplo, tipicamente não há realimentação que poderia levar a companhia de linha aérea a reconhecer que uma pequena mudança em uma hora de partida de um voo poderia permitir a companhia de linha aérea usar um avião para um outro voo, tal que um avião fique ocioso a um custo de milhares de dólares por hora.

Seria desejável derivar uma programação otimizada para uma companhia de linha aérea ou outra operação de transporte, levando em conta ambas variáveis financeiras tal como os receita esperados de cada voo e restrições impostas pelos recursos tal como aeronave disponível. Em uma primeira consideração, poderia ser visto que alguém poderia derivar uma programação ótima aplicando técnicas de programação linear convencionais para tratar todas as variáveis na programação e encontrar a programação que fornece o retorno financeiro líquido máximo. Contudo, é impossível determinar uma programação ótima para uma companhia de linha aérea ou outra companhia de transporte de qualquer tamanho através de técnicas matemáticas convencionais. Para uma companhia de linha aérea com 100 aviões atendendo à 200 voos por dia, mesmo assumindo que as horas de voo são fixas e ignorando os diferentes arranjos de tripulação possíveis, existem 20.000 possibilidades de voar em aeronave particular em voos particulares no primeiro dia. Por causa da reposição de aeronave do primeiro dia em diferentes aeroportos, cada possibilidade para o primeiro dia conduz a uma diferente configuração de 20.000 possibilidades para o segundo dia, tal que uma programação de dois dias iria incluir $(20.000)^2$ ou 400.000.000 possibilidades, e uma programação de três dias iria incluir $(20.000)^3$ ou

8.000.000.000 de possibilidades e assim por diante. Para selecionar uma programação ótima para um mês ou dois requer exame de um numero essencialmente infinito de possibilidades, e está além da capacidade de mesmo dos mais poderosos computadores. Colocado de uma forma, o
5 problema de derivar uma programação ótima pertence a uma classe de problemas matemáticos referido como “NP-hard”, tal que a carga computacional aumenta exponencialmente com o número da aeronave, tripulação e outro elementos a serem contabilizados pela programação.

Independente do esforço considerável devotado ao problema
10 de programar para a companhia de linha aéreas e outras companhias de transporte, nenhum sistema satisfatório de verdade tem sido doravante desenvolvido. Em particular, é estimado que usando as melhores técnicas correntes, as companhias de linha aéreas gastam aproximadamente por cento de seus receita devido à ineficiências resultante de programação pobre. Assim
15 sendo, antes da presente invenção, tem havido umas necessidades não satisfeitas substanciais para melhoras em programar.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Um aspecto da invenção fornece métodos implementados por computador de gerar programações para a operação de transporte. Método de
20 acordo com este aspecto da invenção usa, de forma desejável, uma lista ordenada de uma grande quantidade de demandas para transporte entre uma grande quantidade de origens e uma grande quantidade de destinações, cada demanda sendo associada com uma origem, uma destinação e uma hora de partida ou de chegada. O método usa, de forma desejável, um computador
25 para configurar um fragmento de programação para satisfazer uma das demandas na lista ordenada. O estágio de configurar o fragmento de programação incluindo atribuir recursos de uma ou mais listas de recursos disponíveis. por exemplo, no caso de uma companhia de linha aérea, o estágio de configuração um fragmento de programação mais comumente inclui

designar a particular aeronave, tripulação e aeroporto portão. O método de acordo com este aspecto da invenção inclui, de forma desejável, modificar a uma ou mais listas de recursos disponíveis para indicar um estado revisado com base no uso de recursos no estágio de configuração da programação. O método mais preferencialmente também inclui o estágio de repetir as etapas de configuração de um fragmento de programação e modificar as listas de recursos disponíveis que essas etapas são efetuadas para a grande quantidade de demandas de acordo com a ordem das demandas na lista e tal que o estágio de configurar um fragmento de programação para cada demanda é efetuado usando o estado resultante do estágio de modificar para a próxima demanda prévia.

Um outro aspecto da invenção fornece métodos adicionais de gerar programações para operações de transporte. O método de acordo com este aspecto da invenção usa, de forma desejável, uma lista de uma grande quantidade de demandas para transporte entre uma grande quantidade de origens e uma grande quantidade de destinações, cada demanda sendo associada com uma origem, uma destinação e uma hora de partida e de chegada, e também usa uma ou mais listas de veículos incluindo identidades de grande quantidade de veículos e informação especificando localização de cada veículo versus hora. O método de acordo com este aspecto da invenção usa, de forma desejável, um computador para selecionar um veículo a partir de um ou mais veículos identificados na lista de veículos, selecionar uma das demandas de uma lista das demandas e configurar um fragmento de programação para satisfazer as demandas selecionadas designando o veículo selecionado para a demanda selecionada. Aqui de novo, o método inclui, de forma desejável, modificar a uma ou mais listas de veículos e a lista de demandas para indicar um estado revisado com base no uso de veículos e demandas no estágio de configuração de um fragmento de programação. O método de acordo com este aspecto da invenção inclui, de forma desejável,

repetir essas etapas tal que as etapas de seleção e de configuração de fragmentos de programação são efetuadas para uma grande quantidade de demandas e tal que essas etapas são efetuadas para cada repetição usando o estado resultante do estágio de modificação da próxima repetição prévia.

5 Como ainda discutido abaixo, modalidades preferidas de métodos de acordo com esses aspectos da invenção podem rapidamente produzir programações realísticas usáveis, mesmo para uma operação de transporte complexa tal como uma grande companhia de linha aérea.

10 Ainda aspectos da invenção fornecem sistemas de computador e elementos de programa de computador para implementar métodos de programação, como discutido acima, e sistema de transportes usando tais métodos de programação.

DESCRIÇÃO BREVE DOS DESENHOS

15 FIG. 1 é um fluxograma, de forma esquemática, descrevendo certos elementos no método de acordo com uma modalidade da invenção.

FIG. 2 é um fluxograma parcial descrevendo outros elementos no método da FIG. 1.

FIG. 3 é um apresentação gráfica de dados de carga de passageiros históricos.

20 FIG. 4 é uma representação em diagrama de certos dados de carga de passageiros prognosticados abstraídos a partir dos dados da FIG. 3.

FIG. 5 é um fluxograma parcial ainda descrevendo etapas do método mostrado nas FIGS. 1 e 2.

25 FIG. 6 é um outro fluxograma parcial descrevendo uma das etapas da FIG. 5 em maiores detalhes.

FIG. 7 é ainda um fluxograma parcial descrevendo uma outro estágio mostrado na FIG. 5 em maiores detalhes.

FIG. 8 é ainda um outro fluxograma parcial descrevendo um estágio adicional mostrada na FIG. 5 em maiores detalhes.

FIG. 9 é um gráfico em diagrama de carga de passageiros esperada versus tempo de partida.

FIG. 10 é uma vista, em forma de diagrama, de um processo usados no método das FIGS. 1-9.

5 FIG. 11 é ainda um fluxograma parcial descrevendo certas etapas usadas no método das FIGS. 1-10.

FIG. 12 é ainda um outro fluxograma parcial descrevendo uma das etapas mostradas na FIG. 11.

10 FIG. 13 é um fluxograma, em forma de diagrama, descrevendo um processo de acordo com uma modalidade adicional da invenção.

FIG. 14 é uma representação esquemática de um sistema de computador e sistema de transporte, usados em uma modalidade da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

15 Um processo de acordo com uma modalidade da presente invenção é mostrado em forma geral na FIG. 1. O processo começa formulando um conjunto de nós de demanda, i. e., demandas para operações de transporte associadas com datas e horas particulares no futuro. No exemplo discutido aqui, um nó de demanda representa demandas para passageiros de vôos de companhia de linha aérea, mas outras operações de transporte podem

20 ser tratadas de forma similar. Em adição para a data, hora de partida, origem, destinação, e número de passageiros esperados em cada classe, os dados definindo maioria de cada nó demanda inclui, de forma desejável, dados adicionais associados com os resultados a serem alcançados encontrando uma demanda, como por exemplo, uma contribuição ideal para margem de

25 operação (“CTM”) ou outro resultado financeiro da companhia de linha aérea de uma operação coincidindo com a demanda usando a melhor aeronave possível na hora exata especificada na demanda; receita esperada por passageiros em cada classe de serviço; uma indicação como para se a operação denotada pelo nó de demanda serve como um alimentador para

encaminhar tráfego para outras operações no sistema; e outro fatores discutido abaixo. O sistema pode fornecer resultados usáveis com os nós de demanda formulados de acordo com qualquer esquema razoável. Contudo, é altamente desejável formular as demandas de acordo com um processo tal como um processo de formulação de nó de demanda ainda discutido abaixo.

No próximo estágio 102 do processo, as demandas são colocadas em uma ordem, referida aqui como uma ordem “topológica”. Esta ordem define a ordem na qual as demandas serão tratadas pelo sistema na operação de programação. O estágio de ordenar etapa é efetuada principalmente ordenando as demandas de acordo com uma ou mais chaves de ordenação, cada tal chave de ordenação sendo com base em um ou mais elementos dos dados associados com um nó de demanda. Por exemplo, um nó de demanda pode ser ordenado por data e hora de partida, com ou sem outros fatores tal como contribuição esperada para CTM. De forma alternativa, a origem e destinação de um nós de demanda podem ser usados como chaves de ordenação, tal que vôos entre cidades particulares são colocados na ordem mais alta.

Uma vez que as demandas forem colocadas na ordem no estágio 102, o sistema começa com um estado de sistema inicial assumido. Este estado de sistema inclui dados definindo disponibilidade de recursos que são requeridos para efetuar as operações de transporte. Esses recursos incluem recursos móveis tais como aeronave ou outros veículos usado na operação; e membros de tripulação, assim como recursos fixos que podem ser associados como pontos de origem ou pontos de destinação, como por exemplo, portões de aeroportos. O sistema então trata as demandas em ordem de acordo com a ordenação topológica designada no estágio 102. Assim sendo, no estágio 106, o sistema simplesmente pega a primeira demanda no topo da lista ordenada, e trabalha com aquela demanda no estágio 108 para calcular um fragmento de programação para aquela particular demanda. O processo de calcular o

fragmento de programação envolve, seleção de recursos a ser aplicada para coincidir com a demanda in tal uma maneira como para produzir um resultado factível, e, de forma desejável, o melhor resultado obtido dado o estado do sistema. Por exemplo, o sistema pode procurar seleccionar uma particular aeronave e tripulação que irá conduzir ao melhor resultado da operação, tal como a melhor CTM, para o particular segmento. Deve ser apreciado que otimização do fragmento de programação para uma operação particular é um problema relativamente simples; o número de possibilidades para um dado nó de demanda é delimitado pelo número de recursos disponíveis no sistema, e não cresce com o número de nós de demanda. O processo de calcular o fragmento de programações pode incluir adaptação. Como discutido abaixo, o termo “adaptação” como usado aqui se refere ao ajuste das suposições iniciais aplicadas em uma seleção ou processo de otimização. Por exemplo, enquanto a demanda pode especificar um voo saindo de Cleveland às 6:00 p.m. com capacidade para 150 passageiros, o processo de configurar um fragmento de programação inclui examinar os resultados que poderiam ser alcançados partindo em horas um pouco mais tarde, ou com aeronave menor, ou ambos.

Uma vez que o sistema seleccionou um factível e, mais preferencialmente, ótimo conjunto de recursos a ser aplicado para a particular demanda sob consideração, os recursos são compromissados para a particular demanda sendo tratada. Isto resulta em configurar um novo estado de sistema no estágio 110. Assim sendo, uma lista de que aeronave está disponível em que horas é modificada para indicar que a aeronave designada para uma demanda tratada no estágio 108 pode não mais ser considerada disponível na data e hora considerados no estágio 108. De forma similar, os membros da tripulação designados para a particular demanda tratada no estágio 108 não irão estar mais disponíveis, e assim por diante. O sistema então cicla de volta para o estágio 106, onde quando o sistema trata a próxima demanda agora no topo da lista. Assim sendo, em cada ciclo, o sistema considera uma demanda e

tenta encontrar uma configuração factível de recursos para aquela demanda, e mais, de forma desejável, um conjunto ótimo de recursos. Este processo continua até todos os nós de demanda terem sido processados, no estágio 112.

Como colocado acima, durante calculo do fragmento de programação para cada demanda, o sistema avalia uma função de resultado, mais freqüentemente um resultado financeiro tal como CTM associado com o conjunto de recursos designado para ir de encontro com o nó de demanda. O sistema também grava este resultado como o resultado esperado para o fragmento de programação e agrega este resultado com os resultados associados com todos os outros fragmento de programações calculados anteriormente para conduzir a um resultado esperado agregado, tal como CTM agregado para a programação como um todo. O resultado esperado tal como CTM neste estágio da operação é mais preciso do que o CTM ideal do nó de demanda original. O resultado esperado após cálculo do fragmento de programação reflete resultados que podem ser alcançados com os recursos disponíveis. Em alguns casos, o sistema pode não ser capaz de encontrar uma configuração factível de recursos, e naquele caso, pode retornar um resultado indicando que a demanda não será atendida. O sistema também pode manter acompanhamento desses recursos.

Quando o sistema processou a última demanda no estágio 112, o sistema desenvolveu uma programação completa definindo alocações de recursos para todas das demandas, ou pelo menos aquele conjunto secundário que pode ser servido pelos recursos disponíveis e que não são excluídos por outros critérios discutidos abaixo. O número de cálculo a ser efetuado em um ciclo completo através das etapas 106 -112 para produzir uma programação completa é limitada e não aumenta de forma exponencial, com o tamanho da operação a ser programada. Todos os cálculos requeridos para completar uma programação completa podem ser efetuados em uns poucos minutos ou menos em um computador pessoal convencional programado para efetuar as

operações discutidas aqui. Porque a operação de programação pode ser efetuada de forma rápida, as suposições usadas ao desenvolver a programação podem ser mudadas, e o processo de programar pode ser repetido. Como indicado no estágio 114, o sistema de computador ou um operador manual

5 pode observar o resultado agregado da operação de programação, por exemplo, através da avaliação do CTM agregado, dos números de demandas que não são atendidas ou o similar, e tomar uma decisão de repetir o processo de programação. Aquela decisão pode incluir uma decisão no estágio 116 para ajustar o nível de recursos tornados disponível para a operação de

10 programação, Como por exemplo, o número de aeronave ou tripulações, e repetir a operação de programação começando no estágio 104 e continuando até a programação adicional total ter sido completada.

Porque é factível calcular programações de forma rápida, este ciclo pode ser repetido mais e mais de novo, até um nível ótimo recursos que

15 retorna o melhor resultado, tal como a mais alta CTM ou o menor número de demandas não atendidas, é encontrado. De forma alternativa ou adicional, o sistema ou um operador manual pode instruir o sistema para mudar, ou os pressupostos usados na formulação como demandas no estágio 100, ou a ordem de ordenação aplicada no estágio de ordenação topológica 102. Por

20 exemplo, o sistema de programação pode ser usado em conjunto com um módulo de prognóstico de receita que aplica uma teoria de jogo para testar vários níveis de tarifa, serviços de níveis ou auxiliares (e. g., uma permissão de bagagem ou serviço de refeição associada com um vôo) ou outros fatores versus informação conhecida considerando competição. Diferentes suposições

25 aplicadas na teoria de jogo conduzem a diferentes estimativas de compartilhamento de mercado e então diferentes números de passageiros esperados e diferente receita esperada por passageiro nos nós de demanda. No estágio de estratégia de mudança 118, o sistema de teoria de jogo (não mostrado) pode ser instruído para tentar uma suposição diferente

considerando tarifas a serem mudadas ou serviços a serem oferecidos pela companhia de linha aérea usando o sistema de programação e as respostas de competidores para aquelas tarifas, e que resulta em prognósticos diferentes de carga de passageiros, e então diferentes demandas no estágio 100. Diferentes estimativas de compartilhamento de mercado podem ser aplicadas para várias porções do cálculo de demanda como por exemplo, para compartilhamento de mercado diferentes, junto com as rotas atendidas por diferentes competidores. As chaves de ordenação e ordem de ordenação aplicadas, no estágio de ordenação topológica 102, também podem ser variadas. Assim sendo, essencialmente qualquer elemento da estratégia usada pela companhia de linha aérea pode ser mudado. Aqui de novo, porque o sistema de programação pode gerar uma programação completa para meses de operação em uns poucos minutos, é factível calcular programações para inúmeros pressupostos de estratégia, e assim sendo achar os melhores pressupostos de estratégia.

Um processo para formular as demandas (etapa 100 da FIG. 1) é mostrado em maiores detalhes na FIGS. 2-9. O processo começa carregando os dados histórico descrevendo as vendas de bilhetes por todas as transportadoras atendendo as cidades a serem servidas pela companhia de linha aérea. Estes dados de passageiros tipicamente são fornecidos na forma de registros de nomes de passageiros ou “PNRs”, cada um dos quais reflete a viagem por um passageiro individual. Cada PNR tipicamente reflete a origem e destinação do passageiro; o preço pago para transporte entre a origem e destinação; a classe de serviço como definida pela transportadora que transporta o passageiro. Dados de PNR estão comercialmente disponíveis dentro da indústria de companhia de linha aérea. De forma desejável, pelo menos, um ano de dados histórico é usado.

No próximo estágio 152 do processo, o sistema compila os dados históricos para cada par de cidades de origem e destino. O sistema pode fazer compilações separadas para diferentes configurações de dias durante o

período tratado. Por exemplo, o sistema pode compilar um conjunto de dados para cada origem e destinação, com respeito a todos os dias da semana; ou alternativamente, um conjunto de dados para todas as Segundas-feiras durante o período histórico em questão, uma outra configuração de dados para todas as Terças-feiras durante o mesmo período, e assim por diante. Cada período histórico de forma desejável e menos do que um ano completo como, por exemplo, um mês, tal que conjuntos de dados compilados para diferentes períodos tal como diferentes meses podem ser comparados um com o outro para detectar padrões de variação periódica. Também, conjuntos de dados compilados para diferentes períodos históricos podem ser comparados um com o outro para detectar tendências de crescimento na viagem em cidades particulares de origem e de destino, Por exemplo, se mais do que um valor de dados do ano está disponível, o número de passageiros transportados entre a cidade particular de origem e cidade de destino em dias da semana em Fevereiro do último ano pode se comparada com o número comparável para Fevereiro do ano anterior para derivar uma estimativa de crescimento ano a ano. A compilação para cada conjunto de dias durante o período histórico inclui dados considerando o número de passageiros partindo a cada particular hora de hora de partida em cada classe de serviço oferecido através de várias transportadoras servindo as cidades durante o período histórico em questão, e também inclui dados sobre a tarifa média paga pelos passageiros para cada tal classe de serviço.

Os dados de hora de partida dados reflete o comportamento do passageiro com as programações oferecidas pela companhia de linha aéreas servindo a origem e destinação durante o período histórico em questão. Estes dados são representados de forma gráfica na FIG. 3. Por exemplo, a barra 154 representa o número de passageiros viajando em classe econômica em um vôo da companhia de linha aérea A partindo às 8:30 a.m., o estágio que a barra 156 representa o número médio de passageiros transportados na primeira

classe no mesmo voo da companhia de linha aérea A, o estágio que a barra 158 representa o número médio de passageiros transportados em um voo de classe única da companhia de linha aérea B partindo às 8:45 a.m.

Em um estágio 160 adicional do processo, uma informação histórica é resumida misturando junto os passageiros partindo durante um intervalo de tempo definido referido aqui como uma janela, como por exemplo, a janela particular de uma hora ou duas horas durante o dia, e as classes de serviço oferecidas pelas várias companhias de linha aéreas são mapeadas para a sistema mais próximas classes de serviço comparadas a serem oferecidas pela companhia de linha aérea sendo programada. O sistema assim sendo forma uma demografia de par de cidades histórica para cada classe da companhia de linha aérea sendo programada para cada janela. Por exemplo, como mostrado de forma gráfica na FIG. 4, a barra 162 representa o número médio de passageiros que partiram da particular origem para a particular destinação em um dia de semana meio e adquiriram bilhetes em classes de serviço em todas as transportadoras correspondendo à grosso modo à classe econômica da transportadora sendo programada. De forma similar, a barra 164 representa o número médio de passageiros para a primeira classe durante a mesma janela em um dia de semana médio. Embora um processo de compilação e abstração 152 e 160 são mostrados como processos separados para clareza da ilustração, esses processos podem se sobrepor. Por exemplo, como cada registro de PNR é examinado, a classe de serviço pode ser transladada da classe de serviço da transportadora usada de forma efetiva, para a classe de serviço média da transportadora sendo programada.

Em efeito, cada janela representa um mercado de passageiros em potencial que é distinto, em certa extensão, do mercado representado por outras janelas durante o dia. Os tamanhos das janelas podem ser variados para pares de cidade diferentes através de seleção manual ou automática dependendo de fatores tais como o número de voos servindo o par de cidade.

Por exemplo, onde duas cidades são conectadas através de somente dois vôos por dia, o tamanho da janela pode ser de 12 horas,- onde cidades são conectadas através de dúzias de vôos por dia (tal como New York e Chicago), o tamanho da janela pode ser menos do que uma hora.

5 O sistema pode designar uma hora de partida arbitrária dentro da janela usada no processo de abstração, como por exemplo, o centro da janela. Mais preferencialmente, o sistema computa a hora de partida média dos passageiros incluídos na demografia com base nas horas de partida históricas incorporados na demografia, e atribui aquela hora média como a
10 hora de partida do demografia de par de cidades. O sistema pode também obter uma medida da variância da hora na demografia, i. e., a medida da relação entre a hora dentro da janela e número de passageiros.

O sistema também computa uma tarifa histórica média em termos das classes de serviço a serem oferecidas pela transportadora sendo
15 programada. Assim sendo, como a classe de viagem para cada registro de nome de passageiro é coincido com uma classe comparável na transportadora sendo programada, uma tarifa histórica paga pelo passageiro em questão é considerada como uma tarifa que o mesmo passageiro teria pago para viajar na classe comparável na transportadora sendo programada. Essas tarifas são
20 médias sobre todos os passageiros incluídos na demografia para conduzir a uma tarifa histórica média associada com a classe e janela.

Assim sendo, na conclusão do processo de compilação e de abstração, o sistema tem um conjunto de demografias de pares de cidades históricas para cada par de cidades de origem e de destino. Cada demografia
25 de par de cidades histórica inclui uma hora de partida, um número de passageiros, e um tarifa média para cada classe de serviço da transportadora sendo programada, e pode incluir dados adicionais tal como um medida de variância na hora de partida.

Estas demografias de pares de cidades históricas são então

convertidas para demografias de par de cidades previstas em um estágio adicional 168 do processo. Como discutido acima, uma demografia histórica para cada par de cidades representa passageiros transportados por todas as transportadoras. O número de passageiros em cada demografia de par de cidades histórica é multiplicado por um compartilhamento de mercado prognosticado para a companhia de linha aérea sendo programada no particular mercado representado pela demografia. Por exemplo, se um demografia de par de cidades histórica indica que 600 passageiros da classe econômica e 100 passageiros da primeira classe partem de Seattle para New York em um dia de semana médio entre 6:00 p.m. e 8:00 p.m., e o compartilhamento estimado de mercado alcançado pela transportadora sendo programada é 20%, então a demografia de par de cidades prevista vai indicar que a companhia de linha aérea pode esperar 120 passageiros de classe econômica e 20 passageiros de primeira classe. De forma similar, um fator de crescimento pode ser aplicado para levar em conta o crescimento de ano a ano (ou diminuição) no tráfego entre as cidades de origem e de destino. Ainda, um tarifa média prevista para cada classe de serviço que a companhia de linha aérea vai realizar é incluída em cada demografia prevista de par de cidades. O prognóstico de compartilhamento de mercado como uma função de tarifa média pode ser feito de modo intuitiva, mas preferencialmente é feito aplicando técnicas tal como teoria de jogo que leva em conta o comportamentos competitivos no mercado. Em um modo alternativo, alternativamente, compartilhamento histórico de mercado e dados históricos de tarifa podem ser usados, com base na suposição que nenhuma das companhias de linha aéreas servindo o mercado vai mudar sua estratégia de preço.

As demografia de par de cidades previstas resultantes do estágio 168 são convertidas para nós de demanda, i. e., demandas individuais para transporte entre origens e destinações ao longo das rotas servidas pela

companhia de linha aérea sendo programada através do processo mostrado na visão geral da FIG. 5. No primeiro estágio 180 deste processo, cada demografia de par de cidades é convertida para uma demografia de rota através das etapas mostradas em maiores detalhes na FIG. 6. O processo da

5 FIG. 6 assume que a companhia de linha aérea determinou quais os pares de cidades que serão servido por vôos direto, sem escala, entre as cidades, e então tem uma lista de cidades conectadas diretamente. Cada par de cidades conectadas diretamente é referida aqui como uma “rota”. O sistema pega uma

10 lista de demografias de pares de cidades e então trata cada demografia de par de cidades em ordem. No estágio 185, o sistema seleciona o caminho mais curto de todas as rotas disponíveis que conecta a cidade de origem da demografia de par de cidades com a cidade de destino. Por exemplo, o sistema pode examinar todas as rotas que tem origem na cidade de origem da demografia de par de cidades e determina se qualquer dessas rotas tem suas

15 destinações na cidade de destino da demografia de par de cidades. Se sim, aquela rota é direta, rota sem escala, e então, é mais curta. Se não, o sistema pode examinar a cidade de destino de cada rota tendo sua origem na cidade de origem da demografia de par de cidades e selecionar um conjunto de cidades que constituem as cidades de destino daquelas rotas. O sistema pode então

20 considerar cada tal destinação por sua vez, e ver se há uma rota tendo sua origem em tal cidade de destino e sua destinação na destinação da demografia de par de cidades. Se sim, o sistema grava a combinação de comprimento agregado de duas rotas e continua tal verificação até tais combinações de duas rotas terem sido encontradas. O sistema então considera as combinações

25 disponíveis de duas rotas e seleciona a combinação que tem o menor comprimento total. Se nenhuma combinação de duas rotas é encontrada, o sistema pode então procurar por uma combinação de três rotas em uma maneira análoga de forma direta.

Em uma variante desta abordagem, o sistema pode tratar certas

5 cidades como cidades de interconexão, tal que se não há caminho de rota único, direto, o sistema irá procurar construir caminhos de duas rotas e de três rotas usando vôos passando através das cidades de interconexão. Isto reduz grandemente o número de possibilidades a serem consideradas na formulação de caminhos de duas rotas e de três rotas.

Em uma ainda variante, o sistema pode excluir rotas, indo na direção errada, da cidade de origem ou de uma cidade de interconexão, i. e., rotas para as quais a cidade de destino da rota é ainda mais a partir da cidade de destino da demografia de par de cidades do que a cidade de origem da rota. Isto ainda limita o número de rotas a ser considerada na procura de caminhos de duas rotas e três rotas. O comprimento de cada rota considerada neste processo pode ser a milhagem geográfica efetiva entre as cidades, ou pode ser uma pontuação com base em milhagem geográfica e outros fatores tais como taxas de desembarque ou congestionamento em particulares aeroportos.

15 Uma vez que o sistema encontrou o caminho de rota mais curto para uma particular demografia de par de cidades, o sistema cria uma demografia de rota para cada rota neste caminho mais curto no estágio 187. Se a rota mais curta acontece ser um caminho de rota única, i. e., uma rota direta, sem escala, então a demografia de rota é idêntica à demografia de par de cidades original. Contudo, se o caminho é um caminho de múltiplas rotas, o sistema constrói uma primeira demografia de rota tendo sua origem na cidade de origem da demografia de par de cidades, tendo a destinação como a destinação da primeiro rota, e tendo a hora de partida como a hora de partida da demografia de par de cidades. A receita esperada por passageiro para a primeira demografia de rota é uma porção da receita esperada por passageiro. A proporção da receita esperada pode ser feita com base no comprimento da rota, i. e., a receita esperada para a primeira rota pode ser a receita esperada para a demografia de par de cidades dividida pelo comprimento total de todas as rotas no caminho e multiplicado pelo comprimento da própria primeira

rota. O sistema também cria uma demografia de rota para a segunda rota no caminho. Esta demografia de rota tem, sua cidade de partida como a cidade de destino da primeira rota, sua cidade de destino como a cidade de destino da segunda rota, e sua hora de partida igual à hora de partida da demografia de par de cidades mais a hora de voo esperada junto com a primeira rota e uma permissão de hora de transferência. Aqui de novo, a receita esperada para a segunda rota é a porção da receita esperada por passageiro para a demografia de par de cidades como um todo, calculada através do comprimento como discutido acima para a primeira rota. No caso de um caminho de múltiplas rotas, a demografia de rota para cada rota no caminho pode ser anotada para indicar que a rota é ou uma rota alimentadora (onde há uma rota subsequente no caminho), ou uma rota receptora (onde há uma rota anterior no caminho), ou ambas.

Uma vez que demografias de rota foram configuradas para todas as rotas no caminho, o sistema retorna ao 181 e repete o processo das etapas 185 e 187 para a próxima demografia de par de cidades, até todas as demografia de pares de cidades tenham sido tratadas e convertidas em demografia de rota. Cada demografia de rota identifica suas datas de aplicabilidade na mesma maneira como uma demografia de par de cidades. Por exemplo, a demografia de rota derivada de uma demografia de par de cidades aplicável somente para as Segundas-Feiras em Fevereiro seria, da mesma forma, também aplicável somente as Segundas-Feiras em Fevereiro.

Após as demografias de rota terem sido formadas, elas são usadas no próximo estágio 190 do processo mostrado na FIG. 5 para criar uma lista de nós de demanda. Cada rota é tomada por vez. Para cada rota, uma lista de demografias de rota tendo origem e destinação correspondendo para a rota em questão é compilada a partir das demografias de rota formadas no estágio 180. A lista de demografias de rota para cada rota é convertida em um conjunto de nós de nós de demanda para cada dia de aplicabilidade da

demografia de rota em questão. Por exemplo, a demografia de rota aplicável para as Segundas-Feiras em Fevereiro seria convertida em um nó de demanda para a data correspondendo à primeira Segunda-Feira em Fevereiro, um outro nó de nó de demanda para a data correspondendo à segunda Segunda-Feira em Fevereiro, e assim por diante. O sistema pode também levar em conta um conhecimento intuitivo ou anterior disponível para o operador. Por exemplo, se dados históricos são compilados para vôos de dias de semana, e o operador está ciente que uma particular data será um feriado religioso na origem ou na destinação, o sistema pode reduzir o número de passageiros esperados para aquela particular data. Após todas as demografia de rota, correspondendo a uma particular rota, terem sido processadas, o sistema pega a próxima rota, e processa as demografias de rota para aquela rota na mesma maneira. Este processo continua até todas as demografias de rota para todas as rotas terem sido processadas. Neste ponto, há uma lista inicial de nós de demanda para cada rota. Cada tal nó de demanda inclui todas as características da demografia de rota, tal como a origem, a destinação, uma data e hora de partida, uma receita esperada por passageiro para cada classe, e um número de passageiros esperados em cada classe.

No próximo estágio 200 do processo, o sistema verifica os nós de demanda na lista inicial como mostrado em maiores detalhes na FIG. 7. Esta verificação começa com uma lista de rotas no estágio 202, e pega cada rota por vez no estágio 204. Para cada rota, o sistema obtém a lista de nós de demanda para a rota no estágio 206. Esta lista não necessita estar em qualquer ordem particular. Uma vez que a lista de nós de demanda para uma particular rota foi recuperada, o sistema começa com um primeiro nó de demanda na lista. O sistema pega o primeiro nó de demanda na lista no estágio 208 e processa o nó de demanda para selecionar a melhor aeronave para uso em um vôo de encontro aquele nó de demanda, i. e., um vôo da origem para a destinação com o número esperado de passageiros. O sistema verifica todos

os tipos de aeronave usados pela companhia aérea sendo programada, e seleciona o tipo de aeronave que, se fluindo da origem para a cidade de destino com o número de passageiros especificado no nó de demanda, irá conduzir à maior contribuição para a margem. Neste estágio do processo, a
 5 seleção de um “melhor” tipo de aeronave é feita sem a consideração de se uma aeronave deste tipo estará disponível de modo efetivo na data e hora especificadas por um nó de demanda, e sem consideração de custos que poderiam incorrer em tornar a aeronave disponível em tal data e hora, como por exemplo, transbordando a aeronave a partir de uma localização distante.
 10 Assim sendo, a contribuição para margem caracterizada neste estágio do processo apresenta um limite superior no retorno a ser esperado ao atender um nó de demanda.

No próximo estágio 212 do processo, o sistema compara o número de passageiros especificado no nó de demanda contra o número de
 15 passageiros que podem ser transportados pela melhor aeronave selecionada no estágio 210. Se o número de passageiros especificado no nó de demanda é menos do que ou igual à capacidade da melhor aeronave selecionada, o sistema marca um nó de demanda como processado, anota um nó de demanda com uma contribuição esperada para margem, e retorna à etapa 208 para
 20 processar o próximo nó de demanda. Contudo, se o número de passageiros especificado no nó de demanda é maior do que a capacidade de transporte da melhor aeronave selecionada, o sistema apaga o nó de demanda original da lista e divide um nó de demanda em dois menores nós de demanda no estágio
 25 214 e adiciona esses nós de demanda menores para uma lista de nós de demanda para a rota, onde quando o sistema de novo retorna à etapa 208 para pegar o próximo nó de demanda não processado. Um dos novos menores nós de demanda pode constituir o próximo nó de demanda a ser processado. O menor dos nós de demanda criado a partir de um grande nó de demanda é idêntico ao nó de demanda original, mas cada um dos novos menores nós de

demanda tem uma metade do número de passageiros especificado no nó de demanda original. Os nós de demandas adicionais têm a mesma hora de partida que o nó de demanda original. Os nós de demandas adicionais são processados na mesma maneira que os outros nós de demanda em uma lista.

- 5 Assim sendo, um bem grande nó de demanda pode ser dividido em dois nós de demanda na primeiro estágio através do estágio 212. Quando cada um desses nós de demanda menores é processado, um ou mais pode ser dividido de novo em ainda nós de demanda menores. Também, quando tal uma divisão, nó de demanda menor é processado no estágio 210, a melhor
10 aeronave selecionada para aquele nó de demanda pode ser diferente da melhor aeronave selecionada para o grande nó de demanda original.

O processo continua desta maneira até todos os nós de demanda para a rota (incluindo qualquer nó de demanda menor resultante da divisão no estágio 214) foram processados, onde quando o sistema pega a
15 próxima rota no estágio 204 e a lista de nós de demanda associada com a nova rota, e repete o mesmo processo. Isto continua até todas as rotas terem sido processadas na mesma maneira.

A lista de nós de demanda de saída resultante é passada para um estágio adicional 220 (FIGS. 5 e 8). Neste estágio, o sistema examina a
20 lista de nós de demanda para cada rota e determina se um CTM esperado pode ser encontrado combinando nós de demanda um como o outro. Este estágio seleciona uma rota particular da lista de rotas e ordena todos os nós de demanda a partir do estágio 200 (FIG. 5), por hora de partida. No estágio 224 do estágio 220 (FIG. 8), o sistema seleciona um conjunto dos três mais
25 recentes nós de demanda na lista ordenada. O sistema então tenta no estágio 226 criar um nó combinada dos primeiros dois dos três nós selecionados.

Este processo computa um intervalo de tempo para cada um dos dois nós de demanda. Este intervalo de tempo para cada nó de demanda é com base em uma estimativa da maneira na qual a carga de passageiro vai

variar com o tempo se um voo é deslocado no tempo a partir da hora
 especificada no nó de demanda. Como representado de forma gráfica na FIG.
 9, a variância na carga de passageiro com hora de partida para um nó de
 demanda 250 pode ser representada por uma função de etapa mostrada pelas
 5 barras listradas. A função de etapa tem um valor máximo de N_{250} igual ao
 número de passageiros no nó de demanda, na hora de partida original T_{250} do
 nó de demanda, e tendo de forma progressiva, valores mais baixos para horas
 de partida mais cedo e mais tarde. Este intervalo significativo para um nó de
 demanda pode ser tomado como entre a hora mais cedo e mais tarde para que
 10 a função de etapa tenha um valor maior do que algum número arbitrário de
 passageiros. A função de etapa pode ser com base em uma suposição global
 para o sistema como um todo, ou alternativamente, pode ser selecionada com
 base em um conhecimento anterior associado com rotas particulares. Por
 exemplo, nós de demanda servindo destinações de negócios conhecidas tal
 15 como New York City ou Washington, D. C. podem ser designados a uma
 função do estágio de declínio estreito, para refletir uma suposição que
 viajantes á negócios de forma geral, estão em uma programação restrita
 amarrada, o estágio que nós de demanda tendo uma destinação ou origem em
 uma localização de local de veraneio tal como Orlando, Florida, podem ser
 20 designados à amplas variâncias de forma considerável com base na suposição
 que viajantes de férias são relativamente não sensitivas à programação.

Em ainda uma outra modalidade, uma estimativa da variância
 da carga de passageiro com a hora de partida pode ser obtida dos dados
 históricos usados para gerar os dados históricos de passageiros e demografia
 25 de pares de cidades. Por exemplo, se os dados históricos de passageiros
 mostram substancialmente igual números de passageiros partindo em muitas
 horas diferentes, amplamente espaçadas em torno do ponto médio da janela
 usada no processo de abstração (etapa 150), à demografia de par de cidades
 pode ser designado uma grande variância, e a esta variância pode ser

designada para cada demografia de rota derivada de tal demografia de par de cidades no estágio 180 e transportados à frente em cada nó de demanda criada a partir da demografia de rota. Adicionalmente, a variância para um particular nó de demanda pode ser lateral simples ou assimétrica sobre a hora de partida de um nó de demanda. Por exemplo, se um particular nó de demanda é denotado com uma indicação que este nó de demanda é derivado da demografia de rota que representa o segundo ou subsequente demografia de rota em um rota de múltiplo caminho (etapa 180), a variância ou função de etapa pode ser arrumada para declinar gradualmente para horas de partida após a hora de partida original do nó de demanda, mas pode cair abruptamente para zero passageiros para todas as horas de partida antes da hora de partida original do nó de demanda, refletindo a realidade que se um voo de conexão passa mais cedo, os passageiros do voo mais cedo no caminho não estarão disponíveis.

Uma função relacionando o número de passageiros por hora para cada nó de demanda tem um intervalo de significância limitado pelas horas mais cedo e mais tarde no qual qualquer número apreciável dos passageiros representados através de um nó de demanda seria desejoso para viajar ao longo da rota. Por exemplo, a função de etapa para nó de demanda 250 tem um intervalo de significância a partir da hora T_{250E} para a hora T_{259L} . Um outro nó de demanda 252 tendo hora de partida T_{250} tem uma função de variância representada pela barras sem sombras na FIG. 9, com um intervalo de significância de T_{252E} para T_{252L} . O sistema examina o intervalo de significâncias dos dois nós de demanda e determina se o intervalo de significâncias se sobrepõem. Se eles não se sobrepõem, a tentativa de combinar esses dois nós de demanda é abandonada, e o estágio 226 é completado. Contudo, se esses intervalos de significâncias se sobrepõem, o sistema seleciona um conjunto de possíveis horas de partida para um nó de demanda combinado. A hora de partida mais cedo possível é ou a hora mais

cedo no intervalo de horas englobadas pelo intervalo de significâncias se sobrepondo, ou a hora de partida original do nó de demanda mais recente, prevalecendo a que for mais tarde. A hora de partida mais tarde possível é a hora mais tarde englobada pelos intervalos de significâncias se sobrepondo dos dois nós de demanda, ou a hora de partida do último nó de demanda, prevalecendo a que for mais cedo. Por exemplo, o intervalo de significâncias de nós de demanda 250 e 252 se sobrepõem a partir da hora T_{252E} para a hora tempo T_{250L} . Assim sendo, a hora de partida mais cedo possível para um nó combinado seria T_{252E} e a hora de partida mais tarde possível seria T_{250L} . Na realidade, sobrepondo o intervalo de significâncias para dois nós de demanda na mesma rota e mesmo dia indica que um voo ao longo da rota partindo durante o intervalo de sobreposição atrairia alguns passageiros associados com o nó de demanda anterior e alguns passageiros associados com o último nó de demanda. O sistema também calcula uma ou mais horas de partida intermediárias possíveis entre as horas de partida mais cedo e mais tarde, Por exemplo, o sistema pode calcular uma tal hora de partida intermediária como o ponto médio entre as horas de partida mais cedo e mais tarde.

Para cada hora de partida possível, o sistema determina o número de passageiros esperado para tal hora de partida. O sistema avalia a função de etapa para cada nó de demanda na hora de partida possível e adiciona o valor das funções de etapa para ambos nós de demanda para particular hora de partida para conduzir a um número de passageiros esperados para um nó combinado operando naquela hora de partida possível. Por exemplo, o número de passageiros esperados para um voo partindo na hora T_{252E} é a soma de N_A e N_B (FIG. 9).

O sistema então calcula a melhor aeronave para um nó de demanda em cada hora de partida possível e calcula a CTM para aquela hora de partida possível. No estágio de combinação, se o número de passageiros esperados excede a capacidade da melhor aeronave, o número de passageiros

esperados é configurado igual à capacidade da aeronave. O sistema compara as CTMs para as horas de partida possíveis e seleciona a melhor como o resultado de combinar o primeiros dois nós de demanda, onde quando o estágio 226 termina. O sistema então tenta combinar os segundos dois nós de demanda no estágio 240 exatamente na mesma maneira e tenta combinar todos os três dos nós de demanda selecionados no estágio 242. O processo de combinar três nós de demanda pode assumir que esses nós de demanda são para serem combinados em dois nós de demanda tendo duas horas de partida diferentes, e usa uma grande quantidade de horas de partida possíveis dentro do intervalo da hora de partida do mais cedo ou do primeiro nó de demanda para a hora de partida do mais tarde ou do terceiro nó de demanda e calcula a carga de passageiro combinada em cada hora de partida possível com base nas funções de etapa das três demandas selecionadas, e uma vez mais seleciona a melhor aeronave e computa CTMs para a melhor aeronave para cada hora de partida possível. O melhor CTM agregado para os dois nós de demanda é emitido como o resultado do estágio 242.

No estágio 244, o sistema compara as CTMs resultantes a partir das combinações de dois nós das etapas 226 e 240 e da combinação de três nós do estágio 242, e pega a melhor dessas CTMs e emite um resultado incluindo a hora de partida possível, a CTM esperada para os nós combinados, e a identidade dos nós que irão combinar para conduzir aos nós combinados, i. e., os primeiros dois, os segundos dois, ou todos os três dos nós considerados. No estágio 246, o sistema compara a CTM com o nó combinado emitido pelo estágio 244 com a soma das CTMs para os nós individuais que foram usados para formar o nó combinado. Se os nós combinados conduzem a CTM maior do que a soma das CTMs para os nós individuais, o sistema vai para o estágio 248 e substitui os nós individuais usados para formar o nó de saída combinado com o nó ou nós combinados, e então retorna à etapa 224. Se não, o sistema retorna diretamente à etapa 244

sem substituir os nós individuais. No estágio 224, o sistema pega um outro conjunto de três nós de demanda, incluindo o último nó de demanda no conjunto processado anteriormente e os dois nós de demanda que sucedem. O sistema então trata este novo conjunto de nós de demanda na mesma maneira.

- 5 Isto continua até não haver mais nós de demanda para serem processados, onde quando o sistema vai de volta à etapa 221 e seleciona a próxima rota, que é processada na mesma maneira. Isto continua até todas as rotas terem sido processadas.

- 10 Neste processo de combinação, o sistema pode reverter alguma das divisões feitas no estágio secundário 214 (FIG. 7) da residual demanda processo de demanda residual 200. Por exemplo, se um bem grande nó de demanda foi dividido em dois nós de demanda, os dois nós de demanda podem ser combinados de volta de novo em um maior nó de demanda no estágio 226 ou etapa 240.

- 15 Neste ponto no processo, o estágio de formular demandas (etapa 100 na FIG. 1) está completo. O sistema então coloca uns nós de demanda em uma ordem, referida aqui como ordem topológica. Isto é feito ordenando as demandas de acordo com uma ou mais chaves de ordenação. Uma chave de ordenação pode incluir qualquer característica das demandas.
- 20 Uma simples chave de ordenação consiste da data e hora de partida especificados na demandas, tal que as demandas são colocadas em ordem cronológica. Contudo, outras chaves de ordenação podem ser usadas, como por exemplo, ordenando por CTMs esperadas, tal que os vôos mais rentáveis são os primeiros na ordem topológica, ou ordenando por comprimento de
- 25 rotas, tal que as demandas de percurso longo são programadas primeiro ou tal que demandas de percurso curto são programadas primeiro. Também, uma companhia de linha aérea pode desejar dar prioridade aos vôos entre cidades de conexão designadas tal que nós de demanda tendo cidades de conexão como cidades de origem e de destino são tratadas primeiro. Como notado

acima, a demanda de rota pode ser marcada como uma demanda de rota alimentadora de um caminho de múltipla rota, e os nós de demanda resultantes da demanda de rota alimentadora são da mesma forma marcadas. Esta marca pode ser usada como uma chave de ordenação tal que nós de demanda alimentadores são tratados primeiro. Em uma variante adicional, a essa e outras características dos nós de demanda podem ser designados fatores de peso, e um chave de ordenação composta pode ser calculada com base nas várias características de cada nó de demanda, ponderada por tais fatores. A escolha da chave de ordenação vai influenciar os resultados alcançados na programação em alguns graus. Contudo, na prática, tem sido encontrado que simplesmente ordenando por data e hora de partida funciona da mesma forma ou aproximadamente assim como esquemas mais complexos.

O sistema mantém um banco de dados dos recursos necessários para efetuar as operações a serem programadas. Para uma companhia de linha aérea, esses recursos incluem aviões e membro de tripulação, ambos do quais são móveis, assim como portões de embarque de passageiros em particulares aeroportos. O banco de dados inclui informação sobre as características de cada recurso, e também contém informação envolvendo o estado de cada recurso em cada hora no futuro durante a duração da programação sendo gerada. Para um avião, as características tipicamente vão incluir o tipo de avião; sua capacidade de assento em cada classe de serviço; seu intervalo máximo (que pode ser colocado como um bloco de tempo máximo); e o custo de usar o avião, tipicamente colocado como um custo por hora de voo. A informação de estado de um avião para cada hora na programação incluiria a localização, como por exemplo, estacionado em um particular aeroporto ou na rota; uma indicação se o avião está fora de serviço para manutenção; e informação sobre o histórico de operação do avião, tal como o número de horas e dias do calendário de operação desde a última verificação de manutenção programada e desde

último principal percurso. Para um membro de tripulação, características incluiriam qualificações para servir em tipos particulares de aeronave e base de origem. A informação de estado para cada hora incluiria informação tal como se o membro de tripulação está de serviço ou fora de serviço, a
5 localização do membro da tripulação em sua base de origem, ou em algum outro aeroporto, ou na rota, e o número de horas ou vôos desde que o membro da tripulação ficou em serviço, o número de horas do tempo de serviço acumuladas em cada mês e ano, e qualquer outro dado pertinente para cálculo da disponibilidade de membro da tripulação para vôos sob regulamentações
10 governamentais pertinentes, contratos de sindicato, ou políticas de pessoal da companhia aérea. As características de um portão incluem identificação de um aeroporto onde o portão está localizado, e pode também incluir tipos de aeronave que podem ser acomodados em particulares portões. Um portão também pode ter associada com ele um custo de ocupação tal como pode ser
15 imposto para partida atrasada de um avião. O estado para um portão tipicamente é simplesmente uma indicação de se o portão está ocupado ou não ocupado em cada intervalo durante a programação.

O banco de dados é configurado para um estado inicial que representa o estado esperado dos vários recursos no começo da programação.

20 O sistema pega os nós de demanda na ordem estabelecida pelo estágio de ordenação topológica e procura calcular um fragmento de programação para cada nó de demanda. Cada fragmento de programação inclui a origem e destinação de um nó de demanda, e condições especificadas para a operação de vôo que vai satisfazer um nó de demanda. Essas condições
25 incluem uma particular aeronave, uns particulares membros de tripulação, e um particular portão. As condições especificadas são selecionadas tal que elas são factíveis, i. e., tal que a aeronave existe e por outro lado não está ocupado; tal que o espaço ou portão está disponível; e os membros da tripulação são qualificados e estão disponíveis. O sistema também procura especificar

condições para o fragmento de programação tal que uma função de resultado representando um resultado esperado para voar o vôo de acordo com as condições, coincide com um critério. A função mais comum de resultado é a contribuição para margem esperada da operação, e o sistema procura maximizar a contribuição esperada para a margem da operação.

O problema de selecionar condições a serem especificadas em um fragmento de programação pode ser entendido com referência à FIG. 10. A distância D_1 entre a aeronave e as condições especificadas representa uma contribuição negativa para a margem ou para o custo associado a voar a aeronave da origem especificada na demanda para a destinação especificada na demanda, e também inclui um custo, se aplicável, para reposicionamento da aeronave de um outro aeroporto se necessário. A distância D_2 representa o custo de fornecer a tripulação, incluindo ambos custos diretos por hora e custos extraordinários tal como relocação dos membros da tripulação, tempo extra pago aos membros da tripulação, e o similar. A distância D_3 entre as condições especificadas e as demografias incorporadas no nó de demanda representa efeitos negativos na receita resultante da especificação de hora de partida diferente da hora de partida especificada no nó de demanda, como por exemplo, onde a aeronave especificada não está disponível no portão de embarque na hora especificado no nó de demanda. Distância D_3 também inclui qualquer perda de receita resultante da especificação de uma aeronave que é muito pequena para acomodar a carga de passageiro especificada. Distância D_4 representa um custo associado com o espaço ou portão usado no aeroporto de origem e no aeroporto de destino. O sistema procura selecionar condições tal que a soma de $D_1 - D_4$ é em um mínimo dado as restrições imposta pelo estado corrente do banco de dados de recursos, i. e., disponibilidade de recursos como indicado no banco de dados. A minimização ou maximização não necessita ser uma minimização ou maximização matemática estrita. Colocada de outra maneira, o sistema não

necessita considerar cada alternativa possível, mas pode de fato considerar somente algumas alternativas consistentes com os recursos disponíveis a fim de alcançar um mínimo ou máximo local. Contudo, é de forma geral, factível considerar mais ou todos os recursos disponíveis.

5 Uma implementação do processo usado para selecionar condições para fragmento de programações é mostrado de forma de diagrama na FIG. 11. O processo inicia entrando a lista ordenada de nós de demanda resultante do estágio de ordem topológica discutido acima no estágio 300. No estágio 302, o sistema verifica para ver se todos os nós de demanda foram
10 tratados. Assumindo que há nós de demanda não tratados, o sistema pega o primeiro nó de demanda não tratado na lista ordenada no estágio 304. Nas etapas 306 e 308, o sistema tenta selecionar o melhor avião entre os aviões que estão disponíveis para voar o vôo especificado através da origem, destinação, e hora de partida da demanda. Nessas etapas, o sistema procura
15 encontrar um avião que, dado o estado corrente do banco de dados de recursos, está indicado como disponível no aeroporto onde o vôo é para se originar, ou que pode voar para o aeroporto de origem e tornado disponível para o vôo. Dentre essas aeronaves, o sistema procura uma particular aeronave que terá o impacto menos negativo na CTM. Porque é quase sempre
20 melhor usar uma aeronave que já está estacionado no aeroporto de origem, o sistema primeiro verifica os aviões que estarão no aeroporto de origem na hora da partida, no estágio 306. Se um avião satisfatório é encontrado, o sistema pula o estágio 308, e então, não verifica a possibilidade de usar aviões que estará localizados em outro lugar na hora da operação.

25 Um processo de seleção que pode ser usado no estágio 306 é mostrado, de forma esquemática, na FIG. 12. No estágio 309, o processo seleciona uma aeronave da frota. Se o banco de dados de recursos indica que a aeronave estará estacionada no aeroporto de origem indicado no nó de demanda, ou na hora de partida indicado no nó de demanda ou dentro de

alguma janela pré-determinada, tal como uma hora após a hora de partida, o sistema prossegue para a próximo estágio 312. Ao contrário, o sistema descarta a aeronave e retorna à etapa de seleção de aeronave 309. No estágio 312, o sistema verifica o banco de dados de recursos para determinar se a aeronave foi comprometida com um outro voo ou com manutenção durante a hora requerida para o voo especificado no nó de demanda. Se a aeronave não está disponível, de novo, o sistema descarta a aeronave e retorna à etapa 309. Se a aeronave está disponível, o sistema também verifica se a aeronave é uma aeronave factível para uso no voo especificado no nó de demanda. Por exemplo, o sistema verifica a autonomia de voo do tipo de aeronave contra o comprimento do voo entre os aeroportos de origem e destino. Se a aeronave não tem suficiente autonomia de voo, não é uma aeronave factível para o voo. Outros fatores podem ser considerados ao determinar a possibilidade de ser factível. Por exemplo, se o aeroporto de destino não tem suficiente comprimento de pista para acomodar uma aeronave de um tipo particular, qualquer aeronave daquele tipo pode ser excluído. Assumindo que uma aeronave não é excluído, o sistema no estágio 316 determina a diferença ou “delta “entre a hora que a aeronave se tornará disponível no portão, de acordo com o banco de dados de recursos, versus a hora de partida especificada no nó de demanda. É claro que, se o banco de dados indica que a aeronave estará disponível na hora de partida requerida, delta seria 0.

Em um estágio adicional 318, um sistema computa fatores de pontuação para uso da aeronave selecionada no nó de demanda. Um fator de pontuação é baseado na disponibilidade da diferença de hora computada no estágio 316. Este fator de pontuação pode ser baseado em um valor arbitrário por minuto configurado pela companhia de linha aérea. De forma alternativa, este fator de pontuação pode ser computado com base em uma medida de variância nos nós de demanda, tal como uma função de etapa relacionado o número de passageiros na hora de partida discutida acima com referência à

FIG. 9. Assim sendo, se um nó de demanda inclui uma função relacionando o número de passageiros na hora de partida tal como uma função de etapa da FIG. 9, o sistema pode calcular o número de passageiros esperados com base naquela função a fim de refletir o efeito da mudança da hora de partida para coincidir com a hora quando a aeronave estará disponível. A diferença entre o número de passageiros no nó de demanda e o número de passageiros resultante da avaliação da variância com a hora, pode ser multiplicada pela receita esperada por passageiro para obter uma pontuação ou custo associado com disponibilidade em atraso.

Adicionalmente, o sistema computa uma pontuação ou custo com base no custo por hora de voo do avião selecionado correntemente. O sistema também computa um delta de assento, i. e., a quantidade através da qual o número de passageiros esperado excede o número de assentos na aeronave. Este custo é simplesmente o produto da diferença entre número de assentos e o número de passageiros multiplicado pela receita esperada por passageiro na particular classe. O sistema adiciona as várias pontuações e computa uma pontuação total. Esta pontuação total representa o efeito negativo na CTM de voar com a particular aeronave, e assim sendo representa D_1 da FIG. 10, e também representa o efeito negativo na CTM de qualquer atraso na hora do voo causado pela seleção da particular aeronave ou qualquer falta de capacidade, e assim sendo representa D_3 na FIG. 10. O sistema adiciona a aeronave a uma lista de aeronave factível. A posição da aeronave na lista é com base na pontuação. Por conseguinte, a lista é ordenada topologicamente de acordo com as pontuações das várias aeronaves. O sistema retorna à etapa 309 para processar a próxima aeronave. Se não há mais aeronave a ser processada, o sistema vai para o estágio 322 e pega a aeronave com a mais baixa pontuação na lista e vai para o estágio de seleção de tripulação 324, FIG. 11. Se nenhuma aeronave é encontrada em uma lista, isto indica que não há aeronave factível disponível no aeroporto de origem

especificado no nó de demanda, e o sistema vai para o estágio 308.

Substancialmente, o estágio 308 é idêntica à etapa 306, exceto que o estágio 308 somente considera as aeronaves que não estão indicadas como estacionados no aeroporto de origem e inclui etapas secundários adicionais para determinar, com base na informação do banco de dados de recursos, se a aeronave pode ser deslocada para o aeroporto de origem à tempo de coincidir com a hora de partida, ou com uma janela especificada, tal como uma hora, após a hora de partida. Também, no estágio 308, a pontuação para cada aeronave inclui um custo para o voo a partir do aeroporto onde o avião está localizado na hora relevante para o aeroporto de origem. Se nenhum avião é encontrado no estágio 308, isto indica que um nó de demanda não pode se atendido com os recursos no estado indicado pelo banco de dados. Assim sendo, nenhum fragmento de programação é gerado para um nó de demanda. Em vez disso, um nó de demanda é simplesmente marcado no estágio 326 para indicar que este particular nó de demanda foi pulado como um resultado de não ter nenhum avião factível.

Quando um avião foi selecionado no estágio 306 ou 308, a hora de partida da operação de voo servindo um nó de demanda é ajustada para a hora quando a aeronave está disponível, se tal hora é diferente da hora especificada no nó de demanda. Colocado de outro modo, o sistema adapta o fragmento de programação para ir de encontro aos recursos de aeronave disponíveis.

Se um avião é selecionado no estágio 306 ou 308, o sistema passa para o estágio de seleção de tripulação 324. O estágio de seleção de tripulação é efetuado em uma maneira similar às etapas de seleção de avião 306 e 308. Assim sendo, o sistema verifica tripulações disponíveis, seleciona aquelas que são factíveis, e encontra a tripulação factível de mais baixo custo. O sistema, de forma desejável, também considera o balanceamento de horas devidas de serviço da tripulação, tal que membros da tripulação não excedam

o máximo de horas devidas de serviço por mês ou por ano. Por exemplo, um custo adicional pode ser atribuído a qualquer membro de tripulação diretamente relacionado ao número de horas devidas de serviço anteriormente programado para tal membro de tripulação durante o mês sendo considerado.

- 5 O estágio de seleção de tripulação usa a hora de partida e aeronave tipo de aeronave encontrado nas etapas de seleção de avião. Assim sendo, para ser factível, a tripulação precisa ser qualificada a voar a bordo do tipo de avião selecionado no estágio 306 ou 308, e precisa estar disponível no aeroporto de origem na hora de partida estabelecida no estágio 306 ou 308. Também, a
- 10 tripulação precisa ter suficiente horas de serviço devidas remanescentes na hora de partida para permitir a tripulação completar o vôo. O estágio de seleção de tripulação pode primeiro endereçar tripulações que, de acordo com o banco de dados de recursos, estarão à disposição no aeroporto de origem, e então endereçar tripulações que podem ser re-allocadas para o aeroporto de
- 15 origem. Também, o estágio de seleção de tripulação pode processar tripulações completas para o tipo de aeronave, e então, se nenhuma tripulação completa podem ser encontrada, o estágio de seleção de tripulação pode procurar encontrar membros de tripulação individuais para formar uma tripulação completa. De forma alternativa ou adicional, o estágio de seleção
- 20 de tripulação pode tratar membros da tripulação não tendo nenhum histórico de serviço primeiro, e então tratar aqueles membros da tripulação que tenham tido histórico de serviço desde seu último dia de folga. Isto pode ser útil já que os cálculos requeridos, para determinar se um particular membro de tripulação tem suficientes horas de serviço devido remanescentes dadas todas
- 25 as restrições em horas de serviço devidas, podem consumir tempo.

Se nenhuma tripulação pode ser encontrada, o sistema não forma um fragmento de programação, mas em vez disso vai para o estágio 328 e marca o nó como pulado porque nenhuma tripulação estava disponível. Em uma variante, se a falha para encontrar tripulação foi causada pela falta de

um membro de tripulação tendo certas qualificações específicas, como por exemplo, a falha para encontrar um piloto qualificado para os Boeing 747s, o sistema pode marcar o nó com aquela indicação específica.

Assumindo que a tripulação é encontrada, o sistema computa a pontuação refletindo o custo da tripulação como por exemplo, uma pontuação que reflete ambos o salário básico da tripulação e qualquer pagamento de premio, como extraordinário, custos de demissão, e vôos de re-alocação de tripulação, que estão associados com a tripulação. Esta pontuação representa D_2 na FIG. 10. Se a tripulação é encontrada, o sistema vai para o estágio 330 e procura por portões factíveis na origem e na destinação. Aqui de novo, se nenhum portão é encontrado, o sistema não forma um fragmento de programação, mas em vez disso marca o nó pulado devido a indisponibilidade de um portão em um particular aeroporto.

Assumindo que um portão é encontrado, o sistema forma um fragmento de programação e implementa este fragmento de programação marcando o banco de dados de recursos para comprometer o avião, a tripulação, e os portões encontrados nas etapas precedentes. Assim sendo, os recursos são indicados como ocupados durante o tempo requerido para completar o vôo. Também, o sistema marca o banco de dados para indicar quais os recursos móveis, incluindo o avião e a tripulação, serão posicionados no aeroporto de destino correspondendo ao final do vôo. O sistema também atualiza o estado da aeronave para indicar tempo de vôo adicional desde a última manutenção, e atualiza o estado dos membros da tripulação para indicar o tempo de serviço devido adicional que eles terão de dedicar ao vôo.

Neste ponto, o fragmento individual de programação está completo. O sistema pode também gravar a contribuição esperada para a margem do vôo se voado de acordo com o fragmento de programação no estágio 336.

Em uma variante, o sistema pode testar o fragmento de

programação proposto contra um ou mais critérios de descarte antes comprometendo as fontes no estágio 334. Por exemplo, se o fragmento de programação proposto resulta em uma contribuição negativa para a margem, o sistema não pode comprometer os recursos, mas em vez disso pode marcar

5 um nó de demanda como pulado devido a CTM negativa e retorna à etapa 302. Em uma outra variante adicional, o sistema pode sobrepor o critério de descarte se um ou mais critérios de retenção são encontrados. Por exemplo, o sistema pode ser arrumado para reter o fragmento de programação se um nó de demanda é marcado como um alimentador para uma outra demanda. Em

10 uma variante adicional, os critérios de retenção podem incluir serviço para particulares cidades de importância particular para a companhia de linha aérea. Em uma outra variante adicional, o sistema pode re-examinar alguma localizações prévias de recursos. Por exemplo, se os resultados das etapas de seleção de aeronave 306 e 308 indicam que nenhuma aeronave está disponível

15 para ir de encontro a demanda, ou que a única aeronave disponível para ir de encontro a demanda, levaria à resultados pobres porque eles são muito menores do que ou muito maiores do que o número de passageiros esperado, o sistema pode examinar a aeronave anteriormente designada para os vôos que vai chegar no aeroporto de origem dentro de poucas horas após a hora de

20 partida da demanda sendo tratada e determinar se ele é factível parâmetro re-programação daqueles vôos tal que a aeronave chega mais cedo e, se assim, qual seria o efeito na CTM ou outro resultado. O sistema pode também procurar re-programar um vôo programado anteriormente se o primeiro estágio indica que a aeronave selecionada estará disponível após a hora de

25 partida na demanda sendo considerada, e que tal atraso vai reduzir a CTM da demanda sendo considerada. Em uma variante adicional, o sistema pode testar o efeito da divisão ou combinação das demandas neste estágio. Por exemplo, se há uma primeira demanda com uma primeira hora de partida e 100 passageiros esperados, e a melhor aeronave disponível tem 200 assentos, o

sistema pode procurar uma demanda com uma outra hora de partida e determinar se seria mais rentável combinar as duas demandas. Este estágio pode usar processo similar àquele discutido acima com referência à FIGS. 7 e 8. Contudo, neste caso a verificação de combinação possível, uma divisão é efetuada com base naquela aeronave que de modo efetivo estará disponível nas horas de partida das demandas combinadas ou divididas em questão, mais propriamente do que na melhor aeronave possível.

Após um fragmento de programação ter sido completado para um nó de demanda ou um nó de demanda ter sido pulado, o sistema verifica se há mais nós de demanda a serem tratados no estágio 302. Se assim, o sistema pega o próximo nó de demanda no estágio 304 e repete as etapas discutidas acima. Se não há nós de demanda adicionais, a programação é completada. O sistema pode emitir uma CTM total esperada resultante da adição de todas as CTMs individuais associadas aos fragmentos de programação.

Como indicado acima com referência à FIG. 1, o sistema pode ajustar os recursos e repetir ou o processo de programação inteiro ou uma porção do processo de programação. O ajuste dos recursos pode ser com base na informação sobre as causas das demandas puladas adquiridas quando as demandas são marcadas nas etapas 324, 328, e 332. Por exemplo, se as marcas indicam que numerosas demandas estão sendo puladas para uma escassez de atendentes de vôo qualificados nos aviões da Embraer, e que essa escassez ocorre primeiramente em 31 de Março e mais tarde, o sistema pode ajustar o banco de dados de recursos para indicar que há atendentes de vôo adicionais assim qualificados e emite uma indicação que tais atendentes de vôo adicionais devem ser contratados e treinado para estarem disponíveis a partir de 31 de Março. O sistema pode re-calcular a inteira programação com base na suposição que um certo número de atendentes de vôo adicionais estará disponível a partir de 31 de Março em diante. De forma alternativa, se

as demandas foram ordenadas de acordo com a data e hora de partida, o sistema pode re-calcular somente a porção de uma programação a partir de 31 de Março em diante, e concatenar a programação re-calculada com a programação calculada anterior antes de 31 de Março para formar uma programação composta. A CTM total para a programação re-calculada pode ser comparada com a CTM para a programação original, para determinar se a mudança sugerida nos recursos é desejável do ponto de vista econômico. Da mesma forma, se as indicações de nós pulados sugerem que aviões adicionais de um tipo particular devem se tornar disponíveis, o sistema pode alterar o banco de dados de recursos para indicar que tais aviões adicionais estão disponíveis, re-calcular a programação ou uma porção da programação com tais indicações, e comparar a CTM da programação com a CTM da programação original para determinar a vantagem que pode ser obtida através da aquisição ou leasing de mais aviões.

Um processo de acordo com uma outra modalidade da invenção,, de forma esquemática, ilustrado na FIG. 13, utiliza demandas similares àquelas discutidas acima. As demandas podem ser formuladas no estágio 400 essencialmente pelo mesmo processo como discutido acima com referência às FIGS. 2 - 9. Aqui de novo, cada demanda pode incluir uma origem, uma destinação, e uma hora de partida ou uma hora de chegada desejadas, e também de forma desejável inclui informação especificando uma carga estimada tal com uma carga de passageiros em cada classe de tarifa no caso de uma companhia de linha aérea. Aqui de novo, cada demanda pode incluir informação relacionando carga (tal como carga de passageiro ou carga de passageiro em cada classe de tarifa) para a hora de partida ou uma hora de chegada. Aqui de novo, o sistema mantém um banco de dados de recursos que inclui pelo menos, uma lista de veículos, e inclui, de forma desejável, uma lista de veículos tendo informação como discutido acima tal como o estado de cada veículo, como por exemplo, dispostos em um particular terminal tal

como um aeroporto ou em uma rota, para cada hora durante o intervalo futuro que é para ser englobado pela programação. O banco de dados, de forma desejável, também inclui outros recursos, como por exemplo, portões e tripulações do terminal, e inclui, de forma desejável, a mesma informação como discutido acima. Aqui de novo, no início do procedimento de programação, o banco de dados está em um estado inicial.

O sistema seleciona um particular veículo a parti do banco de dados no estágio 404. Esta seleção pode ser com base em uma ordenação dos veículos por tipo ou mesmo por identidade do veículo. Por exemplo, uma companhia de linha aérea pode escolher programar seus mais caros aviões primeiro, a fim de fazer o melhor uso desses particulares aviões, no qual caso, os mais caros aviões seriam os primeiros na ordem dos veículos, e então, um desses mais caros aviões seria selecionado primeiro. Tendo selecionado um particular veículo, o sistema no estágio 406 avalia o estado do veículo, encontra a próxima hora quando o veículo estará disponível, e seleciona um conjunto de demandas factíveis que poderia ser encontradas de forma concebível através do uso do veículo selecionado. Por exemplo, se o veículo selecionado está listado no banco de dados como estando ocupado em manutenção ou em operações previamente programadas através de um particular date e hora, o sistema pode selecionar um conjunto de demandas factíveis excluindo aquelas demandas tendo horas de partida antes da particular data e hora quando o veículo se tornará disponível. Também, o sistema neste estágio pode excluir demandas que não são factíveis para o particular veículo, como por exemplo, aquelas demandas procurando por um aeroporto de destino tendo luzes de pista menores do que as requeridas por uma aeronave em questão, ou tendo uma distância de vôo maior do que a autonomia de vôo da aeronave em questão. O sistema pode também excluir demandas que podem ser factíveis tecnicamente mas altamente improváveis de conduzir a um resultado rentável ser servido com este particular veículo,

como por exemplo, demandas com origens localizadas mais do que uma certa distância da localização do veículo como indicado pelo banco de dados. É possível omitir este estágio e usar como o conjunto de demandas todas as demandas no banco de dados; as demandas não factíveis podem ser
5 excluídas durante estágios posteriores. Contudo, selecionar um conjunto de demandas factíveis reduz o número de cálculos.

No estágio 408, o sistema seleciona uma das demandas no conjunto a partir do estágio 406, e então, no estágio 410, calcula um fragmento de programação para a demanda com base na suposição que o
10 particular veículo selecionado no estágio 404 será usado para atender aquela demanda. O estágio de calcular um fragmento de programação pode ser efetuado usando etapas similares àquelas discutidas acima a fim de selecionar os melhores recursos, tais como tripulação e portões, para completar o fragmento de programação e ajustar a hora de partida, se necessário, para uma
15 hora de partida ou após a hora de disponibilidade da aeronave. Aqui de novo, o sistema calcula uma função de resultado no estágio 412 para o possível fragmento de programação resultante do estágio 410. Como discutido acima, uma função de resultado pode incluir a resultado financeiro tal como CTM para o possível fragmento de programação. Uma função de resultado pode
20 incluir, de modo opcional, uma penalidade o tempo ocioso passado pela aeronave a partir de sua hora de disponibilidade para a hora de partida. No estágio 414, o sistema determina se todas as demandas no conjunto de demandas do estágio 406 foram processadas. Se não, o sistema retorna à etapa 408, seleciona uma outra demanda a partir do conjunto, e repete etapas 410 e
25 412 para aquela demanda, a fim de fornecer um possível fragmento de programação e a função de resultado associada, para a próxima demanda. Este processo continua até todas as demandas factíveis terem sido processadas para conduzir a possíveis fragmentos de programações e funções de resultado associadas. O sistema então vai para o estágio 416, onde ele seleciona a

particular demanda que conduziu a melhor função de resultando, como por exemplo, a mais alta CTM de todas as demandas no conjunto do estágio 406. A esse respeito, se o estágio 406 foi omitido, ou usado critérios bem amplos tal que o conjunto inclui demandas não factíveis, o sistema irá determinar a possibilidade de ser factível durante o estágio de calcular um fragmento de programação possível (etapa 410), e irá excluir qualquer demanda que resultou da não possibilidade de ser factível da seleção no estágio 416.

Uma vez que o melhor resultado foi selecionado, um fragmento de programação é configurado considerando as condições especificadas no possível fragmento de programação associado com o melhor e comprometendo os recursos, incluindo o veículo selecionado e outro recursos, para aquele fragmento de programação. Assim sendo, o banco de dados é atualizado no estágio 418 para um novo estado, indicando que o veículo selecionado e qualquer outro recurso usado no conjunto do fragmento de programação estão comprometidos. Uma vez que o novo estado foi configurado, o sistema retorna de novo ao estágio 406 e seleciona um novo conjunto de demandas factíveis para a aeronave selecionada com base no novo estado. Por exemplo, se o última anterior passagem através das etapas 406 - 416 resultados na configuração de um fragmento de programação que toma o veículo para San Francisco como sua destinação, e que torna o veículo disponível para ainda uso em 3:00 p.m. em uma data particular, a próxima passagem através das etapas 406 - 416 vai resultar na seleção de uma demanda que melhor utiliza a aeronave com base na sua posição em San Francisco e sua hora de disponibilidade de 3:00 p.m. naquela data. Este processo continua até que, no estágio 420, o sistema determina que o veículo está completamente programado através do intervalo de tempo a ser coberto pela programação sendo gerada. Se o veículo foi programado completamente, o sistema verifica no estágio 424 para determinar se este é o último veículo a ser programado. Se não, o sistema vai de volta à etapa 404, seleciona o

próximo veículo e repete as etapas 406 - 420 com aquele veículo, a fim de desenvolver uma programação completa para o próximo veículo na mesma maneira; e o processo se repete até todos os veículos terem sido programados, onde quando a programação está completa.

- 5 Programar nesta maneira usa, a mesma abordagem geral como discutido acima com referência à FIG. 10, i. e., pegando condições que minimizem o custo ou maximizem algum outro resultado para uma particular operação de voo. Nesta modalidade, contudo, as demandas são endereçadas na ordem em que elas se tornam factíveis para um particular aeronave.
- 10 Colocado de outro modo, esta modalidade segue uma aeronave através da programação e encontra o melhor uso para aquela aeronave a qualquer hora durante a programação, repete o processo até a aeronave ter sido totalmente programado para os intervalos de tempo requeridos. Em uma variante deste processo, o sistema pode não computar a programação inteira para cada
- 15 veículo antes de selecionar o próximo veículo. Por exemplo, após configurar um novo estado gravando um fragmento de programação para um particular veículo, o sistema pode ir de volta à etapa 404 e selecionar um outro veículo. O estágio de selecionar um veículo pode ser configurado nesta modalidade para selecionar um veículo de entre todos os veículos de um tipo particular
- 20 com base no número de vezes que o veículo foi selecionado, tal que o veículo que foi selecionado previamente o menor número de vezes será pego. Nesta maneira, o sistema essencialmente encontra o melhor uso para cada veículo em uma primeira operação começando a partir do estado inicial. Então, quando o estado do sistema indica que cada veículo foi programado para uma
- 25 primeira operação, o sistema procura o melhor uso de cada veículo uma vez mais para uma segunda operação. Este processo continua até todos os veículos terem sido programados do começo ao fim do intervalo de tempo inteiro a ser coberto pela programação.

Em cada uma dessas modalidades, após a programação

completa ter sido formulada, ou um operador humano ou o sistema pode decidir ajustar os recursos como indicado, de forma esquemática, no estágio 428, ou mudar a estratégia, através das quais as demandas são formuladas como indicado, de forma esquemática, no estágio 430 e repetir o processo para gerar uma outra programação. Aqui de novo, programações desenvolvidas com vários conjuntos de recursos, e estratégias diferentes podem ser geradas de forma rápida e podem ser comparadas uma com a outra.

Em ainda uma outra variante, o sistema pode usar a abordagem de programação de veículos ordenados como discutida acima com referência à FIG. 13 para configurar uma porção da programação, e pode usar a abordagem de demanda ordenada discutida com referência à FIG. 11 para configurar a outra porção da programação. Nestas modalidades discutidas acima, o processo de programação inclui recursos outros do que veículos, i. e., tripulação e portões de aeroporto. Em uma mais limitada variante, os processos de programação discutidos aqui podem ser usados para programar somente veículos, e processos externos podem ser usados para programar outros recursos. Nesta mais limitada, o banco de dados pode incluir somente informação pertinente aos veículos.

Os sistemas discutidos acima, de forma desejável, fornecem horas para manutenção dos veículos. Por exemplo, a aeronave tipicamente precisa ser revisada ao final de cada voo. A manutenção deste tipo tipicamente requer um intervalo fixo e pode ser efetuada em qualquer localização. Por conseguinte, o sistema, de forma desejável, simplesmente adiciona um intervalo para manutenção ao final de cada voo. Outra manutenção, comumente referida como manutenção “11C” e “D”, precisa ser efetuada em centros de manutenção específicos, que pode ou pode não estar em terminais servido pela companhia de linha aérea. A manutenção desse tipo precisa ser efetuada em intervalos estabelecidos por regras que podem incluir, por exemplo, número especificado de horas de voo, subidas ou aterrissagens,

ou dias de serviço, ou alguma combinação desses. Como estabelecido acima, os banco de dados de recursos mantidos pelo sistema contém informação de estado para cada aeronave, que inclui esses fatores. O sistema pode rever o banco de dados ou a porção do banco de dados pertencente a um particular aeronave cada vez que a aeronave é incorporada em um fragmento de programação. Se o estado da aeronave ao final do novo fragmento de programação for tal que a aeronave requer manutenção, o sistema pode simplesmente programar a aeronave a priori para a particular manutenção requerida, marcar o banco de dados de recursos para indicar que a aeronave 5 estará fora de serviço para o intervalo requerido (tipicamente dias ou semanas), e passa um sinal para um sistema de controle de manutenção ou para um operador humano indicando quando a aeronave se tornará disponível para manutenção e o tipo de manutenção requerida. Em uma variante adicional, se a informação de estado para um particular aeronave indica que o 10 tempo limite para manutenção está se aproximando, o sistema pode configurar um custo baixo artificialmente para a aeronave voar para uma destinação na ou próxima da base de manutenção apropriada, assim sendo aumentando a probabilidade que a próxima demanda programada tomará a aeronave para ou próximo a base de manutenção. A habilidade de interagir 15 como os sistemas de manutenção e programar a aeronave de modo realístico com conhecimento total da manutenção requerida fornece uma vantagem significativa.

Cada um dos sistemas discutido acima começa o processo de programação com base no estado inicial da aeronave e outro recursos, e 25 constrói o banco de dados de estados futuros que as aeronaves são esperadas de estarem nas horas futuras gerando os fragmentos de programações. Mais tipicamente, o estado inicial é um estado prognosticado em alguma hora após a operação de programação ser efetuada. Por exemplo, uma companhia de linha aérea pode usar o sistema durante o mês de Janeiro para gerar a

programação para operações durante os meses de Julho e Agosto, tal programação sendo com base em um estado inicial assumido de 1 de Julho. Contudo, porque o processo de programação é extremamente rápido, ele pode ser usado como uma ferramenta de programação em tempo real, com o estado inicial sendo um estado observado na data da programação. Assim sendo, o processo de programação pode permitir à companhia de linha aérea reagir a eventos efetivos tais como perturbações atmosféricas pegando a mais eficiente programação para voar daquela data em diante.

Na discussão acima, uma função de resultado foi colocada em termos de resultados financeiros, tal como CTM. Contudo, resultado não financeiros também podem ser avaliados. Por exemplo, uma função de resultado para uma particular demanda pode incluir tempo de espera para passageiros se transferindo de vôos alimentadores. O tempo de espera pode ser avaliado de forma independente, ou pode ser transladado em um custo financeiro refletindo a expectativa da companhia de linha aérea que um passageiro incomodado por um grande tempo de espera se torne um cliente menos leal. Tal um custo pode ser subtraído da CTM para acarretar uma função de resultado final.

A computação discutida acima pode ser efetuada usando um computador de propósito geral convencional 500 (FIG. 14) que inclui os elementos normais de um computador, tal como um processador, e uma memória para manter o banco de dados de recursos e fragmentos de programação. O computador também inclui um elemento de programação que inclui um meio legível de computador 501 e um programa armazenado em tal meio, o programa sendo operacional para forçar o computador a efetuar as etapas discutidas acima. O meio 501 pode ser separado da memória usada para armazenar o banco de dados de recursos e os fragmentos de programação, ou pode ser integrado com ela, Por exemplo, o meio 501 pode ser um disco, uma fita ou memória em estado sólido incorporado no

computador. Como mostrado de forma simbólica na FIG. 14, um sistema para efetuar esses cálculos inclui um computador 500 programado para efetuar as operações discutidas acima; e também inclui um ou mais nós de entrada 502 para fornecer informação de entrada que pelo menos, de forma parcial, define os serviços a serem fornecidos na operação de transporte a ser programada. Na modalidade representada, os nós de entrada 502 são mostrados como terminais de entrada, e esses nós podem ser usados para fornecer qualquer dos elementos de informação a serem processados nos métodos como discutido acima. O sistema ainda inclui pelo menos, um nó de saída 506 arrumado para receber informação representando pelo menos, algum dos recursos designado para o fragmento de programações a partir do computador 500. De forma desejável, cada nó de saída 506 é arrumado para mostrar ou emitir esta informação em forma legível para o ser humano, como por exemplo, em uma tela de exibição ou impressora. Embora os nós de entrada 502 e os nós de saída 506 são mostrados separadamente, esses nós podem ser combinados um com o outro. Os nós de entrada e saída podem ser conectadas ao computador 500 diretamente se os nós estão na mesma localização que o computador. Os nós 502 e 506 podem ser dispostos em localizações distantes do computador 500, e podem ser conectados ao computador através de qualquer meio adequado de comunicação, como por exemplo, através de uma conexão local através de uma rede tal como a Internet 504, de forma esquemática, representado na FIG. 14. Embora um computador 500 seja mostrado como um único elemento na FIG. 14, os elementos de computador 500 podem ser distribuídos em várias localizações conectados um com o outro através de qualquer meio adequado de comunicação. Também, embora os nós de entrada e de saída, de forma desejável estejam ligados ao computador 500 através de uma rede ou outra forma de comunicação instantânea, isto não é essencial; os nós de entrada e saída podem ser arrumados para fornecer a informação de entrada e receber a informação de saída em cópia em papel ou em mídia

eletrônica adequada que possa ser fisicamente transportada entre os nós e o computador.

Os nós de entrada e nós de saída do computador formam parte de um grande sistema de sistema de transporte que inclui veículos tal como uma aeronave 508, e terminais 510 tal como aeroportos. Como discutido
5 acima, a programação define rotas entre terminais 510, que correspondem a rotas físicas 512. Os nós de entrada e saída podem ser localizadas em um ou mais dos terminais 510, ou em uma outra localização.

Embora a invenção aqui tenha sido descrita com referência a
10 modalidades particulares, é para ser entendido que essas modalidades são, meramente ilustrativas dos princípios e aplicações da presente invenção. É, por conseguinte, para ser entendido que numerosas modificações podem ser feitas para as modalidades ilustrativas e que outros arranjos podem ser concebidos sem fugir do espírito e escopo da presente invenção como
15 definida pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método implementado por computador para gerar uma programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

- 5 a) fornecer uma lista ordenada de uma grande quantidade de demandas para transporte entre uma grande quantidade de origens e uma grande quantidade de destinos, cada demanda sendo associada com uma origem, uma destino e um tempo de partida ou um tempo de chegada;
- usando um computador para:
- 10 b) estabelecer um fragmento de programação para satisfazer uma das demandas na lista ordenada, o estágio de estabelecimento do fragmento de programação incluindo recursos designados de uma ou mais listas de recursos disponíveis, e
- c) modificar a uma ou mais listas de recursos disponíveis para
- 15 indicar um estado revisado com base no uso dos recursos no estágio (b); e
- d) repetir os estágios (b) e (c) tal que os estágios (b) e (c) sejam efetuados para uma grande quantidade de demandas de acordo com a ordem das demandas na lista e tal que o estágio (b) para cada demanda é efetuado usando o estado resultante proveniente do estágio (c) para a próxima
- 20 demanda prévia.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação para a demanda inclui ajustar um tempo de partida dentro de um intervalo de tempos adjacente a um tempo de partida na demanda.

- 25 3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação inclui determinar pelo menos, um resultado com base na informação relacionando o tempo de partida a carregar para a demanda.

4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo

fato de que o intervalo de tempos é selecionado com base pelo menos, em parte quando dos fragmentos de programação determinados anteriormente para outras demandas.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação é efetuado tal que uma função de resultado para o fragmento de programação coincide com um ou mais critérios.

10 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o um ou mais critérios incluem maximização ou minimização da função de resultado para o fragmento de programação.

7. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que uma função de resultado inclui um ou mais valores financeiros para o fragmento de programação.

15 8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente agregar os valores financeiros para os fragmentos de programação para derivar um valor financeiro de agregação para a programação.

20 9. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que cada demanda inclui uma carga prevista, ainda inclui o estágio de derivar as cargas previstas para as demandas com base pelo menos, em parte em uma um ou mais estimativas do comportamento do mercado.

25 10. Método de acordo com a reivindicação 9 caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente os estágios de ajustar a uma ou mais estimativa do comportamento do mercado, e repetir os estágios antes mencionados usando as estimativas ajustadas do comportamento do mercado.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o estágio de ajustar a uma ou mais estimativas do comportamento do mercado, inclui ajustar pelo menos, um aspecto de um preço a ser cobrado para o transporte e do valor a ser oferecido em tal

transporte e aplicar uma relação estimada entre o pelo menos, um aspecto do preço e do valor e da demanda para o transporte.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o pelo menos, um aspecto do preço e do valor inclui a
5 quantidade a ser paga por um cliente para o transporte.

13. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o pelo menos, um aspecto do preço e do valor inclui um nível de um serviço auxiliar fornecido a um cliente em troca da aquisição do transporte.

10 14. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente os estágios de modificar os recursos, repetir os estágios antes mencionados para pelo menos, algumas das demandas usando os recursos modificados.

15 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente o estágio de comparar os valores financeiros de agregação alcançados com diferentes conjuntos de recursos.

20 16. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação para a demanda inclui avaliar uma função de resultado para a demanda e não programar nenhum serviço para a demanda se uma função de resultado coincide com um ou mais critérios de eliminação.

17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que um ou mais critérios de eliminação incluem a ausência de um ou mais critérios de retenção.

25 18. Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que o estágio de fornecer uma lista ordenada inclui estabelecer uma grande quantidade de chaves de ordenação e ordenar as demandas de acordo com uma grande quantidade de chaves de ordenação.

19. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado

pelo fato de que as chaves de ordenação incluem um valor de continuidade indicativo de se uma demanda particular é uma de uma série de demandas a serem atendidas com sucesso através de um único veículo.

5 20. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado
pelo fato de que as chaves de ordenação incluem pelo menos, um valor financeiro para a demanda.

 21. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado
pelo fato de que as chaves de ordenação incluem pelo menos, um de tempo de partida e do tempo de chegada.

10 22. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado
pelo fato de que o estágio de fornecer uma lista ordenada ainda inclui um estágio de modificar uma lista ordenada de acordo com uma grande quantidade de chaves de ordenação com base em uma ou mais relações de continuidade entre demandas.

15 23. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado
pelo fato de compreender um estágio de modificar pelo menos, uma das demandas ou das chaves de ordenação e repetir os estágios antes mencionados.

20 24. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado
pelo fato de que a lista de recursos inclui um banco de dados de recursos disponíveis em localizações e tempos particulares e que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação para a demanda particular inclui deduzir recursos dos recursos disponíveis na origem.

25 25. Método de acordo com a reivindicação 24, caracterizado
pelo fato de que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação para uma demanda particular ainda inclui o estágio de adicionar recursos móveis para o banco de dados de recursos disponíveis no destino associado com uma demanda para um tempo seguindo um tempo de completar a operação associada com a demanda.

26. Método de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente o estágio de determinar se os recursos disponíveis na origem associada com a demanda para um tempo de partida desejada associado com a demanda são insuficientes para permitir a
5 operação associada com a demanda e, se assim, determinar a partir do banco de dados se existem recursos móveis em uma outra localização e se podem ser realocados para a origem em tempo para uma operação com o tempo de partida desejado.

27. Método de acordo com a reivindicação 26, caracterizado
10 pelo fato de compreender adicionalmente o estágio, se recursos móveis não podem ser realocados para a origem em tempo para uma operação com o tempo de partida desejado, de determinar o tempo de partida mais cedo factível após o tempo de partida desejado quando todos os recursos podem ser feitos disponíveis e de estabelecer um tempo de partida no tempo de partida
15 mais cedo factível.

28. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente retornar uma mensagem de erro indicando que indisponibilidade de um particular recurso impede o estabelecimento de um fragmento de programação para uma demanda
20 particular se nenhum tempo de partida mais cedo factível dentro de um intervalo de tempos de partida aceitáveis podem ser encontrados.

29. Método de acordo com a reivindicação 28, caracterizado pelo fato de compreender acumular informação de uma grande quantidade das mensagens de erro indicativas de que os recursos restringem a operação do
25 sistema de transporte.

30. Método de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente ajustar os recursos responsivos para a informação acumulada e repetir os estágios antes mencionados usando os recursos ajustados para pelo menos, algumas de umas demandas.

31. Método de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de que os recursos móveis incluem veículos.

32. Método de acordo com a reivindicação 28 caracterizado pelo fato de que os recursos móveis incluem tripulações.

5 33. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreender adicionalmente compilar os fragmentos de programações para formar uma programação e operar o sistema de transporte de acordo com a programação.

10 34. Método de acordo com a reivindicação 33, caracterizado pelo fato de que o sistema de transporte é uma companhia aérea.

35. Método implementado por computador para gerar uma programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

15 a) fornecer uma lista de uma grande quantidade de demandas para transporte entre uma grande quantidade de origens e uma grande quantidade de destinos, cada demanda sendo associada com uma origem, com uma destino e com pelo menos, um de um tempo de partida e um tempo de chegada, e uma lista de recursos incluindo uma grande quantidade de veículos e informação especificando a localização de cada veículo versus o tempo;

20 usando um computador para:

b) selecionar um veículo a partir dos veículos identificados em uma lista de recursos;

25 c) selecionar um das demandas a partir de uma lista das demandas e estabelecer um fragmento de programação para satisfazer a demanda selecionada designando o veículo selecionado para a demanda selecionada, e

d) modificar a lista de recursos e a lista de demandas para indicar um estado revisado com base no uso dos veículos e das demandas no estágio (c); e

e) repetir estágios (b) através de (d) tal que os estágios (b) até de (d) são efetuados para uma grande quantidade de demandas e tal que o estágio (c) para cada repetição é efetuado usando o estado resultante do estágio (d) para a próxima repetição prévia.

5 36. Método de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de que o estágio de selecionar um das demandas inclui avaliar uma função de resultado para cada uma de um conjunto de demandas com base no uso do veículo selecionado para coincidir com aquela demanda.

10 37. Método de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que, para cada demanda do conjunto de demandas, o estágio de avaliar uma função de resultado inclui ajustar um tempo de partida dentro de um intervalo de tempos adjacente a um tempo de partida na demanda com base pelo menos, em parte em um tempo de disponibilidade do veículo selecionado e em que o estágio de avaliar uma função de resultado é com base
15 pelo menos, em parte na informação relacionando o tempo de partida a carregar para a demanda.

38. Método de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que o estágio de selecionar uma demanda inclui selecionar a demanda a partir do conjunto que conduz a uma melhor função de resultado.

20 39. Método de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de que uma função de resultado inclui um ou mais valores funcionais.

40. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente agregar os valores financeiros para os fragmentos de programação para derivar um valor financeiro de agregação
25 para a programação.

41. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que cada demanda inclui a carga prevista, o método ainda incluindo o estágio de derivar as cargas previstas para as demandas com base

pelo menos, em parte em uma ou mais estimativas do comportamento do mercado.

42. Método de acordo com a reivindicação 41, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente os estágios de ajustar a uma ou mais estimativas do comportamento do mercado, e repetir os estágios antes mencionados usando a estimativa ajustada do comportamento do mercado.

43. Método de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de que o estágio de ajustar a uma ou mais estimativas do comportamento do mercado, inclui ajustar pelo menos, um aspecto de um preço a ser cobrado para o transporte e de um valor a ser oferecido em tal transporte e aplicar uma relação estimada entre o pelo menos, um aspecto do preço e do valor e da demanda para o transporte.

44. Sistema de programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

a) pelo menos, um nó de entrada possível de ser operado para receber informação de entrada pelo menos, de forma parcial, definindo serviços a serem fornecidos na operação de transporte;

b) um computador conectado ao pelo menos, um nó de entrada tal que a informação de entrada recebida através do nó de entrada será fornecida ao computador, o computador sendo possível de ser operado em resposta à informação de entrada para:

(1) manter uma lista ordenada de uma grande quantidade de demandas para transporte entre uma grande quantidade de origens e uma grande quantidade de destinos, cada demanda especificando uma particular origem, uma particular destino e pelo menos, um de um tempo para partida da particular origem e um tempo para chegada na particular destino;

(2) estabelecer um fragmento de programação para satisfazer uma das demandas na lista ordenada, o estágio de estabelecimento do fragmento de programação incluindo designar recursos de uma ou mais listas

de recursos disponíveis, o estágio de estabelecimento do fragmento de programação sendo efetuado tal que uma função de resultado para o fragmento de programação coincide com um ou mais critérios;

(3) modificar a uma ou mais listas de recursos disponíveis para
5 indicar um estado revisado com base no uso dos recursos no estágio (2); e

(4) repetir estágios (2) e (3) tal que estágios (2) e (3) são efetuados para uma grande quantidade de demandas de acordo com a ordem das demandas na lista e tal que estágio (2) para cada demanda é efetuado usando o estado resultante do estágio (3) para a próxima demanda prévia; e

10 c) pelo menos, um nó de saída conectado ao computador tal que informação de saída representando pelo menos, algum dos recursos designados para programar fragmentos serão fornecidos ao pelo menos, um nó de saída.

45. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado
15 pelo fato de que o computador é conectado com pelo menos, um nó de saída e com o pelo menos, um nó de entrada através de uma rede de comunicações eletrônicas.

46. Sistema de programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

20 a) pelo menos, um nó de entrada possível de ser operado para receber informação de entrada pelo menos, de forma parcial, definindo serviços a serem fornecidos na operação de transporte;

b) um computador conectado ao pelo menos, um nó de entrada tal que a informação de entrada recebida através do nó de entrada será
25 fornecida ao computador, o computador sendo possível de ser operado em resposta à informação de entrada para:

(1) manter uma lista de uma grande quantidade de demandas para o transporte entre uma grande quantidade de origens e uma grande quantidade de destinos, cada demanda sendo associada com uma origem, com

uma destino e com um tempo de partida ou tempo de chegada, e uma ou mais listas de recursos, incluindo uma grande quantidade de veículos e informação especificando a localização de cada veículo versus o tempo;

5 (2) selecionar a veículo a partir de um ou mais veículos identificados na lista de veículos;

 (3) selecionar uma das demandas a partir de uma lista das demandas e estabelecer um fragmento de programação para satisfazer demanda selecionada designando o veículo selecionado para a demanda selecionada;

10 (4) modificar a uma ou mais listas de veículos e a lista de demandas para indicar um estado revisado com base no uso de veículos e demandas no estágio (3); e

 (5) repetir estágios (2) até (4) tal que estágios (2) até (4) são efetuados para uma grande quantidade de demandas e tal que o estágio (3) para cada repetição é efetuado usando o estado resultante do estágio (4) para a repetição anterior.

20 47. Sistema de acordo com a reivindicação 44, caracterizado pelo fato de que o computador é conectado com pelo menos, um nó de saída e com o pelo menos, um nó de entrada através de uma rede de comunicações eletrônicas.

 48. Sistema de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

25 a) uma grande quantidade de veículos;
 b) uma grande quantidade de localizações de terminal;
 c) pelo menos, um nó de entrada possível de ser operado para receber informação de entrada pelo menos, de forma parcial, definindo serviços a serem fornecidos na operação de transporte;

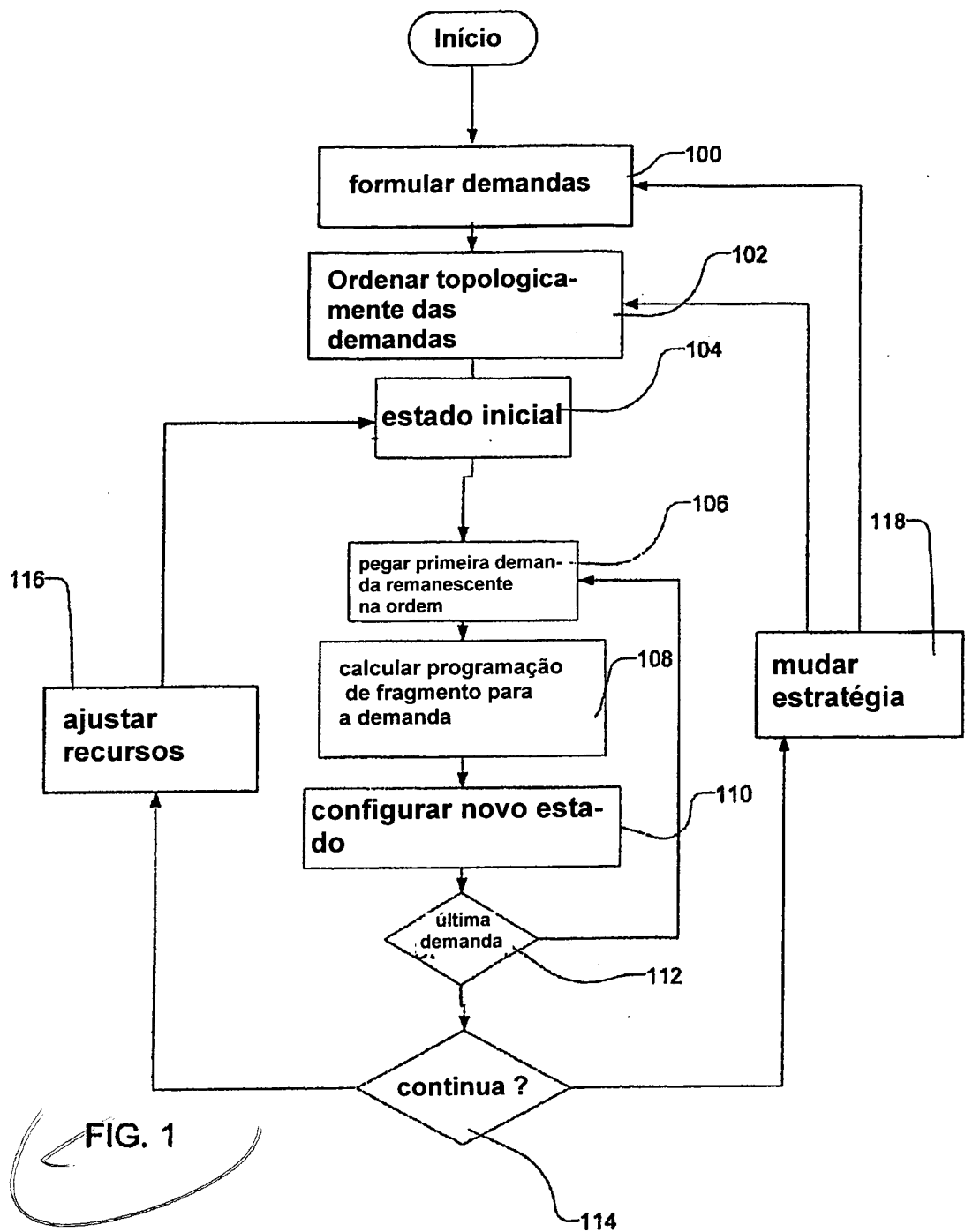
 d) um computador conectado ao pelo menos, um nó de entrada tal que a informação de entrada recebida através do nó de entrada será

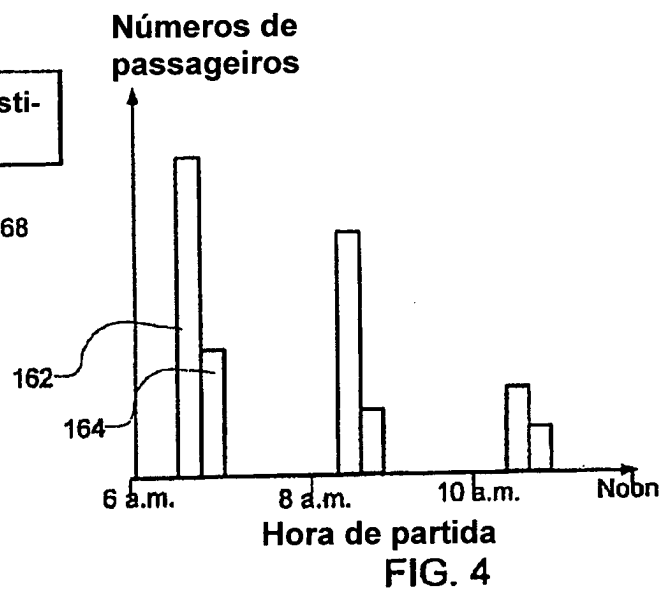
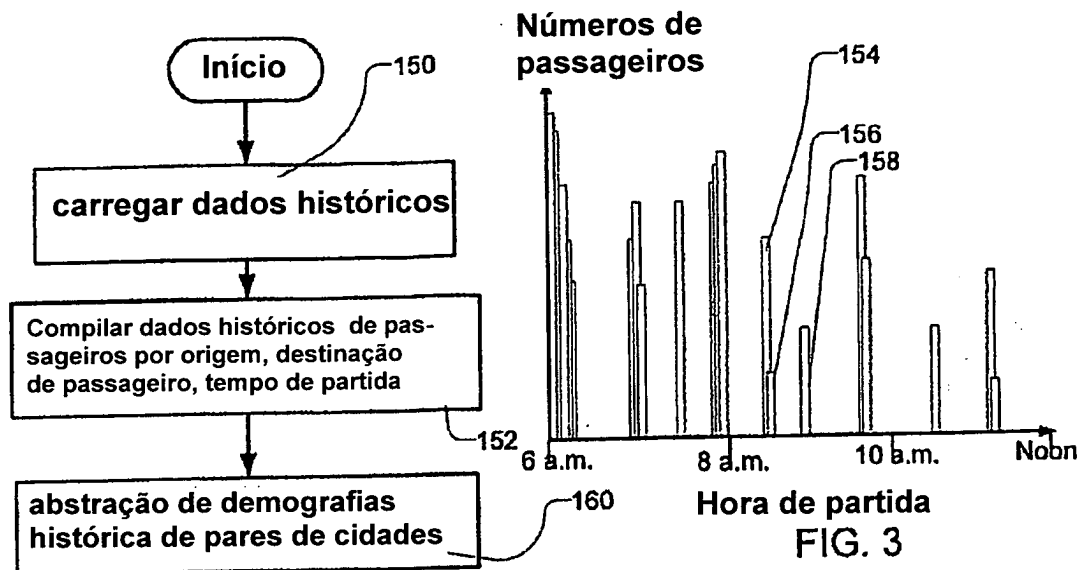
fornecida ao computador, o computador sendo possível de ser operado em resposta à informação de entrada para efetuar um processo de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 36 e

- 5 e) pelo menos, um nó de saída disposto em uma ou mais das localizações de terminais e conectado ao computador tal que a informação de saída representando os recursos designados para programar fragmentos através do processo serão fornecidos para o pelo menos, um nó de saída.

10 49. Sistema de transporte de acordo com a reivindicação 46, caracterizado pelo fato de que os veículos incluem aviões e as localizações de terminais incluem os aeroportos.

15 50. Elemento de programação para um computador, caracterizado pelo fato de compreender um meio legível por computador tendo nele um programa armazenado nele, o programa sendo operativo para forçar um computador a efetuar um método como definido na reivindicação 1 ou reivindicação 36.





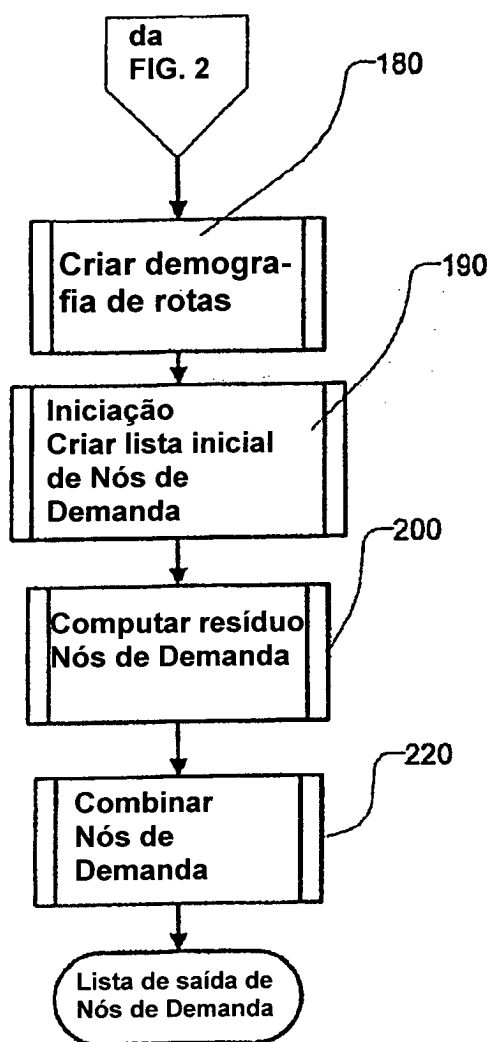


FIG. 5

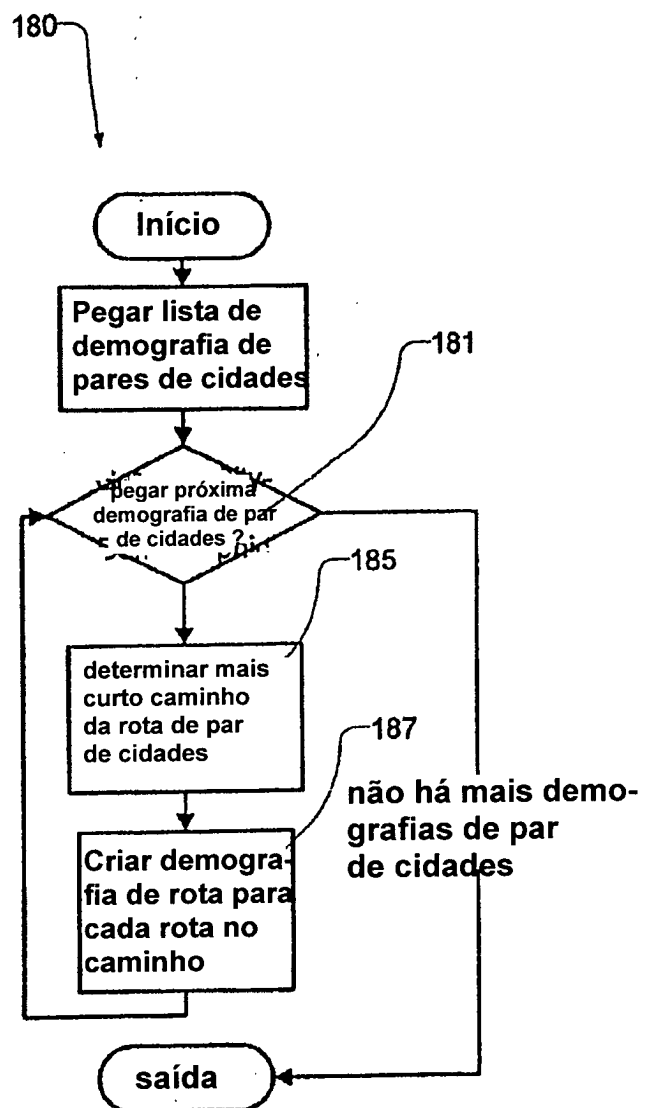


FIG. 6

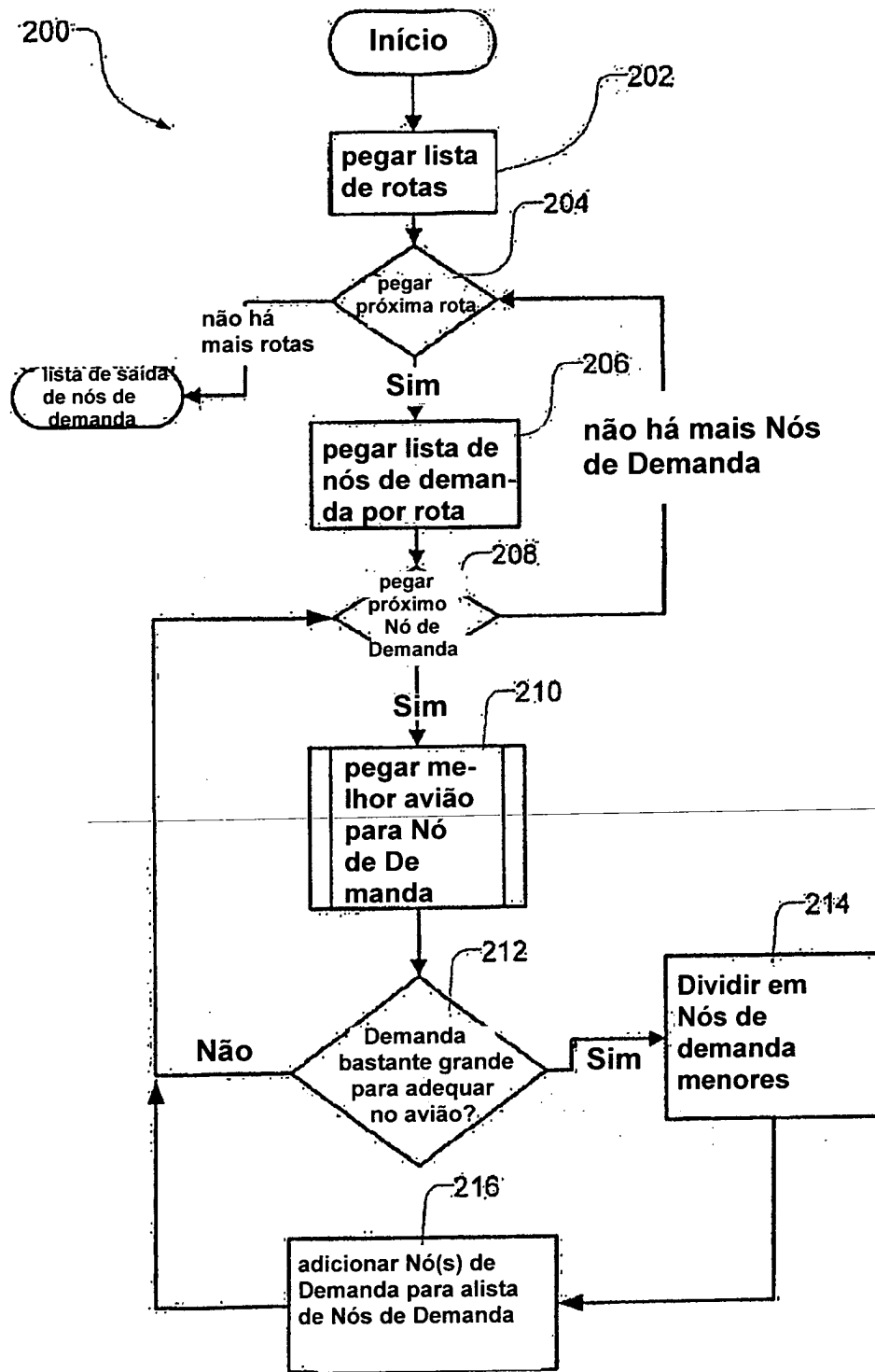


FIG. 7

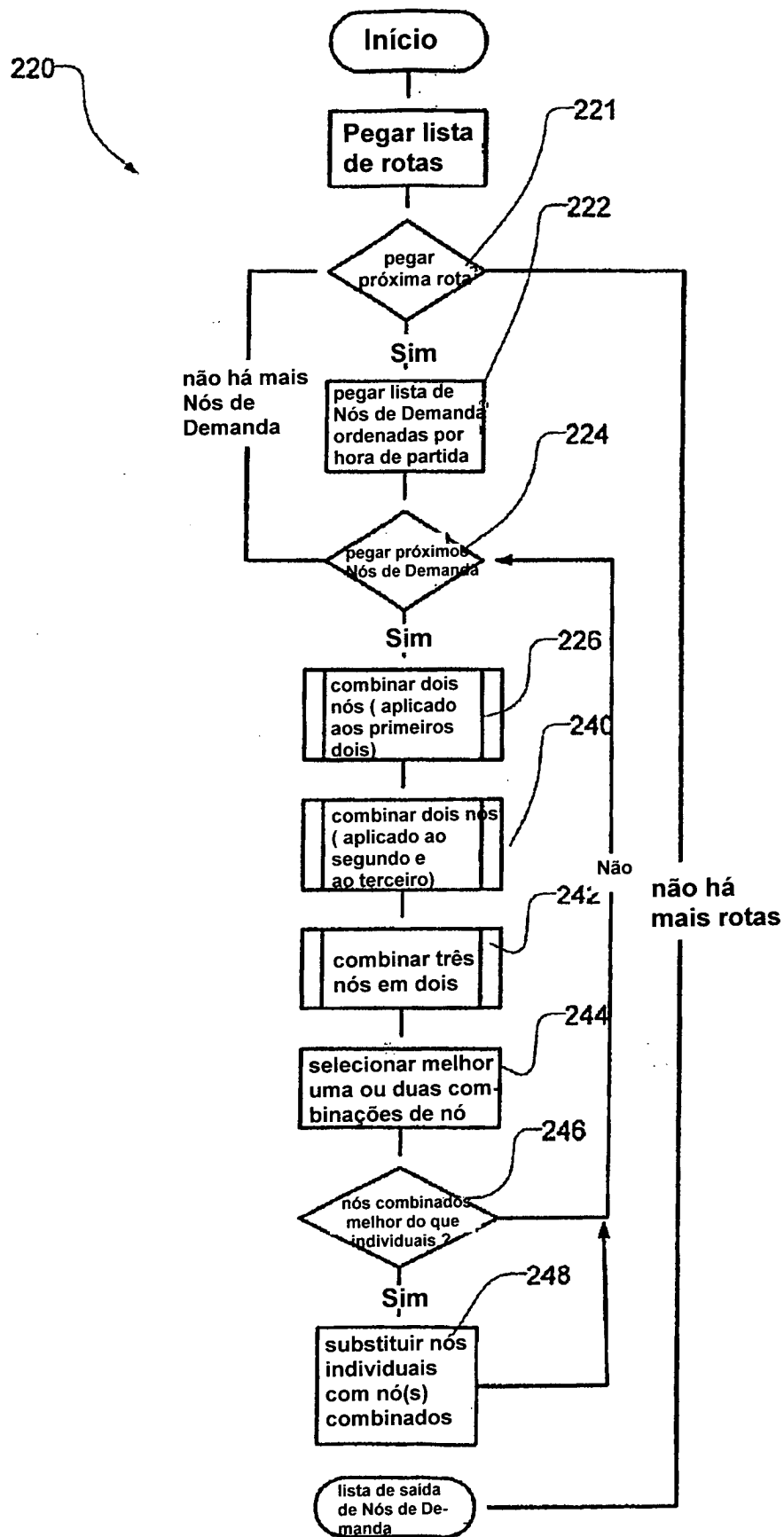
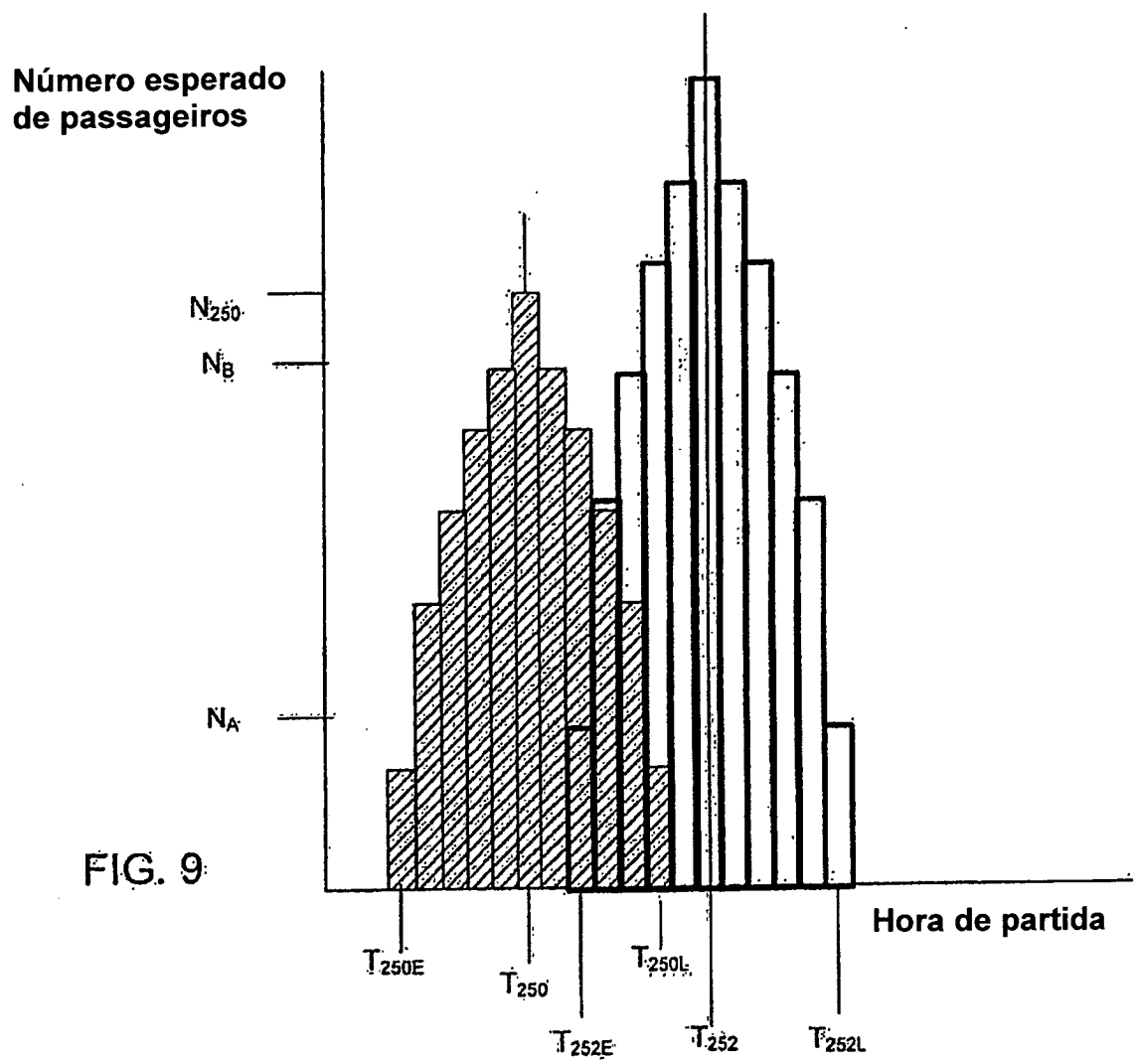


FIG. 8



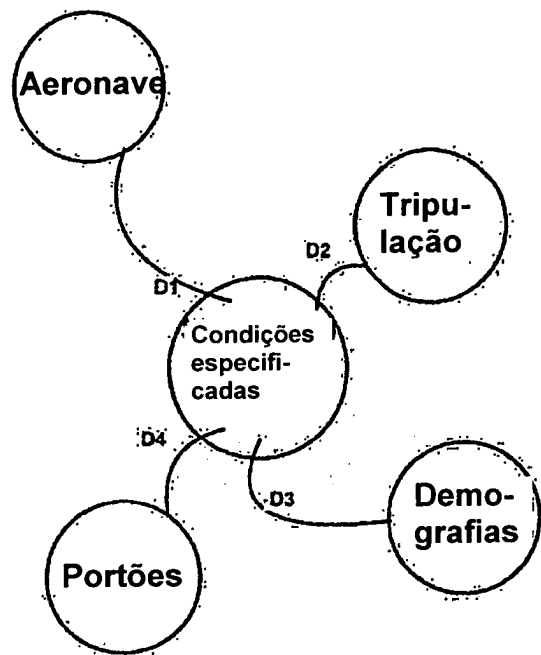
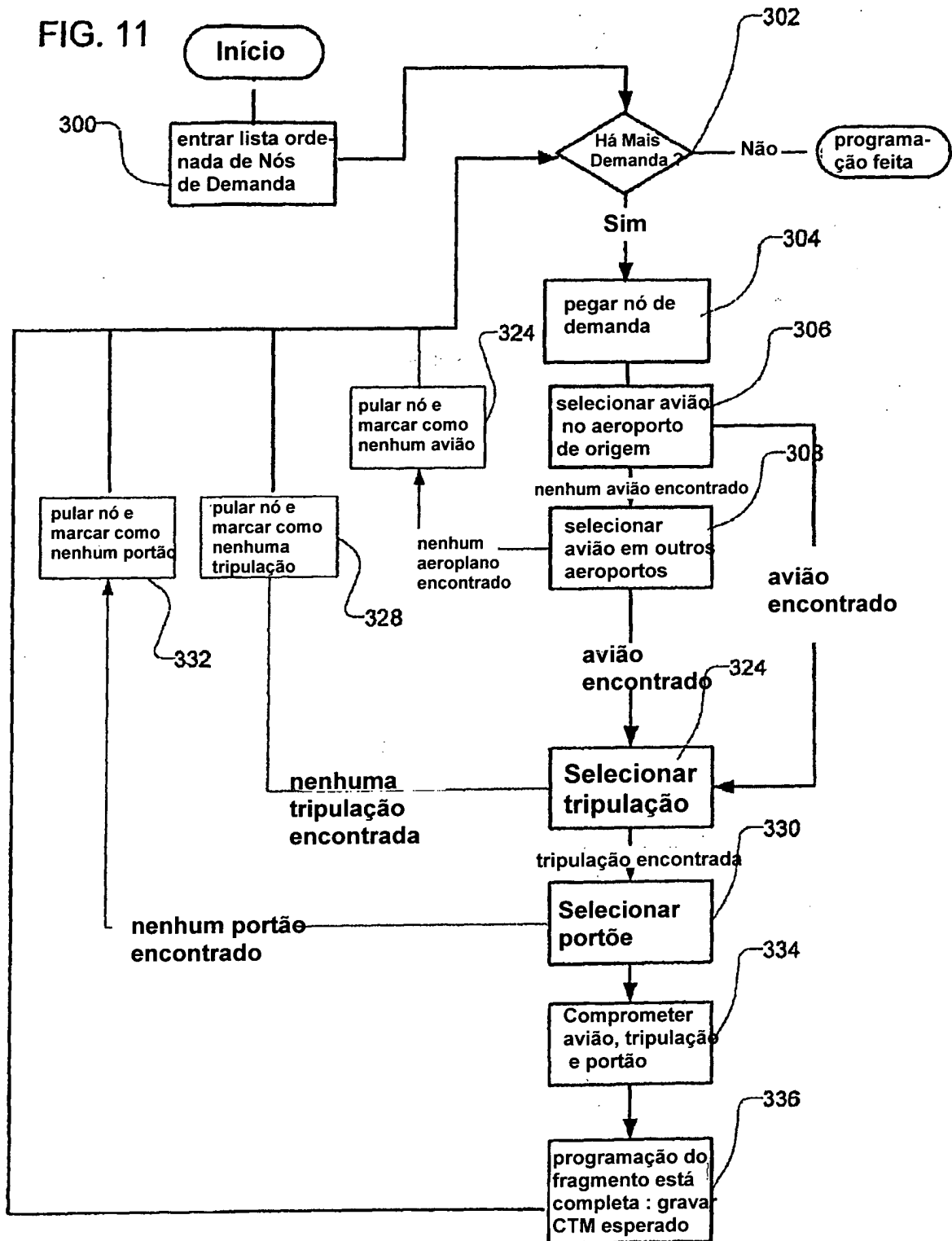


FIG. 10

FIG. 11



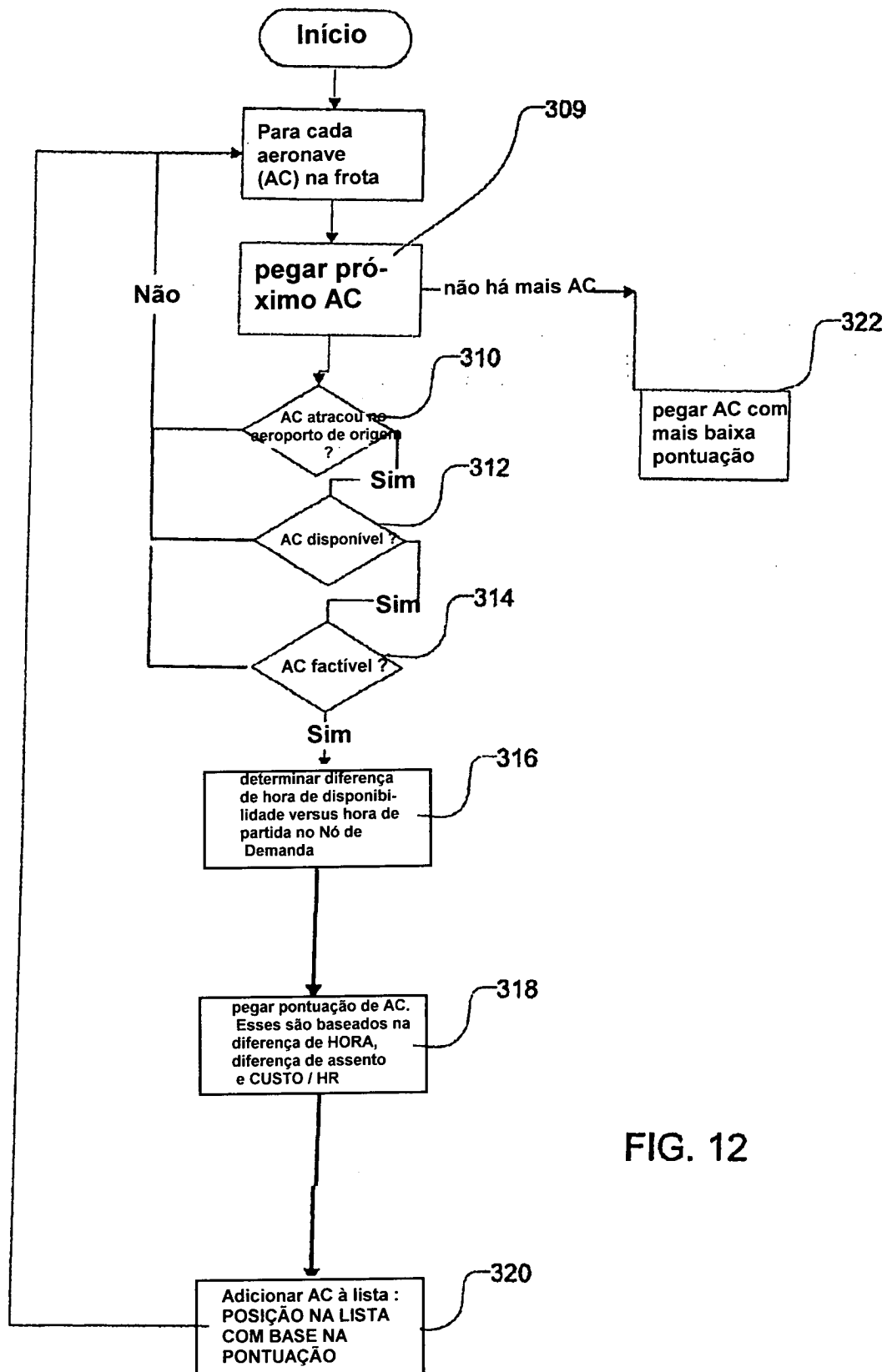


FIG. 12

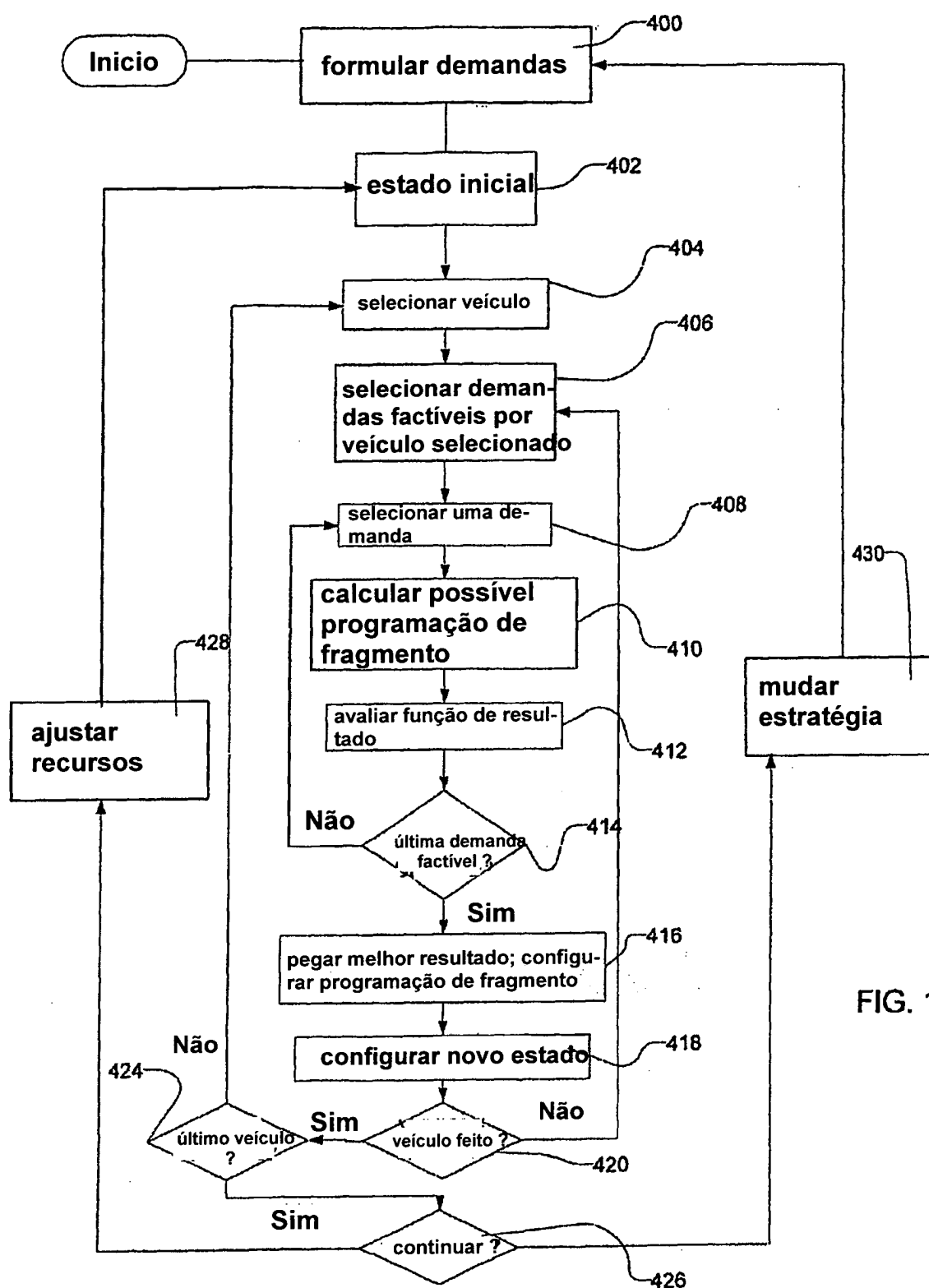
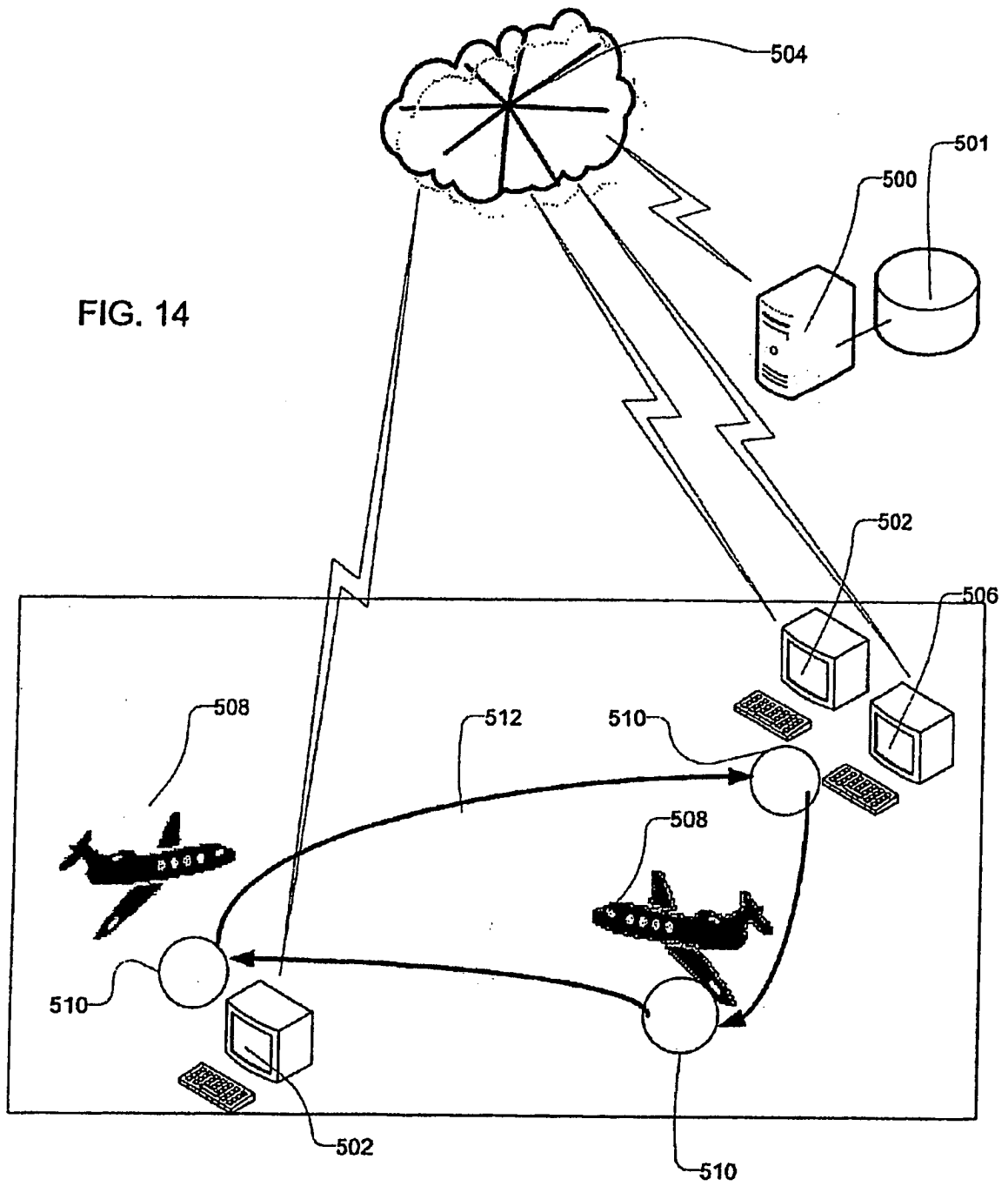


FIG. 13

FIG. 14



RESUMO

“MÉTODO IMPLEMENTADO POR COMPUTADOR PARA GERAR
 UMA PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE TRANSPORTE,
 SISTEMA DE PROGRAMAÇÃO PARA UMA OPERAÇÃO DE
 5 TRANSPORTE, SISTEMA DE TRANSPORTE, E, ELEMENTO DE
 PROGRAMAÇÃO PARA UM COMPUTADOR”

Métodos para programar uma operação de transporte tal como
 a operação de uma companhia de linha aérea. O método seleciona de forma
 desejável uma demanda (100) para transporte especificando uma origem, um
 10 destino, e tempo de chegada ou de partida e seleciona recursos de um banco
 de dados de recursos disponíveis tal como aeronave (508), tripulação, e
 portões de embarque. A seleção de recursos é conduzida de forma desejável a
 fim de otimizar uma função de resultado tal como contribuição à margens ou
 outro resultado financeiro da operação particular especificada na demanda.
 15 Quando do desenvolvimento de um fragmento de programação (108), os
 recursos especificados são compromissados, e o banco de dados de recursos
 disponíveis é modificado (110) para indicar que os recursos não estão mais
 disponíveis nos tempos relevantes. O sistema então trata outra demanda e
 repete o processo a fim de desenvolver uma programação completa.

A requerente apresenta novas vias das reivindicações para melhor esclarecer e definir o presente pedido.

REIVINDICAÇÕES

1. Método implementado por computador para gerar uma programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

5 a) fornecer uma lista ordenada de uma pluralidade de demandas para transporte entre uma pluralidade de origens e uma pluralidade de destinos, cada demanda sendo associada com uma origem, um destino e uma hora de partida ou uma hora de chegada;

usando um computador para:

10 b) estabelecer um fragmento de programação para satisfazer uma das demandas na lista ordenada, o estágio de estabelecimento do fragmento de programação incluindo recursos designados de uma ou mais listas de recursos disponíveis, e

15 c) modificar a uma ou mais listas de recursos disponíveis para indicar um estado revisado com base no uso dos recursos no estágio (b); e

20 d) repetir os estágios (b) e (c) tal que os estágios (b) e (c) sejam efetuados para uma pluralidade de demandas de acordo com a ordem das demandas na lista e tal que o estágio (b) para cada demanda é efetuado usando o estado resultante proveniente do estágio (c) para a próxima demanda prévia.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o estágio de ajuste de um fragmento de programação para a demanda inclui ajustar uma hora de partida dentro de um intervalo de horas adjacente a uma hora de partida na demanda.

25 3. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o estágio de ajuste de um fragmento de programação inclui determinar pelo menos, um resultado com base na informação relacionando a hora de partida a carregar para a demanda.

4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo

fato de que o intervalo de hora é selecionada com base pelo menos, em parte quando dos fragmentos de programação determinados anteriormente para outras demandas.

5 5. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o estágio de ajuste de um fragmento de programação é efetuado tal que uma função de resultado para o fragmento de programação coincide com um ou mais critérios.

10 6. Método de acordo com a reivindicação 1 caracterizado pelo fato de que o estágio de fornecer uma lista ordenada inclui estabelecer uma pluralidade de chaves de ordenação e ordenar as demandas de acordo com uma pluralidade de chaves de ordenação incluindo pelo menos um de (i) um valor de continuidade indicativo de se uma demanda particular é uma de uma série de demandas a serem atendidas com sucesso através de um único veículo; (ii) um valor financeiro para a demanda e (ii) uma hora de partida ou
15 hora de chegada para a demanda.

7. Método implementado por computador para gerar uma programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

20 a) fornecer uma lista de uma pluralidade de demandas para transporte entre uma pluralidade de origens e uma pluralidade de destinos, cada demanda sendo associada com uma origem, com um destino e com pelo menos, um de uma hora de partida e uma hora de chegada, e uma lista de recursos incluindo uma pluralidade de veículos e informação especificando a localização de cada veículo versus a hora;

25 usando um computador para:

b) selecionar um veículo a partir dos veículos identificados em uma lista de recursos;

c) selecionar um das demandas a partir de uma lista das demandas, o estágio de selecionar um das demandas inclui avaliar uma função

de resultado para cada uma de um conjunto de demandas com base no uso do veículo selecionado para coincidir com aquela demanda, o estágio de avaliar uma função de resultado incluindo ajustar uma hora de partida dentro de uma faixa de horas adjacentes a uma hora de partida associada com a demanda baseada pelo menos em parte de uma hora de disponibilidade do veículo selecionado;

d) estabelecer um fragmento de programação para satisfazer a demanda selecionada designando o veículo selecionado para a demanda selecionada, e

e) modificar a lista de recursos e a lista de demandas para indicar um estado revisado com base no uso dos veículos e das demandas no estágio (c); e

f) repetir estágios (b) através de (d) tal que os estágios (b) até (e) são efetuados para uma pluralidade de demandas e tal que o estágio (c) para cada repetição é efetuado usando o estado resultante do estágio (e) para a próxima repetição prévia.

8. Método de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o estágio de avaliar uma função de resultado é com base pelo menos, em parte na informação relacionando a hora de partida a carregar para a demanda.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o estágio de selecionar uma demanda inclui selecionar a demanda a partir do conjunto que conduz a uma melhor função de resultado.

10. Método de acordo com a reivindicação 5 ou 7 ou 9, caracterizado pelo fato de que uma função de resultado inclui um ou mais valores funcionais para o fragmento de programação, e em que o método ainda inclui o estágio de agregar os valores financeiros para os fragmentos de programação para derivar um valor financeiro de agregação para a programação.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que cada demanda inclui a carga prevista, o método ainda incluindo o estágio de derivar as cargas previstas para as demandas com base pelo menos, em parte em uma ou mais estimativas do comportamento do mercado, o método ainda compreende adicionalmente os estágios de ajustar a
5 uma ou mais estimativas do comportamento do mercado, e repetir os estágios antes mencionados usando a estimativa ajustada do comportamento do mercado.

12. Método de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o estágio de ajustar a uma ou mais estimativas do comportamento do mercado, inclui ajustar pelo menos, um aspecto de um preço a ser cobrado para o transporte e do valor a ser oferecido em tal transporte e aplicar uma relação estimada entre o pelo menos, um aspecto do preço e do valor e da demanda para o transporte.
10

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o pelo menos, um aspecto do preço e do valor inclui pelo menos um aspecto de preço e valor selecionado do grupo consistindo em (i) a quantidade a ser paga por um cliente para o transporte; e (ii) um nível de um serviço auxiliar fornecido a um cliente em troca da aquisição do transporte.
15

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente os estágios de modificar os recursos, repetir os estágios antes mencionados usando os recursos modificados, e comparar os valores financeiros de agregação alcançados com diferentes conjuntos de recursos.
20

15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que a lista de recursos inclui um banco de dados de recursos disponíveis em localizações e horas particulares e que o estágio de estabelecimento de um fragmento de programação para uma demanda particular inclui (i) deduzir recursos dos recursos disponíveis na
25

origem associada com a demanda particular, e (ii) adicionar recursos móveis para o banco de dados de recursos disponíveis no destino associado com a demanda para uma hora seguindo uma hora de completar esperado da operação associada com a demanda.

5 16. Método de acordo com a reivindicação 15, caracterizado
pelo fato de compreender adicionalmente o estágio de determinar se os
recursos disponíveis na origem associada com a demanda para uma hora de
partida desejada associada com a demanda são insuficientes para permitir a
operação associada com a demanda e, se assim, determinar a partir do banco
10 de dados se existem recursos móveis em uma outra localização e se podem ser
realocados para a origem em hora para uma operação com a hora de partida
desejado.

15 17. Método de acordo com a reivindicação 16, caracterizado
pelo fato de compreender adicionalmente o estágio, se recursos móveis não
podem ser realocados para a origem em hora para uma operação com a hora
de partida desejada, de determinar a hora de partida mais cedo factível após a
hora de partida desejada quando todos os recursos podem ser feitos
disponíveis e de estabelecer uma hora de partida na hora de partida mais cedo
factível.

20 18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado
pelo fato de compreender adicionalmente retornar uma mensagem de erro
indicando que indisponibilidade de um particular recurso impede o ajuste de
um fragmento de programação para uma demanda particular se nenhuma hora
de partida mais cedo factível dentro de um intervalo de horas de partida
25 aceitáveis podem ser encontradas, acumular informação de uma pluralidade
das mensagens de erro indicativas de que os recursos restringem a operação
do sistema de transporte, ajustar os recursos responsivos para a informação
acumulada e repetir os estágios antes mencionados usando os recursos
ajustados para pelo menos, algumas de umas demandas.

19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que compreender adicionalmente compilar os fragmentos de programações para formar uma programação e operar o sistema de transporte de acordo com a programação.

5 20. Sistema de programação para uma operação de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

a) pelo menos, um nó de entrada possível de ser operado para receber informação de entrada pelo menos, de forma parcial, definindo serviços a serem fornecidos na operação de transporte;

- 10 b) um computador conectado ao pelo menos, um nó de entrada tal que a informação de entrada recebida através do nó de entrada será fornecida ao computador, o computador sendo possível de ser operado em resposta à informação de entrada para realizar um método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18;

15 c) pelo menos, um nó de saída conectado ao computador tal que informação de saída representando pelo menos, algum dos recursos designados para programar fragmentos serão fornecidos ao pelo menos, um nó de saída.

20 21. Sistema de transporte, caracterizado pelo fato de compreender:

a) uma pluralidade de aviões;

b) uma pluralidade de aeroportos;

c) um sistema de programação como definido na reivindicação 20, em que pelo menos um nó de saída é disposto em um ou mais aeroportos.

25 22. Elemento de programação para um computador, caracterizado pelo fato de compreender um meio legível por computador tendo nele um programa armazenado nele, o programa sendo operativo para forçar um computador a efetuar um método como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 18.