

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Energia e
Automação Elétricas

ISSN 1413-2214
BT/PEA/0302

**Dimensionamento da Infra-Estrutura
para Automação de Terminais de
Granéis Sólidos**

**Fábio Del Papa
Eduardo Mário Dias**

São Paulo – 2003

O presente trabalho é um resumo da dissertação de mestrado apresentada por Fábio Del Papa, sob orientação do Prof. Dr. Eduardo Mário Dias: "Dimensionamento da Infra-Estrutura para Automação de Terminais de Granéis Sólidos", defendida em 27/01/2003, na EPUSP.

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na biblioteca de Engenharia de Eletricidade da Escola Politécnica da USP.

FICHA CATALOGRÁFICA

Papa, Fábio Del

Dimensionamento da infra-estrutura para automação de terminais de granéis sólidos / F. Del Papa, E.M. Dias. – São Paulo : EPUSP, 2003.

19 p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas, BT/PEA/0302)

1.Terminais marítimos (Automação) 2.Terminais de carga (Automação) I.Dias, Eduardo Mário II.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas III.Título IV.Série
ISSN 1413-2214

CDD 627.2
627.34

1328601

FÁBIO DEL PAPA

RESUMO

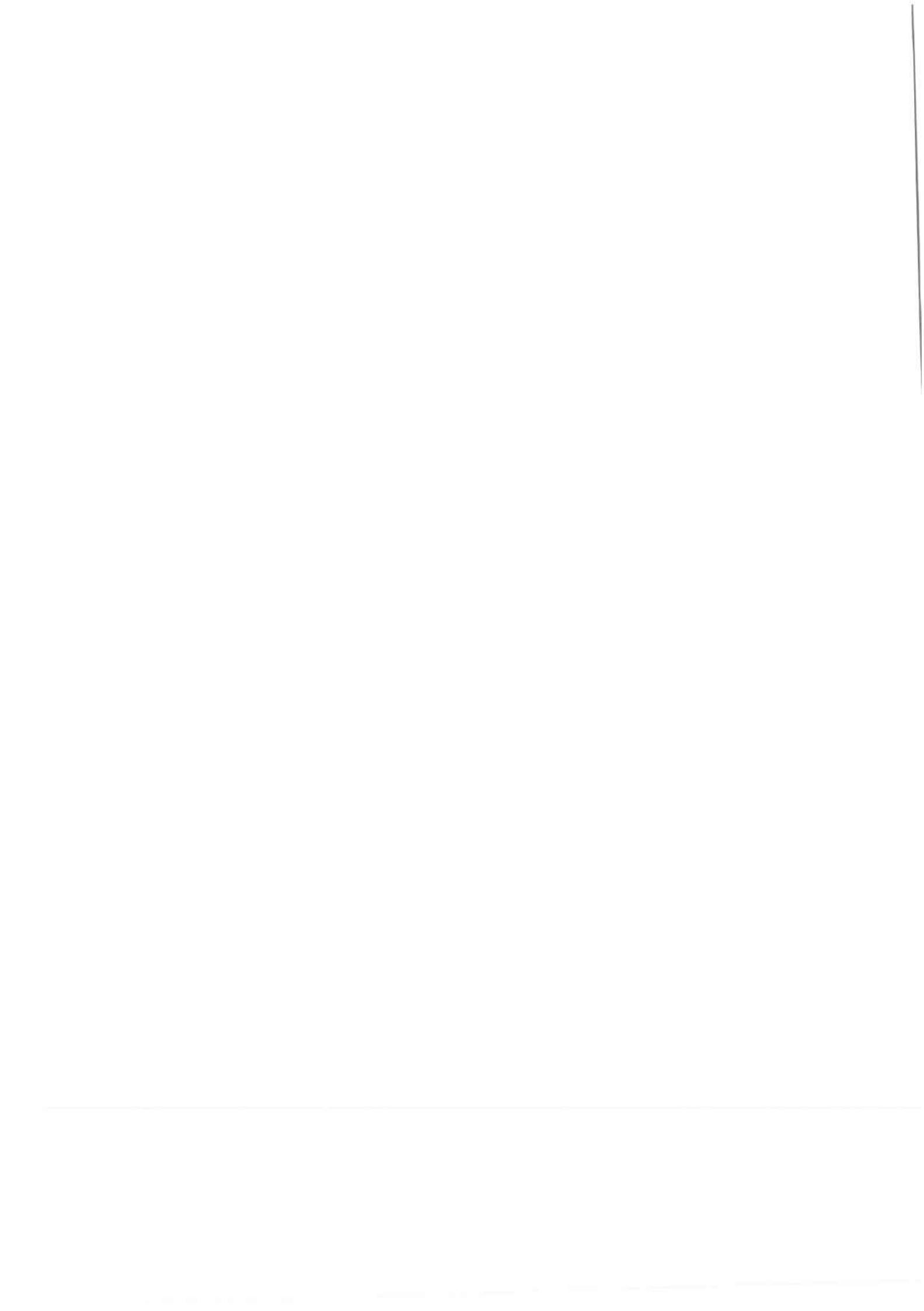
**DIMENSIONAMENTO DA INFRA-ESTRUTURA PARA AUTOMAÇÃO DE
TERMINAIS DE GRANÉIS SÓLIDOS**

Resumo da Dissertação de Mestrado
apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração :
Departamento de Engenharia de
Energia e Automação Elétrica.

Orientador:
Prof. Dr. Eduardo Mário Dias.

São Paulo
2002



RESUMO

O crescente aumento na movimentação de granéis sólidos ocorrido no Brasil nos últimos anos, está forçando os terminais de granéis sólidos a buscarem eficiência e rapidez nos seus serviços para atingir índices de produtividade compatíveis a esse aumento.

O modelo computacional desenvolvido permite o cálculo dos tempos de espera em fila, tempo de atendimento, taxa de ocupação dos equipamentos, as características dos equipamentos e dos recursos do terminal foram avaliadas de forma a contemplar não somente à questões tecnológicas, mas também a quantidade a ser utilizada.

Os softwares de simulação como o Arena são ferramentas auxiliares que ajudam a responder perguntas relacionadas aos investimentos necessários à melhoria do nível de serviço no terminal, com isso, o tomador de decisão dispõe de informações que viabilizam um dimensionamento adequado do terminal.

Para a simulação feita neste trabalho foi coletado dados e informações do Terminal 39 do Porto de Santos.

ABSTRACT

The growing increase in the moving of solid in bulks that occurred in Brazil in the last years is forcing the solid in bulk terminals to search for efficiency and rapidity in its services in a way to achieve productivity indexes compatible to this increase.

The computer model developed allows the calculation of the in-line-waiting-time, waiting time to start unload process, equipment occupation tax. The equipment characteristics and terminal resources were valued to contemplate both the technology questions, and the quantity of equipment to be used.

Simulation software like ARENA are auxiliary tools that help to answer questions related to the investment needs in order to improve the level of service at the terminal, and then give the decision maker the exact information that will enable him to reach the right dimensioning of the use of the terminal.

The data for the simulation presented in this work was collected from terminal 39 of Santos Harbor.

I – INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo apresentar o modelo de um terminal portuário especializado no embarque de granéis sólidos utilizando a simulação computacional, que permite a visualização do desempenho dos equipamentos utilizados. Sendo esta uma ferramenta eficiente para tomadas de decisões e solução de problemas, poderá contribuir para a avaliação de alternativas de desenvolvimento de um terminal graneleiro, uma vez que, com o crescente aumento na movimentação de granéis sólidos ocorrido no Brasil nos últimos anos e sua crescente importância em nossa balança comercial, o gerenciamento dos processos portuários a eles relacionados tornou-se uma atividade complexa, envolvendo uma grande quantidade de variáveis que interferem na eficiência dos mesmos. O modelo computacional desenvolvido permite avaliar as configurações criadas e os arranjos dos equipamentos utilizados, bem como uma variação do número de equipamentos. Isto se dá através da obtenção dos tempos de espera em fila, dos tempos de atendimento e das taxas de ocupação dos equipamentos, podendo-se também variar os arranjos internos do terminal, alterando os tempos dos processos envolvidos, procurando, assim melhorá-lo através da redução dos tempos de espera. A eficiência dos terminais de granéis sólidos é de extrema importância, pois estes devem ser altamente especializados para fornecer um serviço de alta produtividade, medida em tonelagens movimentadas por hora, pois a concorrência assim o obriga. A obtenção de produtividades altas requerem, portanto, uma análise do sistema portuário integrado, desde o transporte aquaviário até o transporte terrestre. Desenvolveu-se então, um modelo de simulação computacional, onde serão determinadas as taxas de ocupação, os tempos de espera e os tempos de atendimento para cada tipo de equipamento, para o dimensionamento dos equipamentos especializados na movimentação de granéis sólidos.

1.2 NECESSIDADE DE AUTOMAÇÃO

Os terminais de granéis sólidos têm de correr em busca de eficiência para atender a demanda em relação às ótimas safras agrícolas ocorrido nos últimos anos. A lei de modernização dos portos (lei nº 8630/93) possibilitou a privatização dos terminais portuários, aumentando a competitividade entre os terminais que foram obrigados a dar uma atenção específica sobre as questões de infra-estrutura, armazenagem, transporte e distribuição, que determina um aprofundamento no trato das determinantes logísticas envolvidas no negócio. Com essa nova realidade os terminais arrendados pelo programa de privatização começaram a investir na automação dos processos, tornando-se cada vez mais automatizados. Deve-se ainda citar o problema envolvendo a logística de escoamento de grãos nas rodovias e ferrovias brasileiras, diante de uma capacidade de armazenamento reduzida e de um aumento significativo na exportação de granéis sólidos verificado nos últimos anos.

1.3 CENÁRIO DE ESTUDO

Para a elaboração deste trabalho foi escolhido o Porto de Santos / SP como fonte de dados, análise do estado da arte, levantamento dos processos pertinentes a movimentação de granéis sólidos e identificação dos pontos críticos destes. A escolha do Porto de Santos deu-se pela sua condição de maior porto da América Latina, equiparando-se em volume de cargas aos portos da Europa e Estados Unidos. Sua capacidade de movimentação de cargas foi de 4 milhões de toneladas/mês e 41 milhões de toneladas no ano em 2001. Neste ano passaram pelo cais 2 milhões 655 mil toneladas de farelos e 2 milhões 8 mil toneladas de açúcar. Em primeiro lugar, veio a soja, com 4 milhões 400 mil toneladas. Em especial foi analisado o terminal 39 no corredor de exportação, foi escolhido como objeto de estudo para desenvolvimento do modelo de simulação computacional em razão dos seguintes pontos estratégicos:

- ◆ maior terminal graneleiro de exportação do Porto de Santos.
- ◆ projeto para atingir 8 milhões de toneladas movimentadas no Porto de Santos nos próximos anos.

A movimentação de granéis sólidos no porto de Santos teve um aumento significativo a partir dos arrendamentos em 1999, como é mostrado na tabela a seguir:

Tabela I.1 - Movimentação de granéis no Porto de Santos

Ano	Emb. (Tons)	Variação %
1992	2.658.376	5,88
1993	3.600.564	35,44
1994	3.637.009	1,01
1995	3.655.840	0,52
1996	4.070.437	11,34
1997	5.301.843	30,25
1998	5.659.962	6,75
1999	9.380.850	65,74
2000	8.075.375	-13,91
2001	11.895.588	37,14

1.3.1 TERMINAL ARMAZÉM 39

Terminal 39 em Santos tem como objetivo o escoamento da produção de grãos do Mato Grosso, Goiás , Mato Grosso do Sul ,Minas Gerais e São Paulo. O terminal graneleiro, no armazém 39 do Porto de Santos, entrou em operação em maio de 2002. O empreendimento inclui a construção de um armazém para estocagem de grãos com capacidade estática para 135 mil toneladas, e a instalação de uma moega ferroviária, e uma moega rodoviária e terá um acesso ferroviário próprio. Já os equipamentos de movimentação preexistentes no local - ship loaders e respectivas correias transportadoras deverão sofrer reformas para adaptar-se às necessidades do embarcador. Toda a carga será transportada para o navio automaticamente, através de um sistema subterrâneo de esteiras, que ligará o armazém até as torres localizadas em

frente aos armazéns 40 e 42 externos. Por lá, as mercadorias são levadas para o ship loader instalado no cais.

II. TRANSPORTE DE GRANEL SÓLIDO

Em condições ideais, a relação de custos de transportes é amplamente favorável às hidrovias e ferrovias. Em termos gerais, o custo do transporte por navio é três vezes menor que o ferroviário, nove vezes menor que o rodoviário e quinze vezes menor que o aéreo. No Brasil, existe um predomínio do transporte rodoviário de cargas. A evolução da distribuição de transportes de cargas pode ser visualizada na tabela a seguir:

Tabela II.1 - Evolução da distribuição de transportes de cargas (%)

Modalidade do Transporte	1996	1997	1998	1999	2000
Aéreo	0,33	0,26	0,31	0,31	0,31
Aquaviário	11,47	11,56	2,69	13,19	13,86
Dutoviário	3,78	4,55	4,44	4,61	4,46
Ferroviário	20,74	20,72	19,99	19,60	20,86
Rodoviário	63,68	62,91	62,57	62,29	60,49
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

2.1. TRANSPORTE FERROVIÁRIO

O transporte ferroviário é realizado através de vagões especializados para cada tipo de carga. Os tipos de vagões existentes para transporte de material a granel são :

- ◆ **Box graneleiro** : é o vagão fechado graneleiro típico, com escotilha no teto para receber a carga, e bocas laterais para escoamento do granel necessita da intervenção humana para a descarga ser completada com rodos ou enxadas.

- ◆ **Tanque graneleiro** : outro vagão graneleiro é o tanque TPC de cimento. A inclinação das duas metades do tanque, facilita o escoamento do pó pelo centro do vagão.
- ◆ **Vagão hopper** : é o vagão graneleiro mais característico. Sua principal característica é o interior feito de planos inclinados, em forma de funil, por onde o granel escoa, tão logo sejam abertas as bocas de descarga. Não tem portas, ao contrário do box graneleiro, pois não há necessidade de completar a descarga manualmente, com rodos ou enxadas. Os vagões tipo hopper de alumínio possuem uma menor tara e a elevada capacidade volumétrica permitem um transporte adicional superior a vinte toneladas, quando comparado com o vagão equivalente de aço.

2.2. TRANSPORTE RODOVIÁRIO

O transporte rodoviário é recomendável para curtas e média distâncias, caracteriza-se pela simplicidade de funcionamento e flexibilidade. As carretas mais utilizadas para o transporte de granéis sólidos são:

- ◆ **Semi reboque graneleiro** : implemento rodoviário composto por uma carreta de três eixos e tracionada por um caminhão permitindo um peso bruto de 45000 kg.
- ◆ **Semi reboque basculante** : carreta com cilindro hidráulico telescópico, com angulo de basculamento de 45°, para descarga do material a granel. Ela é fabricada em chapa de aço e possui uma tampa traseira com sistema de abertura e fechamento semi automático.
- ◆ **Bitrem graneleiro** : é composto por dois semi reboques com dois eixos cada e tracionado por um caminhão permitindo um peso bruto de 57000 kg, sendo 23000 kg no caminhão e o 34000 kg distribuídos nos quatro eixos que compõe o conjunto.
- ◆ **Sistema bimodal** : O sistema bimodal une o transporte rodoviário com o transporte ferroviário. Consiste basicamente de semi-reboques rodoviários adaptados e engates ferroviários especiais, onde os semi-reboques são engatados para formar um comboio ferroviário tracionado por locomotiva.

III. EQUIPAMENTOS DE OPERAÇÃO PORTUÁRIA

Os equipamentos utilizados na movimentação de granéis sólidos são :

- ◆ **Correias transportadoras** : o movimento sem fim das correias transportadoras é ideal para a movimentação contínua da carga e pode ser aplicada em diversos produtos como granéis sólidos, sacos, caixas garrafas, etc.
- ◆ **Elevador de correias a caçambas** : os elevadores de correias a caçambas são os equipamentos mais comuns e econômicos para o movimento vertical de materiais a granel. As caçambas são os recipientes que contêm o material, pegando-o na parte inferior do sistema e virando-o na parte superior.
- ◆ **Moega** : estrutura metálica em forma de漏斗 usada para o escoamento de grãos e transferencia da carga para a correia transportadora na descarga do caminhão ou vagão.
- ◆ **Carregador de navio ship loader** : o carregador de navio destina-se a carregar granéis sólidos nos navios. Ele é projetado com uma lança telescópica com a capacidade de executar vários movimentos em ângulos diferentes sobre o navio a ser carregado.
- ◆ **Balança de fluxo** : a balança de fluxo é ideal para pesagem de granéis sólidos, proporcionando uma precisi o de pesagem igual ou melhor a de uma balança est tica, mantendo um fluxo contínua de materiais.
- ◆ **Balanças rodoviárias** : as balanças rodoviárias e as ferroviárias devem estar automatizadas e interligadas entre si para um controle eficiente das tonelagens desembarcadas no terminal. O sensores da balança monitoram a entrada e saída do caminhão ou vagão sobre a plataforma de pesagem.
- ◆ **Tombadores hidráulicos** : são estruturas metálicas com mecanismos de inclina o via sistema hidráulico utilizados para a descarga rápida de caminhões.
- ◆ **P  carregadeira** : as p s carregadeiras de rodas são veículos propulsionadas por motor diesel que possuem uma caçamba na parte

frontal com controles hidráulicos de angulação e inclinação para levantamento do braço e basculamento da caçamba. Sua principal função é transportar ou rechegar os grãos dentro do armazém.

IV. DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS PORTUÁRIOS

4.1 PROCESSO PARA ATRACAÇÃO DOS NAVIOS NO PORTO DE SANTOS

Os navios que chegam no porto, irão atracar num berço livre, adequado à operação do navio em questão. Caso não haja berços livres, este navio irá para uma fila de navios aguardando atracação. O terminal deve ser dimensionado de forma que os equipamentos existentes consigam atender toda a demanda de navios, e que os tempos médios em fila desses navios sejam tempos aceitáveis.

4.2 RECEPÇÃO DA CARGA NO ARMAZÉM

Caso a carga seja transportada por caminhão, ao chegarem no terminal, eles recebem uma minuta de entrada registrando a hora de chegada, os dados do veículo e o local da descarga. O caminhão é então encaminhado ao local determinado para a descarga. Essa descarga é feita no sistema de moegas através de tombadores hidráulicos. Assim que o caminhão chega no tombador hidráulico é pesado em balanças eletrônicas que registram o peso bruto do caminhão, após o registro do peso, os tombadores hidráulicos inclinam o conjunto a 40 graus, descarregando o produto nas moegas, seguindo para o armazém, através de elevadores de caçamba e correias transportadoras. Após a descarga do caminhão este é pesado vazio para receber uma minuta de pesagem com a hora da pesagem, o peso bruto, a tara dele e o peso líquido. Caso a carga seja transportada por vagões, ao chegarem no terminal, onde também são descarregados através de moegas, eles são posicionados em cima da moega e pesado em balanças eletrônicas. Depois da pesagem são abertas as tremonhas no caso de vagão hopper ou as bocas laterais no caso de box graneleiro descarregando o produto nas moegas, seguindo para o

armazém, através de elevadores de caçamba e correias transportadoras. Após a descarga do vagão este é pesado vazio para receber uma minuta de pesagem com a hora da pesagem, o peso bruto, a tara dele, os dados dele e o peso líquido.

Da moega os grãos chegam a um sistema de esteiras e elevadores de caçamba que os levam aos armazéns. No armazém para que a ocupação dele seja uniforme existe um equipamento chamado “Tripper” que constitui num bocal de escoamento móvel que altera a trajetória do fluxo do grãos ao longo do armazém.

4.3 EMBARQUE DA CARGA

Para efetuar o carregamento do navio, o armazém possui um sistema de moegas. O processo para carregar o navio tem inicio quando são abertas as moegas no chão do armazém, uma espécie de ralo. Por meio de pás carregadeiras os grãos são empurrados até os ralos. A moega conecta-se a um sistema de correias transportadoras que levam os grãos ate o ship loader. Acoplado a correia transportadora, existem as balanças de fluxo que se constituem de sensores que determinam o peso total já carregado nos porões do navio. Os grãos chegam ao ship loader, uma estrutura com um bocal alongado e móvel que carrega os grãos até o navio despejando-os em seu porão.

V. SIMULAÇÃO

A simulação é a disciplina que projeta uma imitação de um modelo real ou teórico para administrar, controlar e monitorar um modelo com o passar do tempo. O objetivo da simulação é imitar o modelo real com precisão suficiente para as projeções do modelo refletir a realidade do sistema. As atividades do modelo incluem eventos que são ativados num determinado tempo em certos pontos e, deste modo, influenciando o estado global do sistema. Os intervalos de tempos são randômicos, como, chegadas de transporte, desarranjos de equipamento, demoras de tempo, etc.;

Na elaboração de um modelo de simulação, exige-se que ele permita o cálculo da quantidade de equipamentos e a melhor maneira de disponibilizá-los dentro do modelo que está sendo analisado. Para simular o modelo proposto utilize-se o software de simulação Arena, serão levantados os dados de entrada relativos aos tempos dos equipamentos, podendo-se então definir as curvas de distribuição de probabilidade do processo. Os dados serão coletados nos terminais alvo do estudo por meio de cronômetros e estatísticas históricas fornecidas pelos terminais. A partir dos dados coletados na operação do terminal, estes serão usados para as simulações no modelo do Software Arena, obtendo-se, assim, o índice de desempenho do terminal e a eficiência de sua infra-estrutura e equipamentos.

5.1 TEORIA DAS FILAS E DA SIMULAÇÃO

Um sistema de filas consiste de um ou mais servidores que fornecem um tipo de serviço para clientes. Clientes que chegam no sistema e encontram todos servidores ocupados podem, geralmente, entrar em uma ou mais filas, daí o nome de sistema de filas. Os elementos chave de um sistema de filas são os clientes e os servidores. O termo clientes pode se referir a pessoas, partes, máquinas, aviões, processos de computador, entre outros. Servidores são caixas de banco, operadores de máquinas, controladores de tráfego, operadores de computador, etc. Outros termos importantes são:

- ◆ População: conjunto potencial de clientes; pode ser finito ou infinito.
- ◆ Capacidade do sistema: o limite do número de clientes que o sistema pode acomodar em um dado instante de tempo.
- ◆ Processo de chegada: as chegadas podem ocorrer em tempos programados ou em tempos aleatórios, sendo que no segundo caso normalmente assume-se alguma distribuição de probabilidade.
- ◆ Disciplina de fila: o comportamento da fila em reação ao seu estado atual ou a maneira como a fila é organizada pelo servidor.
- ◆ Mecanismo de serviço (atendimento): o tempo de atendimento (*service time*) pode ser constante ou ter uma duração randômica. O atendimento pode se dar através de um só canal ou de múltiplos canais.

Uma variável importante do processo de chegada é a taxa de chegada (λ) dos clientes no sistema de filas. Esta taxa especifica que, por exemplo, 10 clientes por segundo vão chegar no sistema (e possivelmente serem atendidos ou então podem entrar em uma ou mais filas).

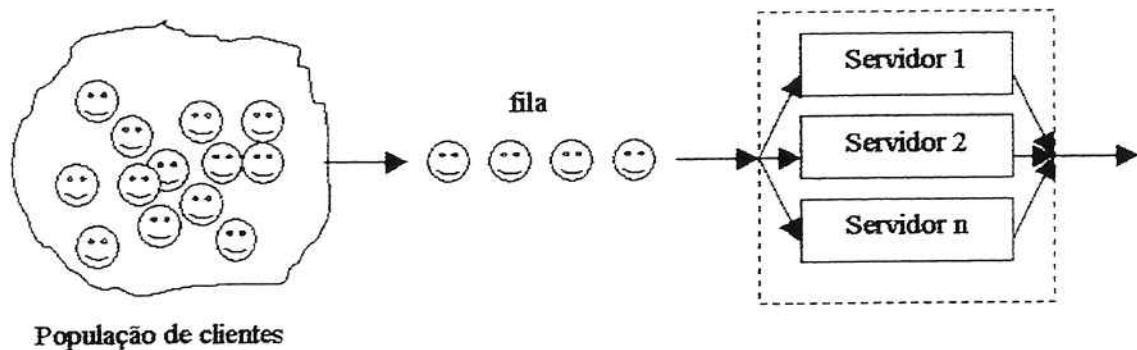


Figura V.1- Layout de um sistema de filas

5.2 SOFTWARE DE SIMULAÇÃO ARENA

O software Arena foi desenvolvido, pela empresa americana System Modeling em 1993, para a simulação de sistemas com técnica visual. O Arena apresenta um conjunto de módulos utilizados para descrever uma sistema em funcionamento por meio de uma linguagem de programação visual. O sistema a ser modelado no Software Arena é formado por um conjunto de estações de trabalho que prestam serviços a entidades, que se movem através do sistema, formando um fluxo entre a entidades de trabalho.

VI. EXPERIMENTAÇÃO E RESULTADOS OBTIDOS

Após a modelagem do sistema, foi feita a validação do modelo que é fundamental para a realização de experimentos que conduzam a respostas representativas para o sistema em estudo. Feita a validação, foi realizada uma série de experimentos. Eles tratam de verificar o comportamento do terminal quando submetido a mudança na demanda.

6.1. EXPERIMENTO

O principal objetivo deste experimento refere-se ao estudo de alternativas de investimento que visam adequar a capacidade do armazém ao possível aumento no número de carretas e vagões atendidas. Como consequência imediata deste aumento, a quantidade de carretas e vagões que irão chegar diariamente ao armazém tende a aumentar. Para tal, é preciso estruturar-se para que o nível de serviço (tempo de atendimento) não seja comprometido. As alternativas analisadas no período de 24 horas foram :

Alternativa 1 : Priorizar a chegada da carga a granel por meio de carretas. Na movimentação dos granéis sólidos utilizando carretas, tivemos como espaço amostral de 2.898 carretas movimentados, num total de 82.446 tonelagens.

- Valor mínimo : 1,82 carretas/hora – 1 carreta em 32.88 minutos.
- Valor máximo : 8,85 carretas/hora – 1 carreta em 6,78 minutos.
- Moda : 7,02 carretas/hora – 1 carreta em 8,54 minutos.
- Curva de probabilidade estatística : **TRIA (6.78, 8.54, 32.88)**.
- Media de tonelagens por carreta : **28.390**
- Taxa de chegada no Terminal : **TRIA(1.18 , 6.33 , 41)**

Alternativa 2: Priorizar a chegada da carga a granel por meio de vagões box graneleiro. Na movimentação dos granéis sólidos utilizando vagões box graneleiro, tivemos como espaço de amostral 1.712 vagões movimentados, num total de 102.667 tonelagens.

- Valor mínimo : 1,05 vagões/hora – 1 vagão em 57,20 minutos
- Valor máximo : 3,25 vagões/hora – 1 vagão em 18,43 minutos
- Moda : 2,91 vagões /hora – 1 vagão em 20,58 minutos**
- Curva de probabilidade estatística : **TRIA (18.43, 20.58, 57.20)**
- Media de tonelagens por vagão : **59.969**
- Taxa de chegada no Terminal : **EXPO(1440) ,Batch Size (38)**

Alternativa 3: Priorizar a chegada da carga a granel por meio de vagões hopper convencional . Na movimentação dos granéis sólidos utilizando Vagões hopper

convencionais, tivemos como espaço amostral de 464 vagões movimentados, num total de 23.512 tonelagens.

- Valor mínimo : 1.69 vagões/hora – 1 vagão em 35.38 minutos
- Valor máximo : 4.63 vagões /hora – 1 vagão em 12.97 minutos
- Moda : 3.65 vagões/hora – 1 vagão em 16.42 minutos**
- Curva de probabilidade estatística : **TRIA (12.97, 16.42, 35.38)**
- Media de tonelagens por vagão : **50.680**
- Taxa de chegada no Terminal : **EXPO(1440) ,Batch Size (38)**

Alternativa 4: Priorizar a chegada da carga a granel por meio de vagões hopper de alumínio. Na movimentação dos granéis sólidos utilizando Vagões hopper, tivemos como espaço amostral de 667 vagões movimentados, num total de 50.764 tonelagens.

- Valor mínimo : 1.78 vagões/hora – 1 vagão em 44.93 minutos
- Valor máximo : 3.56 vagões /hora – 1 vagão em 16.83 minutos
- Moda : 2.21 vagões/hora – 1 vagão em 27.12 minutos**
- Curva de probabilidade estatística : **TRIA (16.83, 27.12,44.93)**
- Media de tonelagens por vagão : **76.109**
- Taxa de chegada no Terminal : **EXPO(1440) ,Batch Size (38)**

Alternativa 5: Aumentar o número de servidores, equipamentos de movimentação de descarga das carretas e vagões e repetir as alternativas 1,2,3,4. Atualmente são utilizados tombadores hidráulicos para descarregar as carretas e moegas para descarregar os vagões.

6.2. MODELO DESENVOLVIDO

Tomando como referência os processos portuários, o simulador ARENA foi alimentado com o diagrama de blocos da figura VII.1 e figura VII.2 para a realização dos experimentos e obtenção de resultados.

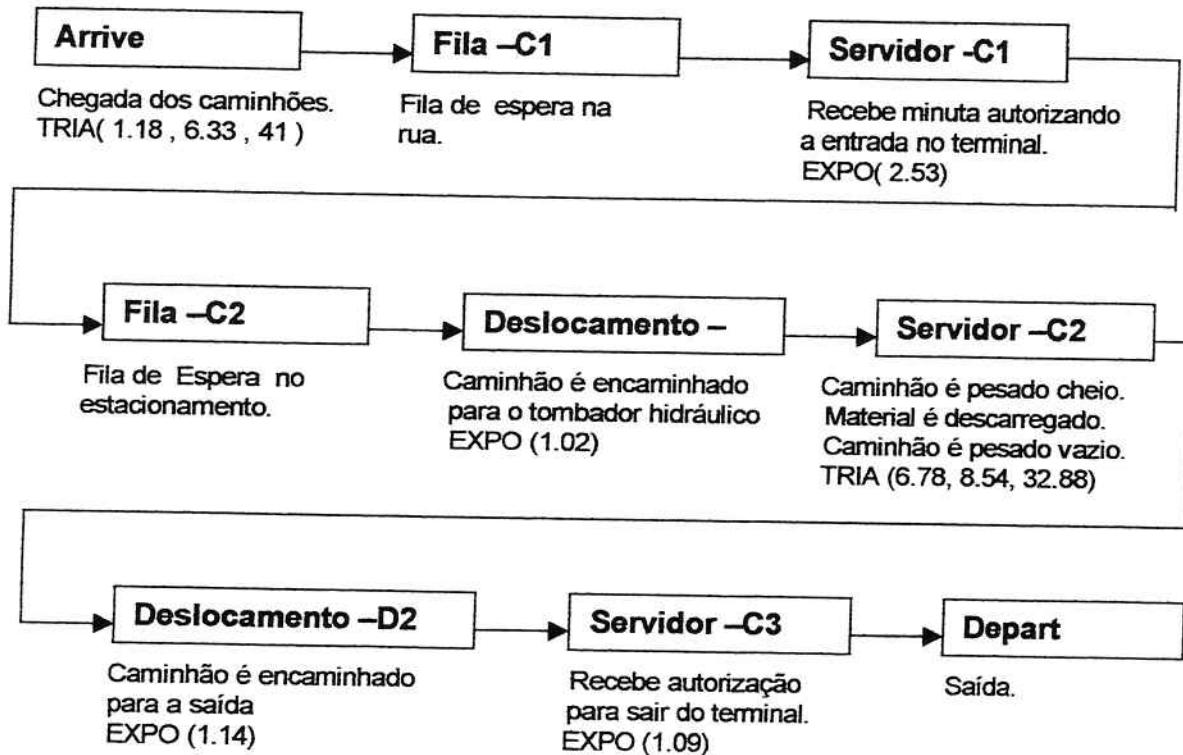


Figura VI.1 Diagrama de blocos da alternativa 1 utilizado pelo simulador

ARENA

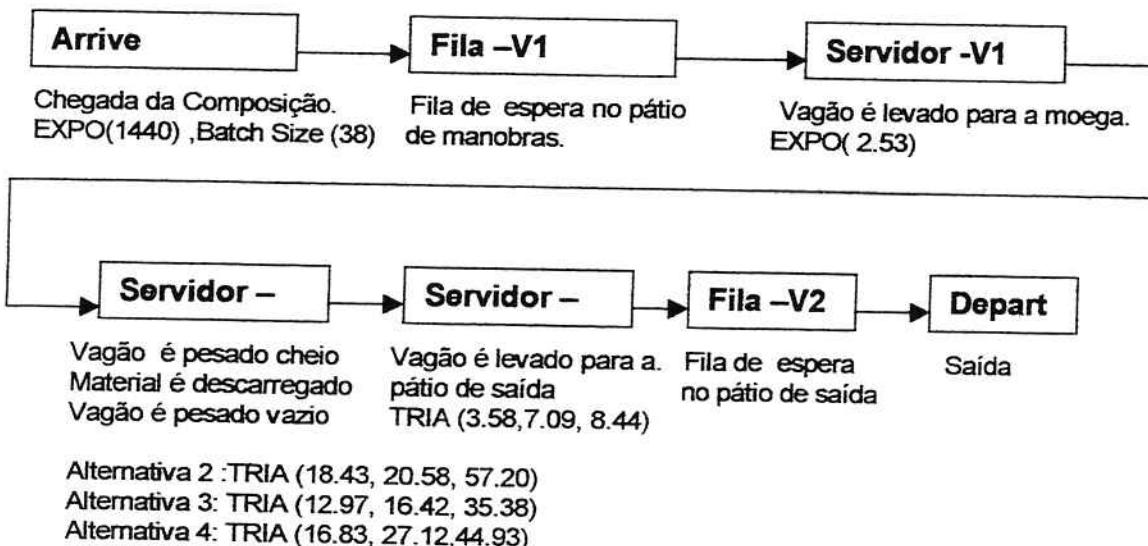


Figura VI.2 Diagrama de blocos da alternativa 2,3,4 utilizado pelo simulador ARENA.

6.3. RESULTADOS OBTIDOS NA SIMULAÇÃO

Tabela VI.1 – Tempo médio de permanência na fila

Aumento da Taxa de Chegada	Carreta	Box Ganeleiro	Hopper convencional	Hopper Alumínio
0 %	33.20	578.05	389.59	536.10
10 %	68.08	652.21	436.57	596.87
20 %	75.88	696.90	476.52	652.43
30 %	92.89	701.33	516.45	688.74
40 %	113.78	707.33	533.62	700.03
50 %	167.86	724.12	563.28	706.20
60 %	194.63	729.38	651.92	707.32
70 %	266.21	736.88	692.42	711.28
80 %	298.03	745.19	713.05	719.15
90 %	313.48	752.98	721.19	723.42
100 %	348.20	755.19	724.94	724.25

Tabela VI.2 – Tamanho médio da fila

Aumento da Taxa de Chegada	Carreta	Box Ganeleiro	Hopper convencional	Hopper Alumínio
0 %	2.13	15.25	10.28	14.15
10 %	4.99	18.57	12.43	16.99
20 %	5.23	22.21	14.89	20.39
30 %	6.73	26.17	17.57	24.07
40 %	9.33	28.80	19.64	27.12
50 %	13.96	32.10	22.30	30.66
60 %	17.49	37.52	27.16	35.47
70 %	25.03	41.32	30.77	39.28
80 %	32.51	44.68	34.17	42.84
90 %	37.72	49.14	38.52	47.20
100 %	39.25	53.36	42.67	51.41

Tabela VI.3 – Taxa de ocupação do servidor

Aumento da Taxa de Chegada	Carreta	Box Graneleiro	Hopper convencional	Hopper Alumínio
0 %	94.139%	83.138%	56.073%	76.935%
10 %	97.172%	88.204%	59.713%	82.190%
20 %	99.621%	95.406%	64.788%	89.491%
30 %	99.925%	99.669%	69.507%	96.078%
40 %	99.925%	99.708%	75.066%	99.708%
50 %	99.925%	99.708%	82.161%	99.708%
60 %	99.925%	99.708%	90.888%	99.708%
70 %	99.925%	99.708%	97.269%	99.708%
80 %	99.925%	99.708%	99.708%	99.708%
90 %	99.925%	99.708%	99.708%	99.708%
100 %	99.925%	99.708%	99.708%	99.708%

Duplicando os servidores temos :

Tabela VI.4 – Tempo médio de permanência na fila (2 servidores)

Aumento da Taxa de Chegada	Carreta	Box Graneleiro	Hopper Convencional	Hopper Alumínio
0 %	0.304	289.22	194.24	266.65
10 %	0.578	313.52	209.94	287.46
20 %	0.598	336.17	226.34	310.89
30 %	0.802	370.71	249.11	341.48
40 %	1.513	410.88	275.47	378.2
50 %	1.667	433.69	289.98	403.18
60 %	3.365	444.81	297.98	407.80
70 %	7.838	451.88	308.55	429.01
80 %	9.885	484.92	330.94	460.38
90 %	24.187	505.54	346.01	481.47
100 %	27.675	537.91	367.92	511.99

Tabela VI.5 – Tamanho médio da fila (2 servidores)

Aumento da Taxa de Chegada	Carreta	Box Graneleiro	Hopper Convencional	Hopper Alumínio
0 %	0.020	7.652	5.125	7.036
10 %	0.042	8.926	5.977	8.184
20 %	0.044	10.505	7.073	9.715
30 %	0.063	12.604	8.476	11.620
40 %	0.133	15.122	10.139	13.920
50 %	0.138	17.607	11.795	16.142
60 %	0.302	17.711	12.079	16.799
70 %	0.772	20.083	13.713	19.067
80 %	1.050	22.899	15.628	21.740
90 %	2.872	25.277	17.300	24.073
100 %	3.385	28.389	19.418	27.022

Tabela VI.6 – Taxa de ocupação do servidor (2 servidores)

Aumento da Taxa de Chegada	Carreta	Box Graneleiro	Hopper Convencional	Hopper Alumínio
0 %	52.065%	41.398%	27.972%	38.502%
10 %	55.980%	46.327%	31.065%	42.443%
20 %	57.200%	50.175%	33.720%	46.104%
30 %	60.185%	54.895%	36.870%	50.370%
40 %	64.575%	59.940%	40.233%	55.030%
50 %	68.270%	63.670%	42.556%	58.200%
60 %	69.305%	65.625%	44.155%	60.150%
70 %	79.315%	66.080%	44.851%	62.170%
80 %	83.530%	71.895%	48.876%	67.550%
90 %	95.330%	74.700%	50.955%	70.525%
100 %	96.835%	79.030%	53.880%	74.555%

VII. CONCLUSÕES

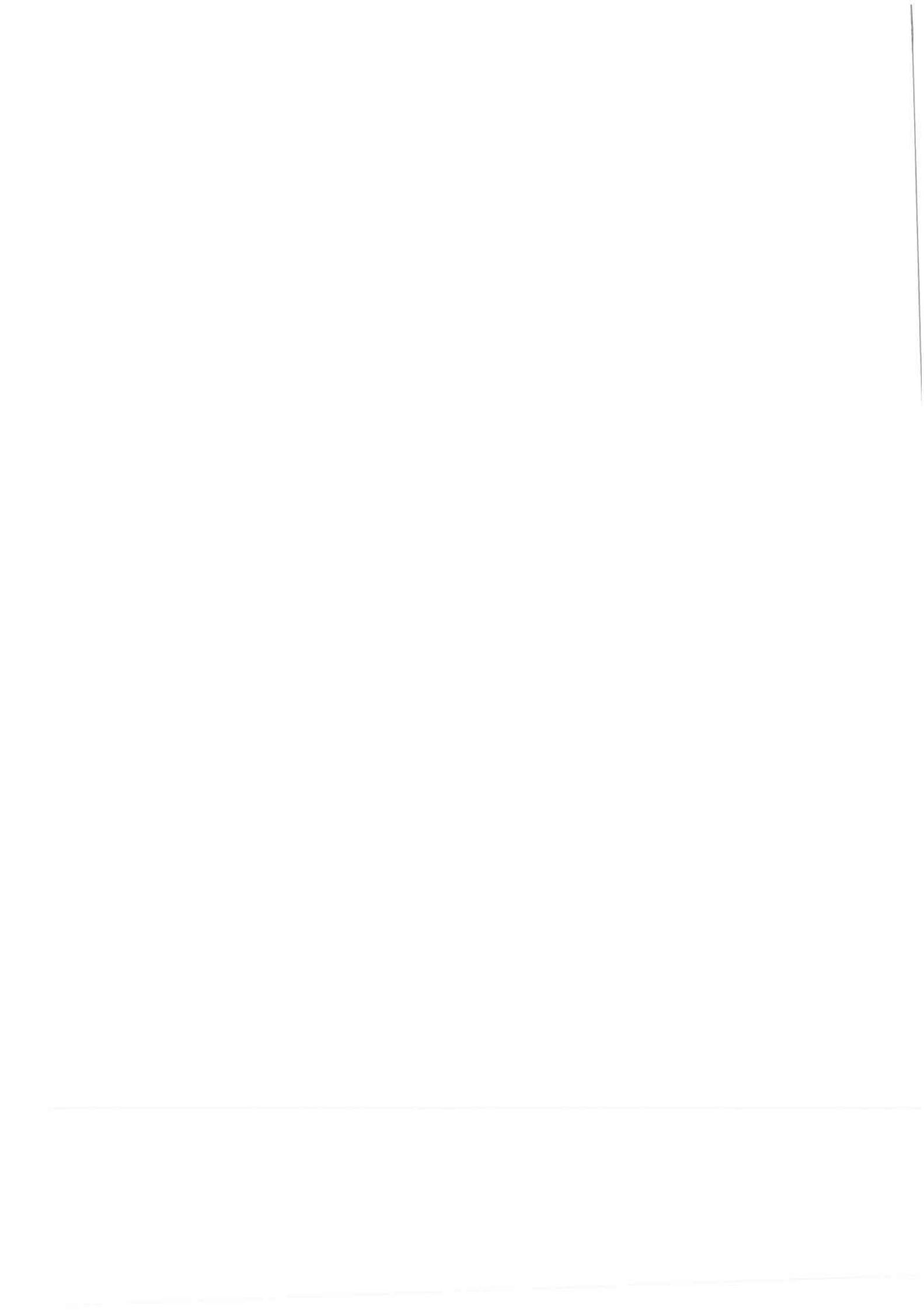
Os experimentos mostraram que a simulação permitiu a identificação do ponto de saturação do terminal, ou seja, até que demanda o terminal poderia atender. Além disso, foi possível identificar se existe alguma vantagem na priorização de um equipamento. Através do modelo, também testou-se a possibilidade de restruturação do perfil da frota de transporte da carga a granel. Os experimentos buscaram responder perguntas relacionadas aos investimentos necessários à melhoria do nível de serviço no terminal. As características dos equipamentos e dos recursos do terminal foram avaliadas de forma a contemplar não somente à questões tecnológicas, mas também a quantidade a ser utilizada. De uma forma geral, o modelo contribuiu para o estudo de inúmeras situações operacionais. Com isso, o tomador de decisão dispõe de informações que viabilizam um dimensionamento adequado do terminal. Esta pesquisa tratou da modelagem de um terminal que movimenta granéis sólidos, utilizando para aplicação do modelo de simulação criado, dados e informações do Terminal 39 do Porto de Santos. O modelo fornece resultados operacionais e com eles, é possível estimar quantidade de recursos e seus respectivos índices de produtividade. Com toda análise é possível avaliar a viabilidade ou a inviabilidade do terminal, variando-se demanda e características técnicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] DARCI, P. **Usando o ARENA em Simulação**. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999 .
- [2] DARCI, P. **Teoria das Filas e da Simulação**. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999 .
- [3] DARCI, P. **Programação Linear**. Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999 .
- [4] SYSTEMS MODELING CORPORATION. **ARENA – User's Guide**. Sewickley, 1994.
- [5] LEVI,S. **Modelo de sistema de supervisão e controle operacional de terminais de contêineres**. São Paulo, 1998 Tese (Mestrado) Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.

- [6] FÁBIO,C. **Otimização do dimensionamento de equipamentos para automação de terminal de equipamentos.** São Paulo, 2001 Tese (Mestrado) Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.
- [7] FARQUI, E. **Automação e informatização aplicadas a controle e supervisão de processos de pesagem.** São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.
- [8] PEREIRA,S.L. **Aspectos sobre processos automatizados de pesagem rodoviária : Uma proposta de modernização de postos em operação.** São Paulo, 1995 Tese (Doutorado) Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.
- [9] SIMCSIK, T. **OMIS: organização, métodos, informação e sistemas.** São Paulo,1992.
- [10] MORAES, C. C.; PIQUEIRA, J. R. C.; PEREIRA, S. L.; ALVES, M. A. F.; PETRONE E.; ASSARITTI, I.; SALVI, L. **Sistema centralizado de gerenciamento de postos de pesagem automatizados.** São Paulo, 1991 (RT- EPUSP/CODESP).
- [11] FARIA, S. F. S. **Introdução ao estudo da atividade portuária.** Salvador, EDUFBA, 1995.
- [12] OLIVEIRA, C. T. **Modernização do Portos.** São Paulo ,Aduaneiras 2000
- [13] NOVAES, A.G.N. **Pesquisa Operacional e transportes :Modelos Probabilísticos.** São Paulo ,McGraw-Hill do Brasil,1975.
- [14] COMPANHIA DOCAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Projeto Santos 2000.** Santos, 1998.
- [15] DIAS E. M.; MORAES, C. C. **Informações e automação dos Orgãos Gestores de Mão-de-obra.** São Paulo, 1998 (BT-PEA/9817)
- [16] CARGO SYSTEMS INTERNATIONAL. London, 1996.
- [17] CARGO WARE INTERNATIONAL (JOURNAL OF ICHCA). London, 1996.
- [18] Santos, M. A. **Otimização de sistemas de pesagem usando tecnologia “Lon-works”.** São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica – Universidade de São Paulo.
- [19] Projeto Supervia – GAESI – Autoridade portuária – Alfândega de Santos.

- [20] - Relatórios entregues pela CODESP.
- [21] - Relatórios entregues pelos Terminais.
- [22] - Publicações CODESP.
- [23] – INMETRO em WWW.inmetro.gov.br – data de acesso 10/11/2001
- [24] – Ministério da Fazenda em WWW.fazenda.gov.br – data de acesso 12/11/2001
- [25] – Ministério da Marinha em WWW.mar.mil.br – data de acesso 16/11/2001
- [26] – Ministério da Justiça em WWW.mj.gov.br – data de acesso 22/11/2001
- [27] – Ministério da Saúde em WWW.saude.gov.br – data de acesso 30/11/2001
- [28] – Ministério dos Transportes em WWW.tansportes.gov.br – data de acesso 06/12/2001
- [29] – Porto de Santos em WWW.portodesantos.com.br – data de acesso 11/12/2001
- [30] – OGMO em WWW.ogmo-santos.com.br – data de acesso 18/12/2001



BOLETINS TÉCNICOS - TEXTOS PUBLICADOS

- BT/PEA/9301 - Alguns Aspectos do Problema de Planejamento de Sistemas de Transmissão sob Incertezas - CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN, ERNESTO JOÃO ROBBA
- BT/PEA/9302 - Vibrações em Motores Elétricos Provocadas por Forças Magnéticas - ORLANDO SILVIO LOBOSCO , HENRIQUE PRADO ALVAREZ
- BT/PEA/9303 - Corrente Contínua em Alta Tensão: Aplicação de Equipamentos Elétricos e Modelos para Análises de Confiabilidade - LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9504 - Automação e Informatização Aplicadas a Controle e Supervisão de Processos de Pesagem - EVALDO ARAGÃO FARQUI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/9505 - Modernização e Reabilitação de Usinas Hidrelétricas - DJALMA CASELATO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9506 - Estudo do Campo Elétrico Provocado por Linhas de Transmissão em Corrente Alternada - CELSO PEREIRA BRAZ, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9507 - Aspectos Sobre Processos Automatizados de Pesagem Rodoferroviária: Uma Proposta de Modernização de Postos em Operação - SERGIO LUIZ PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9508 - Usinas Hidrelétricas em Rotação Ajustável: Novas Premissas para o Planejamento Energético - MARCO ANTONIO SAIDEL, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9509 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação de Subestações pela integração de Módulos de Software e Hardware Existentes no Mercado Brasileiro - L. C. MAGRINI, J. A. JARDINI, S. COPELOVITCH, N. KABA FILHO
- BT/PEA/9510 - Proposta de um Modelo para Estudos de Aplicação de Compensadores Estáticos em Sistemas de Potência - JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, LUIS CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9511 - Metodologia e Testes para Redução das Distâncias Elétricas entre Fases de Barramentos de Subestações de 138kV Abrigadas, ANDRÉ NUNES SOUZA, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9512 - Avaliação da Severidade da Poluição para o Dimensionamento da Isolação das Redes Elétricas - ARNALDO G. KANASHIRO, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9513 - Processos Auto-Adaptativos para Cálculo de Campos Eletromagnéticos pelo Método dos Elementos Finitos - LUIZ LEBENSZTAJN, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9514 - Investigação Experimental sobre os Arcos Sustentados em Sistemas Elétricos de Baixa Tensão - FRANCISCO H. KAMEYAMA, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/9515 - Fast Voltage Compensation: A Mean to Improve the Quality of Energy Supply - H. ARANGO, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9516 - Modelo Avançado para Planejamento de Sistemas Energéticos Integrados Usando Recursos Renováveis - LUIZ ANTONIO ROSSI, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9601 - Metodologias para Planejamento de Sistemas de Distribuição: Estado-da-Arte e Aplicações - PAULO ROBERTO NJAIM, CARLOS MARCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9602 - Integração de Relés Digitais em Sistemas de Automação de Subestação - JERÔNIMO CAMILO SOARES JR., JOSÉ A. JARDINI, LUIZ C. MAGRINI
- BT/PEA/9603 - Paradigma de Planejamento sob Incertezas - Aplicação ao Planejamento dos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - ALBERTO BIANCHI JUNIOR, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9604 - Um Sistema de Controle de Velocidade para Motor de Indução Trifásico - CELSO KAZUMI NAKAHARADA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9605 - Controle Vetorial de Motores de Indução, Independente das Alterações de Parâmetros da Máquina - NERY DE OLIVEIRA JÚNIOR, WALDIR PÓ
- BT/PEA/9606 - Compactação de Subestações de 145 kV Através da Redução das Distâncias entre Fases - GERVASIO LUIZ DE CASTRO NETO, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9607 - Curvas de Carga de Consumidores Industriais - Agregação com Outras Cargas - RONALDO PEDRO CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9608 - Utilização de Curvas de Carga de Consumidores Residenciais Medidas para Determinação de Diversidade de Carga, e Carregamento de Transformadores de Distribuição - EDUARDO LUIZ FERRARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9609 - Comportamento Elétrico de Cabos Cobertos e Pré-Reunidos pelo Método dos Elementos Finitos - JOÃO JOSÉ DOS SANTOS OLIVEIRA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9701 - Repotenciação de Hidrogeradores: Uma Proposta de Metodologia de Análise e Implantação - FÁBIO SALOMÃO FERNANDES SÁ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.

- BT/PEA/9702 - Desenvolvimento de um Sistema de Automação para um Sistema de Automação para um Centro de Operação da Distribuição - PAULO SÉRGIO MIGUEL SURUR, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9703 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição Utilizando Programação Matemática Probabilística - MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9704 - Técnicas de Inteligência Artificial Aplicadas ao Problema de Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição de Energia Elétrica - SALETE MARIA FRÓES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9705 - Aproveitamento Funcional de Sistemas de Controle e Proteção Digitais em Subestações de Distribuição - JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9706 - Avaliação de Algoritmo para Proteção Diferencial de Transformadores - LUIS SÉRGIO PIOVESAN, EDUARDO CÉSAR SENGER
- BT/PEA/9707 - Sistema de Proteção para Faltas de Alta Impedância - CAIUS VINICIUS SAMPAIO MALAGODI, EDUARDO CÉSAR SENGER
- BT/PEA/9708 - Um Ambiente para Planejamento da Operação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica - KLEBER HASHIMOTO, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9709 - Análise do Custo - Benefício da Instalação de Equipamentos de Proteção em Redes Aéreas de Distribuição - ANTONIO CLAUDINEI SIMÓES, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9710 - Planejamento Integrado de Recursos Energéticos - PIR - para o Setor Elétrico - MIGUEL EDGAR MORALES UDAETA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9711 - Análise de Defeitos no Motor de Indução Trifásico para Predição de Falhas Incipientes - JOSÉ ANTONIO URCIA MISARI, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9712 - Gerenciamento de Transformadores de Distribuição com Análise na Perda de Vida - CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAJ, VLADIMIR DUARTE BELCHIOR
- BT/PEA/9713 - Uma Nova Metodologia para a Avaliação de Sistemas de Aterramento Metro-Ferroviários - JOSÉ AUGUSTO PEREIRA DA SILVA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9714 - Um Exemplo de Decomposição de Fluxos em Transformadores - NICOLAU IVANOV, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9715 - Custos de Transporte de Energia Elétrica - Análise de Metodologias - DÁRIO TAKAHATA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAJ
- BT/PEA/9716 - Bancada de Ensaios para a Avaliar o Comportamento de Acionamentos Controlados por Inversores PWM - JOSÉ ANTONIO CORTEZ, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9717 - Integração de Técnicas de Diagnóstico de Falhas em Motores de Indução Trifásicos ao Sistema de Gerenciamento da Manutenção Industrial - JOSÉ A. URCIA MISARI, CICERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9801 - Análise de Confiabilidade para Gerenciamento Operacional de Sistemas Automatizados de Pesagem Rodoviária - RUBENS LOPES ROLIM, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9802 - Projeto de um Ondulador Híbrido e Estudo de Onduladores Derivados de Solenóide, para Utilização em Laser a Elétrons Livres - FRANCISCO SIRCILLI NETO
- BT/PEA/9803 - Configuração de Redes de Distribuição de Energia Elétrica com Múltiplos Objetivos e Incertezas através de Procedimentos Heurísticos - CARLOS C. BARIONI DE OLIVEIRA, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9804 - Conceituação e Aplicação de Metodologia de Gerenciamento pelo Lado da Demanda em uma Empresa Distribuidora de Energia Elétrica - FERNANDO MONTEIRO DE FIGUEIREDO, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9805 - Acoplamento Circuito Elétrico - Método dos Elementos Finitos em Regime Transitório Utilizando a Metodologia de Dommel - NANCY MIEKO ABE, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9806 - Modelo de Arco Elétrico Aplicado ao Estudo da Interrupção da Corrente em Disjuntores de Média Tensão - LUCILIUS CARLOS PINTO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9807 - Proteção para Falta de Alta Impedância Utilizando o Sistema de Rádio Troncalizado - MARCO ANTONIO BRITO, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/9808 - Contribuição ao Estudo e Projeto dos Motores Síncronos de Relutância - IVAN EDUARDO CHABU, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9809 - Cabos Cobertos: Metodologia para a Determinação da Espessura da Cobertura - ANTONIO PAULO DA CUNHA, JOSÉ ANTÔNIO JARDINI
- BT/PEA/9810 - Eletrificação Rural - Avaliações em São Paulo - MARCELO APARECIDO PELEGRIINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9811 - Política de Eletrificação Rural em São Paulo - LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/9812 - Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação dos Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares - ANDRÉ LUIZ MONTEIRO ALVAREZ, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/9813 - Diretrizes para a Regulação da Distribuição de Energia Elétrica - JAMES S. S. CORREIA, LINEU BELICO DOS REIS

- BT/PEA/9814 - Distribuição da Tensão de Impulso em Enrolamentos de Transformadores de Distribuição - PEDRO LUIS SANTUCCI DE MENDONÇA, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/9815 - Estudo Comparativo entre os Diversos Métodos de Determinação do Rendimento de Motores de Indução - FRANCISCO ANTONIO MARINO SALOTTI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/9816 - A Nodal Analysis Approach Applied to Electric Circuits Coupling in Magnetodynamic 2D FEM - MAURÍCIO CALDORA COSTA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9817 - Informatização e Automação dos Órgãos Gestores de Mão de Obra - EDUARDO MARIO DIAS, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/9818 - Freqüência de Ocorrência de Sobretensões Originárias de Descargas Atmosféricas em Linhas de Distribuição – NELSON MASSAKAZU MATSUO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9819 - Um Método de Imposição de Pólos no Estudo da Estabilidade de Redes Elétricas a Pequenas Perturbações – PERCIVAL BUENO DE ARAUJO, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9820 - Inter-Relação do Planejamento Agregado de Investimentos com o Planejamento Localizado de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – JUCEMAR SALVADOR SIMÕES, NELSON KAGAN
- BT/PEA/9821 - A Produção de Energia Através das Células de Combustível – JOSÉ LUIZ PIMENTA PINHEIRO, LINUE BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9822 - Automação de Processos – Revisão e Tendências – SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9823 - Metodologia para Seleção e Gerenciamento de Transformadores e Distribuição, Aplicando Técnicas de Redes Neutrais Artificiais – SE UN AHN, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9901 - Contribuição ao Modelamento e Simulação de Motores em Ímãs Permanentes e Comutação Eletrônica de Alta Rotação – WANDERLEI MARINHO DA SILVA, CLOVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/9902 - Estudos de Sistemas de Potência e Automação: Plantas Industriais de Grande Porte – MAURÍCIO G. M. JARDINI, JOSÉ A. JARDINI
- BT/PEA/9903 - Synchronous Machines Parameters Identification Using Load Rejection Test Data – E. C. BORTONI, J. A. JARDINI
- BT/PEA/9904 - Identificação de Locais e Opções Tecnológicas para Implantação de Termoelétricas no Sistema Elétrico Brasileiro: Contribuição ao Estado da Arte e Aplicação ao Caso do Gás Natural – ELIANA APARECIDA FARIA AMARAL FADIGAS, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/9905 - Sistema de Manutenção Preventiva de Subestações: Uma Abordagem Semântica para o Monitoramento Integrado – ELIAS ROMA NETO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9906 - Previsão das Perdas Magnéticas na Presença de Harmônicos – MARCELO S. LANCAROTTE, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9907 - Comportamento do Aterramento de Sistemas e Equipamentos de Distribuição sob Impulso – CLEVERSON LUIZ DA SILVA PINTO, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/9908 - Modelo de Sistema de Supervisão e Controle Operacional de Terminais de Contêineres – LEVI SALVI, EDUARDO MARIO DIAS
- BT/PEA/9909 - Medição de Altas Correntes em Frequência Industrial: Instrumentação, Dispositivos de Medição e Calibrações – HÉLIO EIJI SUETA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/9910 - Conversores Auto-Comutados Aplicados em Derivações de Sistemas de Transmissão de Corrente Contínua e Alta Tensão – WILSON KOMATSU, WALTER KAISER
- BT/PEA/9911 - Análise de Desempenho de Sistemas de Aterramento em Alta Frequência pelo Método dos Elementos Finitos – ANGELO PASSARO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/9912 - Simulação de Motores "Shaded Pole": Uma Nova Abordagem Analítico-Numérica – PASCHOAL SPINA NETO, SÍLVIO IKUO NABETA, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9913 - Estimadores de Estado para Sistemas de Potência: Análise do Estado da Arte – CLEBER ROBERTO GUIRELLI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9914 - Análise sobre o Comportamento de Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas Utilizando o Método dos Elementos Finitos – SEBASTIÃO C. GUIMARÃES JR., LUCIANO MARTINS NETO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/9915 - Automatização do Atendimento a Reclamações de Interrupção de Energia Elétrica – H. K. Kiyohara, L. C. Magrini, E. P. PARENTE, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9916 - Controle Digital de Tensão e Reativos – PAULA S. D. KAYANO, LUIZ CARLOS MAGRINI, LINEU BELICO DOS REIS, ANTONIO JOSÉ GOMES CARMO, ELIAS DE SOUZA NETO
- BT/PEA/9917 - Localizadores Digitais de Faltas em Linhas de Transmissão – CARLOS EDUARDO DE MORAIS PEREIRA, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9918 - Religamento Monopolar em Linhas de Transmissão – Propostas de Uma Ferramenta para Investigações Paramétricas – IVANIL POMPEU, LUIZ CERA ZANETTA JR.
- BT/PEA/9919 - Viabilidade Técnica de Abertura Monopolar Permanente em Linhas de Transmissão Extra Alta Tensão – FABIANA AP. DE TOLEDO SILVA, JOSÉ ANTONIO JARDINI

- BT/PEA/9920 – Avaliação do U-Net em Custers com Rede My com Rede Myrinet – PAULO A. GEROMEL, SERGIO T. KOFUJI
- BT/PEA/9921 – SAG – Sistema de Apoio Gerencial via Internet – ADRIANO GALINDO LEAL, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/9922 – Desequilíbrio de Tensão em Redes Secundárias de Distribuição – PAULO VINÍCIUS SANTOS VALOIS, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/9923 – Sistema Não Lineares Controlados pela Lógica Difusa: Uma Aplicação em Acionamentos Constituídos por Motores Assíncronos – WERNER W. PACHECO LUJAN, CÍCERO COUTO MORAES
- BT/PEA/9924 – Arborescência em Cabos Elétricos de Média e Alta Tensão – JOÃO JOSÉ ALVES DE PAULA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/9925 – Estudo para Otimização de Desempenho de Plantas Industriais Automatizadas – ANTONIO ORLANDO UGULINO, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9926 – Simulação e Análise de Desempenho de Processos Visando a Otimização de Sistemas Integrados de Produção – CÍCERO COUTO DE MORAES, SERGIO LUIZ PEREIRA, JOSÉ ROBERTO R. DE GODOY
- BT/PEA/9927 – Automação Moderna de Processos: Análise de Necessidade, Viabilidade e Tendências Tecnológicas – SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/9928 – Modelo de Compensação Série Controlada Aplicado ao Estudo do Amortecimento de Oscilações em Sistemas de Potência – JOSÉ ROBERTO PASCON, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/9929 – Cálculo de Trajetórias de Elétrons em Estruturas Magnéticas – YASMARA CONCEIÇÃO DE POLLI, VIVIANE CRISTINE SILVA
- BT/PEA/0001 – Monitoramento de Transformadores de Potência Direcionado à Manutenção com Base nas Condições – SERGIO COSTA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0002 – Redes Neurais Artificiais Aplicadas a Estudos de Subestações de Alta Tensão Abrigadas Frente a Ensaios de Impulsos Atmosféricos – ANDRÉ NUNES DE SOUZA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0003 – Relé Diferencial para Transformador de Potência Implementado com uma Rede MLP – RICARDO CANELOI DOS SANTOS, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0004 – Minimização de Resíduos Sólidos Urbanos e Conservação de Energia – PAULO HÉLIO KANAYAMA, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0005 – Modelamento de Conversores CC/CC por meio da Chave PWM – LUIZ FERNANDO P. DE MELLO, WALTER KAISER
- BT/PEA/0006 – Estudo de Surtos em Redes Secundárias de Distribuição Causados por Descargas Atmosféricas Diretas na Rede Primária – WELSON BASSI, JORGE M. JANISZEWSKI
- BT/PEA/0007 – Modelagem da Magnetohidrodinâmica em 3D pelo Método de Elementos Finitos – SERGIO LUÍS LOPES VERARDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0008 – Metodologia para Avaliação do Comportamento e Vida Útil de Motores Alimentados por Fontes Assimétricas de Tensão – JOSÉ LUIZ ANTUNES DE ALMEIDA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0009 – Esquema de Aterramento Híbrido (EAH) – FRANCISCO CARLOS PARQUET BIZZARRIA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0010 – Ferro-Ressônância em Redes Subterrâneas de Distribuição – REGINA LÚCIA LAMY, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0011 – A Análise do Ciclo de Vida e os Custos Completos no Planejamento Enérgetico – CLÁUDIO ELIAS CARVALHO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0012 – A Agregação de Valor à Energia Elétrica através da Gestão Integrada de Recursos – ANDRÉ LUIZ VEIGA GIMENES, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0013 – Tochas a Plasma: Características Básicas para Projeto e Construção – MIGUEL BUSSOLINI, ORLANDO SILVIO LOBOSCO
- BT/PEA/0014 – Um Estudo de Correntes Induzidas em Meios Maciços Ferromagnéticos – Aplicação no Projeto de Freios de Correntes Parasitas – ALVARO BATISTA DIETRICH, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0015 – Incorporação de Sistemas de Co-Geração aos Sistemas Elétricos de Potência: Um Roteiro para Avaliação de Viabilidade Técnico-Econômica – LUIZ DONIZETI CLEMENTINO, LINEU BELICO DOS REIS
- BT/PEA/0016 – Metodologia para Análise da Posse de Equipamentos e Hábitos de Consumo de Energia Elétrica em Baixa Tensão – ALEXANDRE ANGRISANO, RONALDO P. CASOLARI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0017 – Análise de Índices de Qualidade no Planejamento Agregado de Investimentos em Ambiente de Incertezas – CARLOS ALEXANDRE DE SOUSA PENIN, NELSON KAGAN
- BT/PEA/0018 – Controle de Descarregadores de Navios Utilizando Lógica Fuzzy – ANTONIO DAGOBERTO DO AMARAL JÚNIOR, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0019 – The Energy Absorption Capacity of Metal Oxide Surge Arresters An Approach for Switching Surges – MANUEL LUÍS BARREIRA MARTINEZ, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR

- BT/PEA/0020 – Utilização Racional de Energia Elétrica em Instalações Elétricas Comerciais Empregando Sistemas de Automação – JOEL ROCHA PINTO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JÚNIOR
- BT/PEA/0021 – Sistema Automatizado para Aquisição de Dados de Consumo de Energia Elétrica, Água e Gás – JOSÉ WALTER PARQUET BIZARRIA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0022 – Estudo de Ignitores de Pulses Superpostos para Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão – ALEXANDER FERNÁNDEZ CORREA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0023 – Desenvolvimento de Medidor Eletrônico de Energia Elétrica de Custo Competitivo Associado a Estudos sobre Medições de Energia Elétrica – DOUGLAS ALEXANDRE DE A. GARCIA, SERGIO LUIZ PEREIRA
- BT/PEA/0024 – Uma Visão Educacional do Método dos Elementos Finitos Aplicado ao Eletromagnetismo – LUIZ NATAL ROSSI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0025 – An Application of the Finite-Element Method to Design a Switched Reluctance Motor – PEDRO P. DE PAULA, SÍLVIO I. NABETA, JOSÉ R. CARDOSO
- BT/PEA/0026 – Algoritmos de Alta Velocidade para a Proteção de distância de Linhas de Transmissão – ERVALDO GARCIA JÚNIOR, EDUARDO CÉSAR SENGER
- BT/PEA/0027 – Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados para a Monitoração da Tensão em Regime Permanente – SILVIO XAVIER DUARTE, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAH
- BT/PEA/0028 – Análise da Confiabilidade e Manutenibilidade de Topologias do Sistema de Telefonia Fixa – RICARDO ELIAS CAETANO, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0029 – Aspectos Tecnológicos Referentes à Repotenciação de Usinas Termoelétricas – MÁRCIO NESTOR ZANCHETA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR
- BT/PEA/0030 – Controle de Iluminação Utilizando Dimerização por Lógica Fuzzy, Compensando a Iluminação Natural – ANDRÉ VITOR BONORA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0031 – Identificação do Nível de Redundância das Medidas de um Sistema, para Efeito da Estimação de seus Estados – JOÃO BOSCO AUGUSTO LONDON JUNIOR, NEWTON GERALDO BRETAS
- BT/PEA/0101 – Aplicação do Controlador de Subestação a um Sistema Digital Integrado de Supervisão e Controle – RENATO CAMPANINI TEIXEIRA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR.
- BT/PEA/0102 – Uma proposta de um Filtro Ativo de Tensão para Aplicações em Redes Elétricas – JOSÉ TOSHIYUKI HONDA, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0103 – Causas de Falhas e Critérios de Reaproveitamento de Transformadores de Distribuição de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – MIGUEL ANGEL HERNANDEZ TORRES, MARCOS ROBERTO GOUVÉA
- BT/PEA/0104 – Um Sistema para Avaliação de Indicadores de Qualidade da Distribuição de Energia Elétrica – GERSON YUKIO SAIKI, JOSÉ ANTONIO JARDINI
- BT/PEA/0105 – Métodos de Análise de Sistemas de Aterramento de Linhas Metroviárias – ARMANDO DE OLIVEIRA ALVES DE SOUZA, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0106 – Caracterização de Acionamentos na Indústria de Beneficiamento de Minério de Ferro – FERNANDO MARCELO CALADO DE ANDRADE, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0107 – Impacto da Privatização das Concessionárias de Distribuição de Energia Elétrica na Qualidade da Energia Suprida – MITSUO NITTA, ADERBAL DE AARUDA PENTEADO JÚNIOR
- BT/PEA/0108 – Estudo Comparativo de Ensaios de Chapa Única para Medidas de Perdas em Aços Elétricos – RONALDO ALVES SOARES, CARLOS SHINITI MURANAKA
- BT/PEA/0109 – Modelagem de Transformadores de Distribuição para Altas Freqüências – ARNALDO G. KANASHIRO, ALEXANDRE PIANTINI, GERALDO F. BURANI
- BT/PEA/0110 – Análise e Localização de Descargas Parciais em Transformadores de Potências por Métodos Elétricos – HÉDIO TATIZAWA, GERALDO FRANCISCO BURANI
- BT/PEA/0111 – A Eletrificação Rural em São Paulo – Custos e Padrões – LUIZ FERNANDO KURAHASSI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0112 – A Escola Rural sem Luz em São Paulo – OSWALDO TADAMI ARIMURA, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0113 – Eletrificação Rural no Novo Cenário: O Caso de São Paulo – LUIZ HENRIQUE ALVES PAZZINI, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0114 – Simulação do Aterramento em Sistemas MRT – OCTÁVIO FERREIRA AFFONSO, FERNANDO SELLES RIBEIRO
- BT/PEA/0115 – Otimização do Dimensionamento de Equipamentos para Automação de Terminal de Contêineres – FÁBIO LOPES CARNELOS, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0116 – Sistema de Localização de Faltas para Redes Primárias de Distribuição – GIOVANNI MANASSERO JUNIOR, EDUARDO CESAR SENGER
- BT/PEA/0117 – Proteção de Distância para Linhas de Transmissão com Compensação Série – JOSÉ GERALDO BARRETO MONTEIRO DE ANDRADE, EDUARDO CESAR SENGER

- BT/PEA/0118 – Proposta de Acionamento Microprocessado para Empilhadeira Elétrica – MARCO AURÉLIO VILELA DE OLIVEIRA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0119 – Técnicas “Anti-Windup” – LUIZ AUGUSTO PEREIRA FERNANDES, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0120 – Regulador de Tensão de Gerador – HERALDO SILVEIRA BARBUY, CLÓVIS GOLDEMBERG
- BT/PEA/0121 – Eficiência Operativa e Confiabilidade de Equipamentos Associados à Automação de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica – REINALDO BURIAN, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0122 – Cálculo de Forças sobre Ímãs Permanentes: Uma Análise do Problema 23 do Team Workshop – HÉLIO JOSÉ DAMANTE, LUIZ LEBENSZTAJN
- BT/PEA/0123 – Análise de Guias de Ondas Ópticos pelo Método dos Elementos Finitos – MARCOS A. R. FRANCO, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0124 – Transient Induced Voltage Computation in a High Building Struck by Lightning – CARLOS A. F. SARTORI, A. ORLANDI, JOSÉ ROBERTO CARDOSO
- BT/PEA/0125 – Metodologia para Cálculo de Perdas Técnicas por Segmento do Sistema de Distribuição – ANDRÉ MÉFFE, CARLOS CÉSAR BARIONI DE OLIVEIRA
- BT/PEA/0126 – Calculo da Distribuição da Corrente de Falta em Sistemas de Aterramento de Redes Primárias – GILBERTO DE MAGALHÃES FALCOSKI, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0127 – Acionamento de Velocidade Variável Utilizando Motores de Corrente Alternada Assíncronos – JOSÉ ALBERTO MARQUES, IVAN EDUARDO CHABU
- BT/PEA/0201 – Unified Power Quality Conditioner with Energy Storing Module for Medium Voltage Adjustable Speed Drive – VALBERTO FERREIRA DA SILVA, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JUNIOR
- BT/PEA/0202 – Simulação de Marcha de Composição Ferroviária Acionada por Motores de Indução e PWM – CASSIANO LOBO PIRES, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0203 – Conservação de Energia Elétrica em Edificações Comerciais: Sistemas de Ar Condicionado com Central de Água Gelada – TEODORO MONGE DE AMORIM FILHO, MARCO ANTONIO SAIDEL
- BT/PEA/0204 – Reconfiguração de Redes Primárias de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Sistemas de Informações Geográficas – FERDINANDO CRISPINO, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0205 – Previsão de Carga em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Redes Neurais Artificiais – JORGE YASUOKA, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0206 – Correção de Distorções Harmônicas, em Sistemas Industriais, Através de Filtros Passivos - ANTONIO PESTANA NETO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR
- BT/PEA/0207 – Proposta de Metodologia para Controle da Qualidade do Fornecimento de Energia Elétrica a Partir da Segmentação do Mercado Consumidor em Famílias de Redes Elétricas – RODOLFO COLI DA CUNHA, CARLOS MÁRCIO VIEIRA TAHAN
- BT/PEA/0208 – Modelagens das Funções de uma Subestação Automatizada Empregando Modelos Orientados a Objetos – MILTHON SERNA SILVA, AUGUSTO F. BRANDÃO JR
- BT/PEA/0209 – Automação de Instalações Elétricas Prediais Através da Internet – ROBSON REBOUÇAS CARDOSO, AUGUSTO FERREIRA BRANDÃO JUNIOR
- BT/PEA/0210 – Identificação Automática de Vagões na Área Portuária: Uma Solução com Análise de Imagens – EDUARDO MANTOVANI, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0211 – Concepção de Sistema de Supervisão e Controle no Processo de Descarga Rodoviária em Terminais Portuários Utilizando Identificadores Automáticos de Veículos – ROGÉRIO COSTA DE OLIVEIRA, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0212 – Metodologia para Análise de Perda de Vida Útil de Transformadores, Alimentando Cargas não Lineares – ARLINDO GARCIA FILHO, EDUARDO MÁRIO DIAS
- BT/PEA/0213 – Sistema de Automação para Gestão do Carregamento de Transformadores Baseado na Confiabilidade – JOSÉ LUIZ PEREIRA BRITTES, JOSÉ ANTONIO JARDINI, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0214 – A Conservação, Considerando Aspectos Relacionados à Qualidade de Energia Elétrica na Indústria Têxtil: Estudo de Caso – MÁRCIO CÉSAR GIACCO RAMOS, ADERBAL DE ARRUDA PENTEADO JR.
- BT/PEA/0215 – Cálculo de Parâmetros Operacionais de Desempenho de Redes Primárias de Distribuição Utilizando Redes Neurais Artificiais – ANA MARÍA GARCIA CABEZAS, HERNAN PRIETO SCHMIDT
- BT/PEA/0216 – Análise Dinâmica de um Motor de Indução Linear pelo Método dos Elementos Finitos – EDUARDO FERREIRA DA SILVA, SILVIO IKUYO NABETA
- BT/PEA/0217 – Reômetro Rotativo de Taxa de Cisalhamento Imposta Acionado por Motor de Passo – SAMUEL E. DE LUCENA, WALTER KAISER
- BT/PEA/0218 – Acionamentos com Motores Brushless para Sistemas de Ventilação de Emergência – RENATO DE ALMEIDA PEREIRA, CÍCERO COUTO DE MORAES
- BT/PEA/0219 – Retificador Trifásico de Alta Eficiência para Tochas de Plasma – MARIO GONÇALVES GARCIA JÚNIOR, LOURENÇO MATAKAS JÚNIOR

BT/PEA/0220 – Impacto de Modelos de Mercado Espacial no Planejamento de Sistemas de Distribuição de Energia –
MARIÂNGELA DE CARVALHO BOVOLATO, NELSON KAGAN

BT/PEA/0221 – Proposta de Recuperador Dinâmico para Correção de Afundamentos de Tensão – FRANCISCO COSTA
SARAIVA FILHO, EDUARDO CESAR SENGER

BT/PEA/0222 – Análise Preditiva de Defeitos em Motores de Indução Trifásicos Utilizando a Corrente de Alimentação – JOSÉ
DANIEL SOARES BERNARDO, LUIZ CERA ZANETTA JÚNIOR

BT/PEA/0223 – Cálculo de Iluminação Auxiliado por Computadores – NESTOR CÂNDIDO FERREIRA SEGUNDO, MARCO
ANTONIO SAIDEL

BT/PEA/0224 – Otimização de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Utilizando Geração Distribuída – JAMEA
CRISTINA BATISTA SILVA, NELSON KAGAN

BT/PEA/0301 – Algoritmo Digital para a Proteção da Interligação Concessionária – Indústria Operando em Sistemas de
Cogeração – FRANCISCO ANTONIO REIS FILHO, EDUARDO C. SENGER

