

SIMULADOR DE GUINDASTE PORTA CONTAINER

Modelo computacional com interface gráfica, de um simulador em tempo real de um guindaste porta container.

Prof. Arthur Vieira Netto Junior

Prof. Thiago Ragozo Contim

Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

Introdução

O simulador de guindaste porta container foi idealizado para auxiliar no treinamento de operadores durante o período de aquisição de experiência bem como na avaliação de controle e eficiência do guindaste quando em operação.



Conjunto de guindastes porta container em operação na área portuária.

Introdução

A principal vantagem do simulador está na redução de despesas e tempo no treinamento e também na antecipação de problemas de eficiência do projeto do mesmo, em relação ao tempo ótimo de movimentação da carga com segurança e mínimo consumo de energia.



Vista geral de um modelo gráfico em três dimensões de um porta container e centro de referência $x;y;z$ adotado.

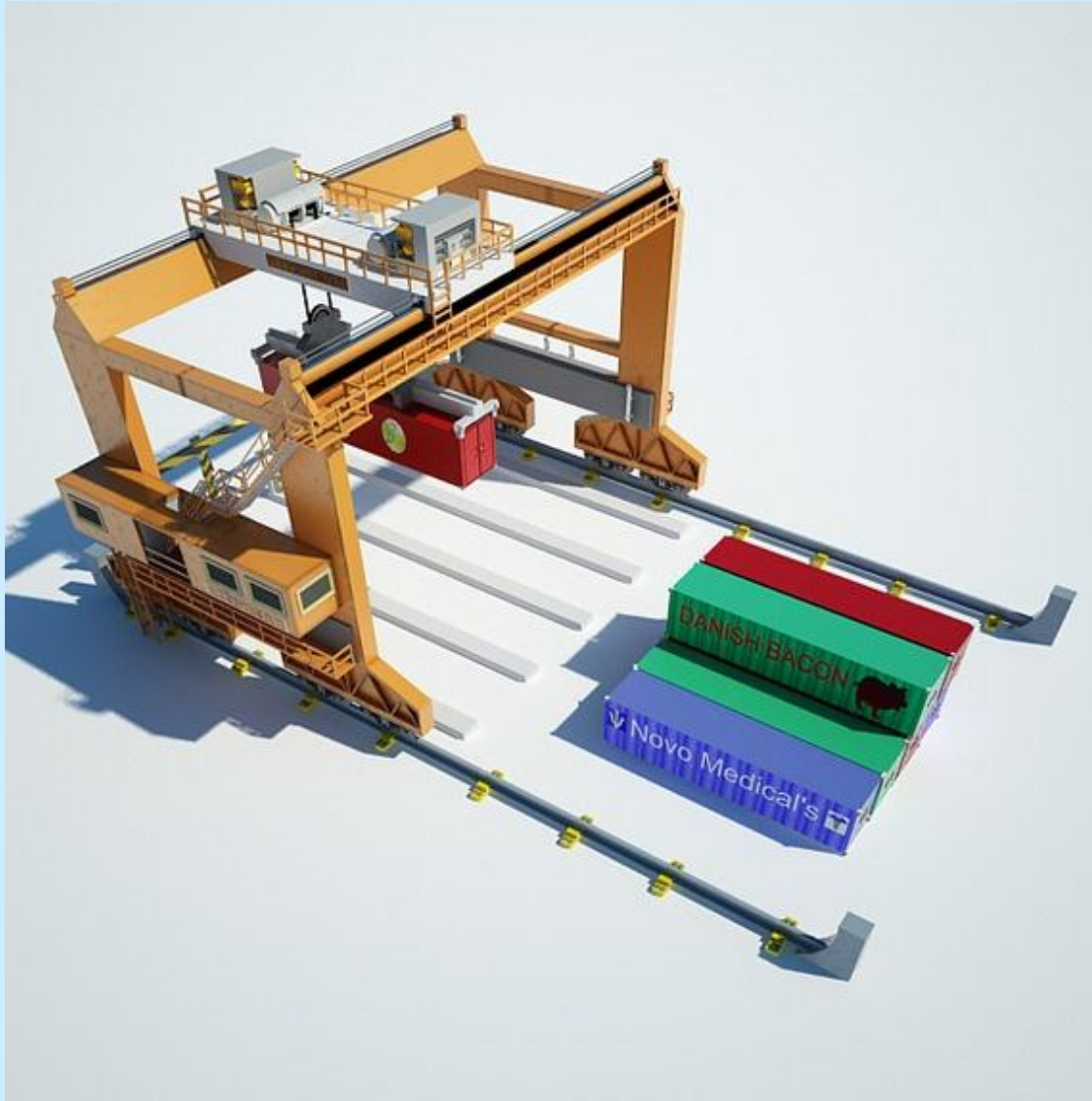
Modelagem física e matemática do guindaste.



Porta container sobre rodas e seus principais componentes

A modelagem matemática inclui o efeito de todas as acelerações dos motores nas direções x ; y e z ; que correspondem as translações da ponte, do carro guincho e do spreader, com ou sem container. O modelo do movimento pendular do spreader é feito em tempo real incluindo os efeitos de amortecimento.

Modelagem física e matemática do guindaste.

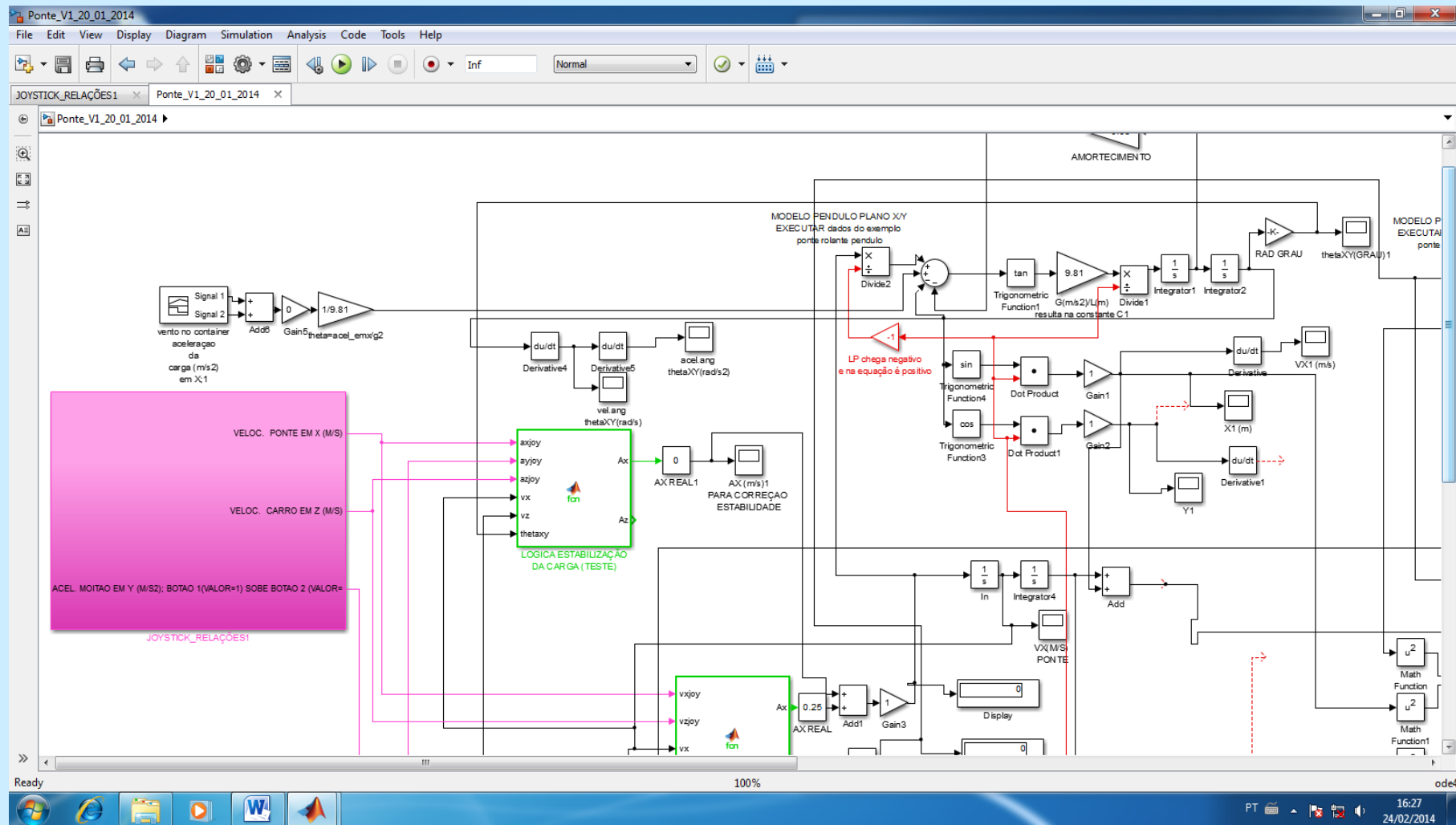


**Modelo gráfico 3D de guindaste porta container
construído com Unity e usado inicialmente no
simulador.**

O modelo matemático é processado pelo software Matlab_Simulink / 2012 que fornece todos os dados de posição velocidade e aceleração de todo o guindaste para o software de visualização gráfica Unity 3D 4.3.

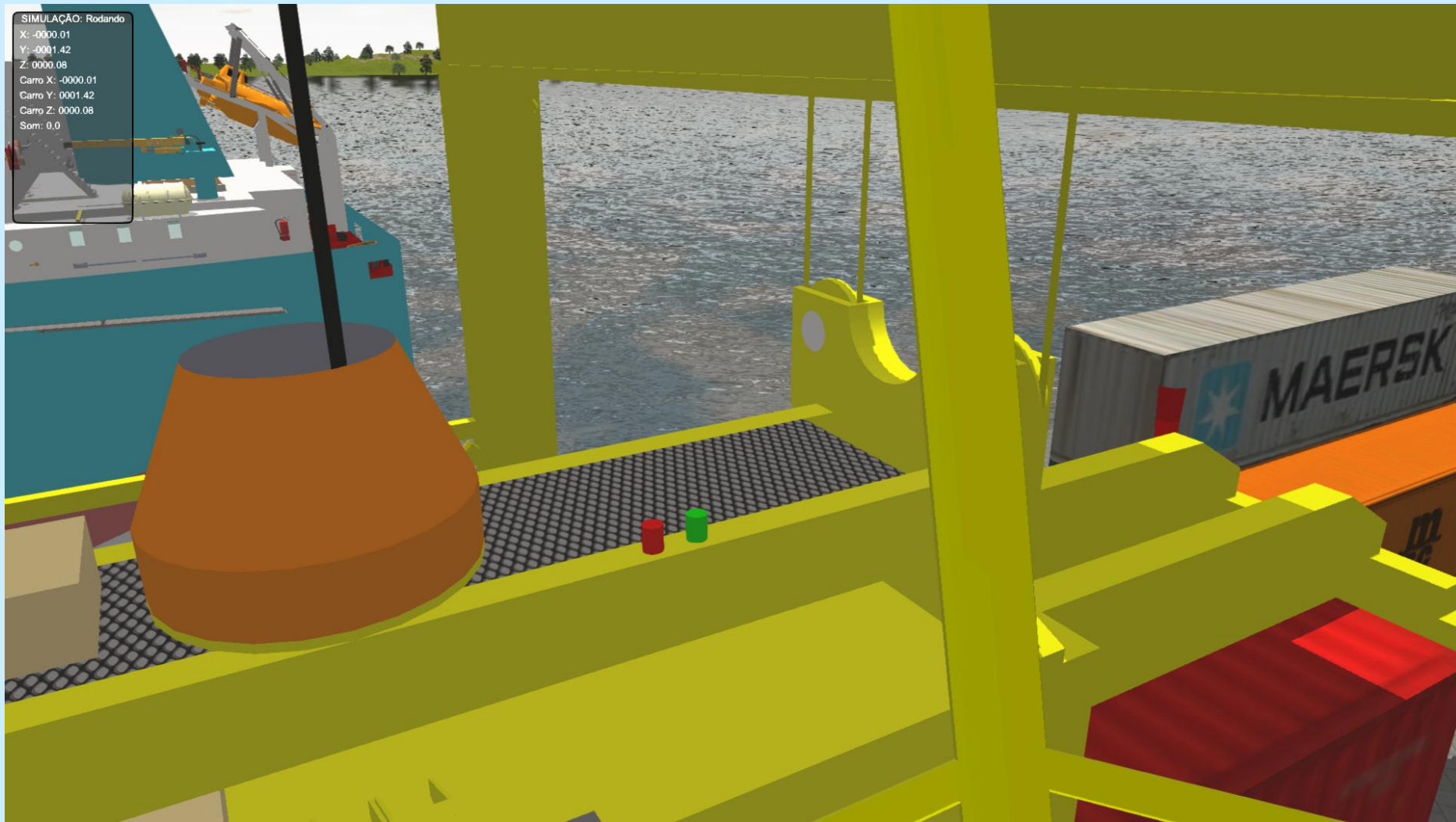
O Unity 3D processa aquelas informações e apresenta em 3 telas gráficas a movimentação do guindaste em tempo real .

Modelagem física e matemática do guindaste.



Tela principal do modelo matemático usado no Matlab_Simulink mostrando os vários módulos de cálculos dinâmicos.

Apresentação gráfica do simulador.



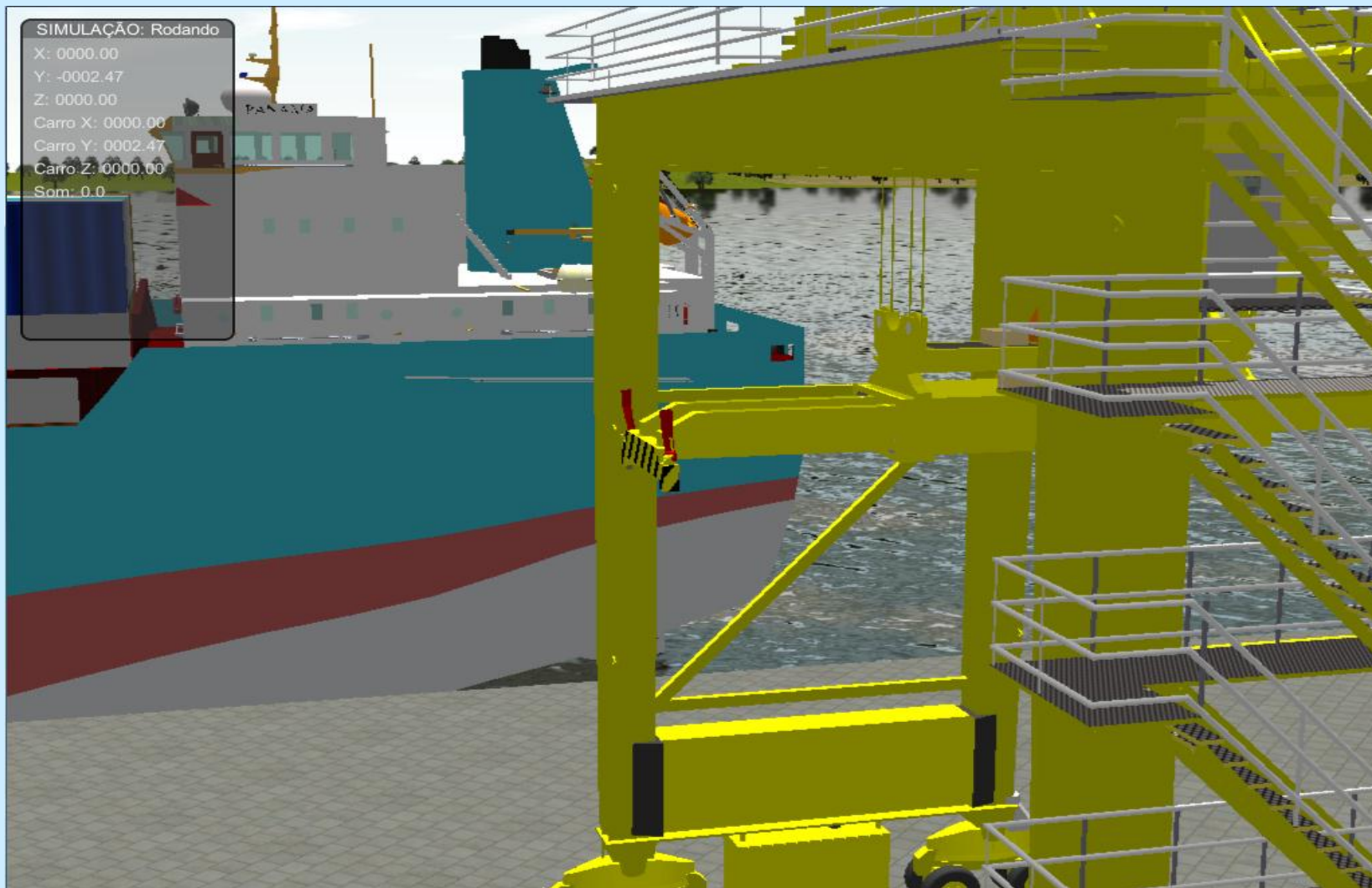
Visão lateral direita da cabine do operador do porta container.

Apresentação gráfica do simulador.



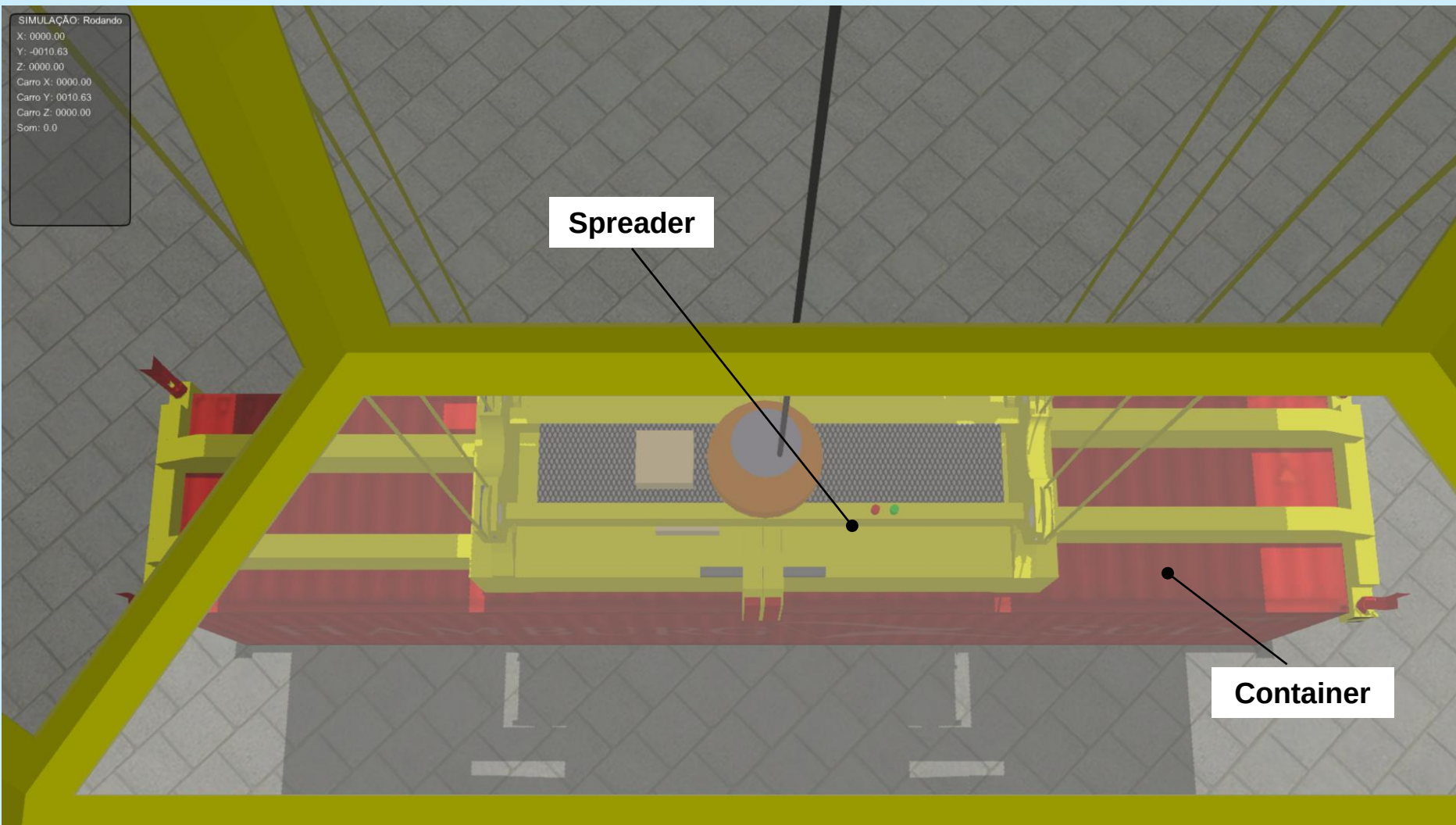
**Visão lateral esquerda da cabine do operador do porta container.
Na tela acima à esquerda, são mostradas as posições atuais do spreader e do
carro guincho em relação ao solo.**

Apresentação gráfica do simulador.



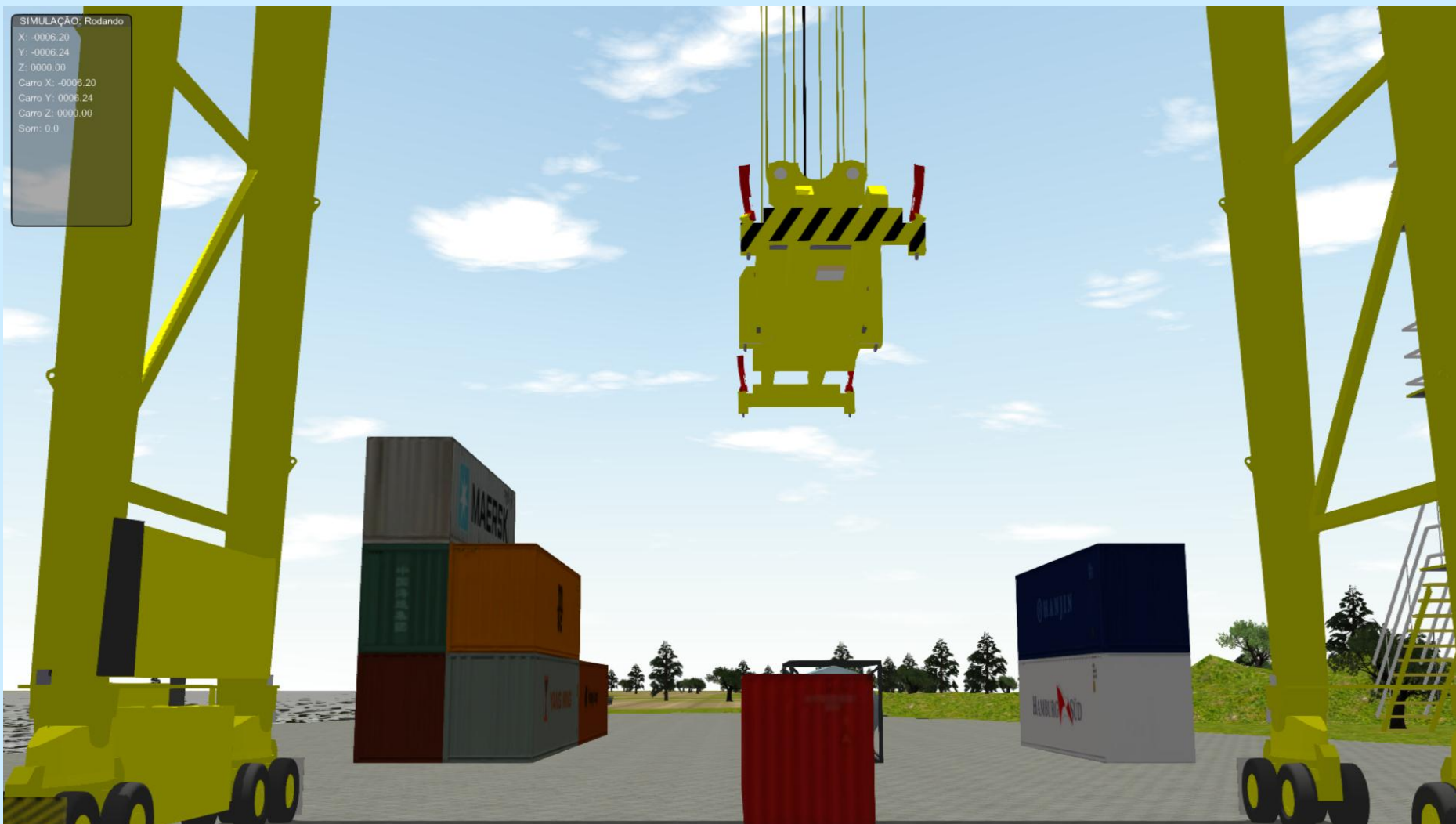
Visão externa do porta container mostrando a perspectiva do porto com embarcação a ser descarregada.

Apresentação gráfica do simulador.



Visão do spreader na cabine, na altura de 10;6 m em relação ao carro guincho descendo para se conectar com o container.

Apresentação gráfica do simulador.



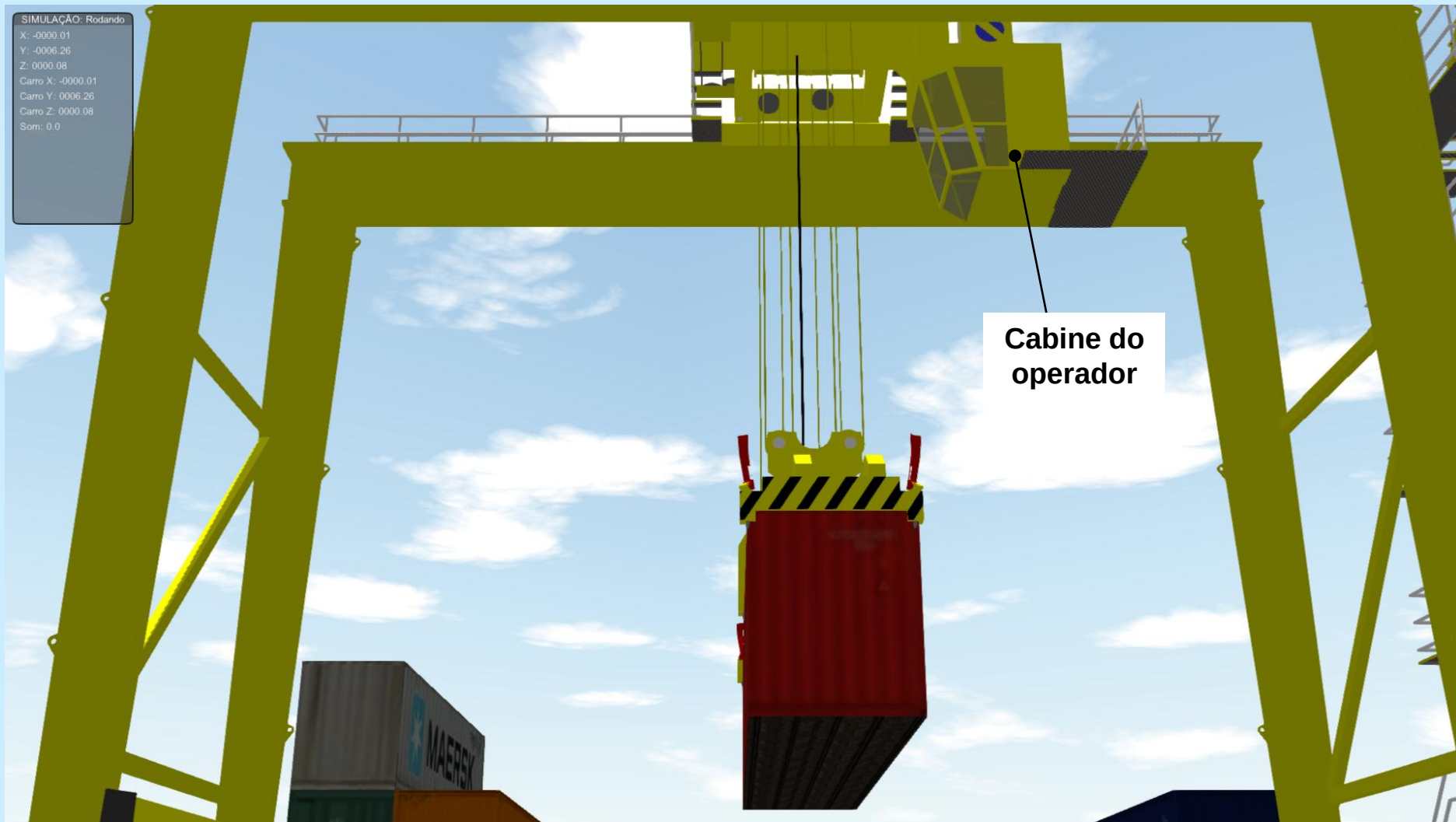
Visão do solo do porta container com o spreader, descendo para carregar o container.

Apresentação gráfica do simulador.



Visão do solo do porta container com o spreader travando no container.

Apresentação gráfica do simulador.



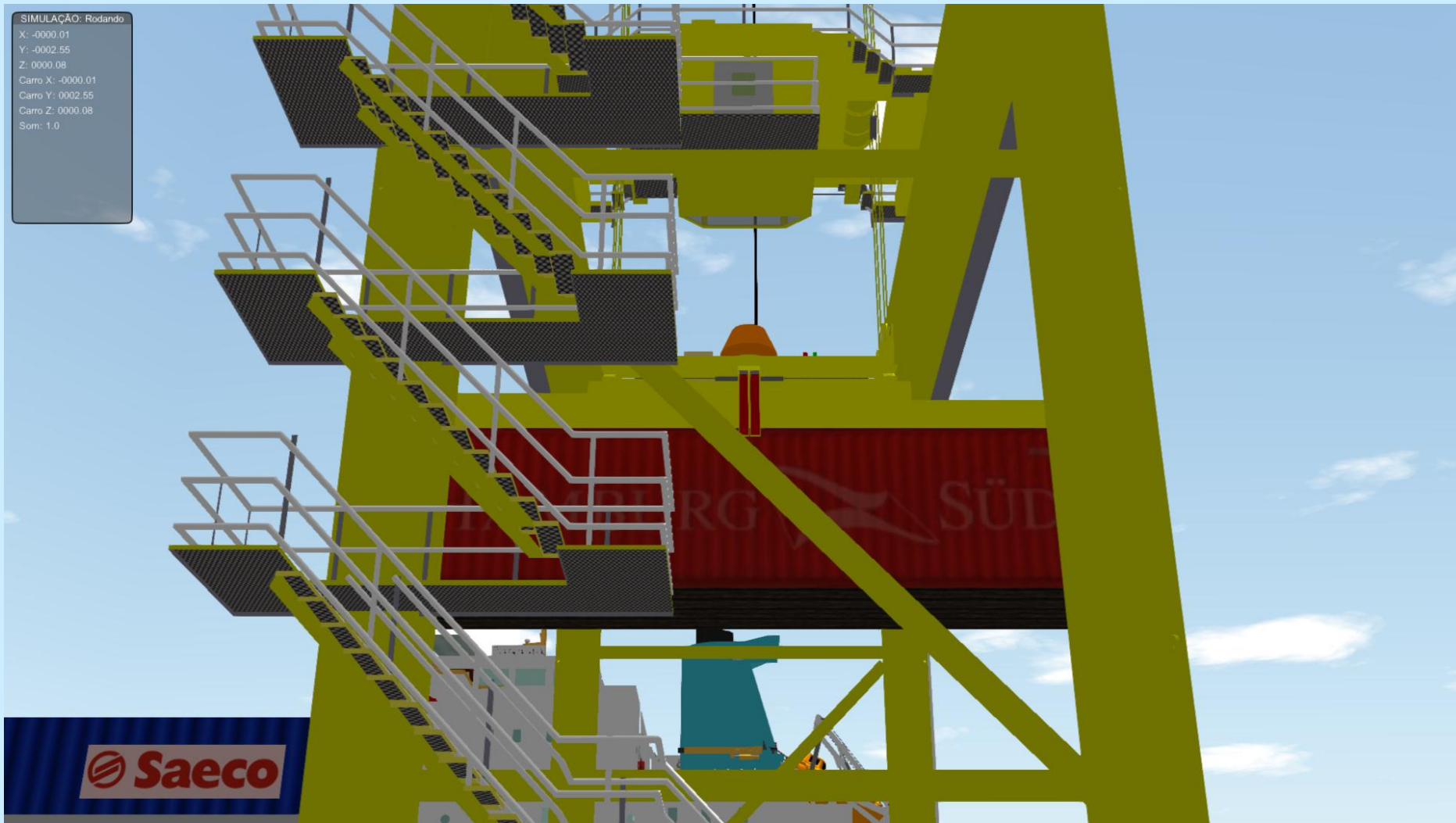
Visão do solo do porta container com o spreader e container em içamento, em destaque a cabine de controle.

Apresentação gráfica do simulador.



Visão lateral, do solo do porta container com o spreader, acoplado ao container.

Apresentação gráfica do simulador.



Visão lateral, do solo do porta container com o spreader, acoplado ao container em içamento vertical.

Apresentação gráfica do simulador.



Perspectiva do solo do porta container em movimentação.

Parâmetros técnicos do porta container modelado

Capacidade de levantamento do spreader: 50 toneladas

Largura do porta container: 23.47 m

Altura de levantamento: 15.5 m

Velocidade de levantamento: 20-30 m/mim carga total

46-52 m/mim sem carga

Velocidade máx. translação : 30 m/min com carga

130 m/mim sem carga

Velocidade máx. do carro guincho: 70 m/min

Porta container com 8 pares de rodas de borracha.

Os controles dos movimentos são coordenados por dois joysticks que permitem variar continuamente as velocidades tanto de levantamento como de translação do carro e do porta container.

Pode operar até com velocidade de vento de 72 km/h.

**** O porta container segue todas as recomendações de segurança contidas na Norma de Segurança e Saúde do Trabalho Portuário – NR 29 que são aplicáveis aos trabalhos portuários realizados nos portos organizados ou em terminais privativos, podendo ser marítimos, fluviais ou lacustres.**

Cenários e condições de carregamento na simulação



Porta container operando com chuva e vento lateral com rajadas de 50 km/h.

O modelo matemático implementado permite montar vários cenários em condições adversas de carregamento para treinamento. Um exemplo é cenário o de chuva abundante com visibilidade prejudicada como mostrado acima.

No mesmo cenário é possível escolher as opções de vento quanto a direção e se é de rajada ou constante. Os efeitos são vistos em tempo real no simulador obrigando a correção do posicionamento do spreader.

Cenários e condições de carregamento na simulação



Simulação de falha com container fora de posição obstruindo movimento de translação do porta container

Outro cenário disponível é o de falhas tanto na operação do porta container, como não travamento do spreader no container por exemplo, como na operação no solo como container com excesso de carga permitida para carregamento.

Também é possível simular falhas específicas como pane do freio do motor do carro guincho durante içamento por exemplo e painel de comandos com avaria elétrica parcial.

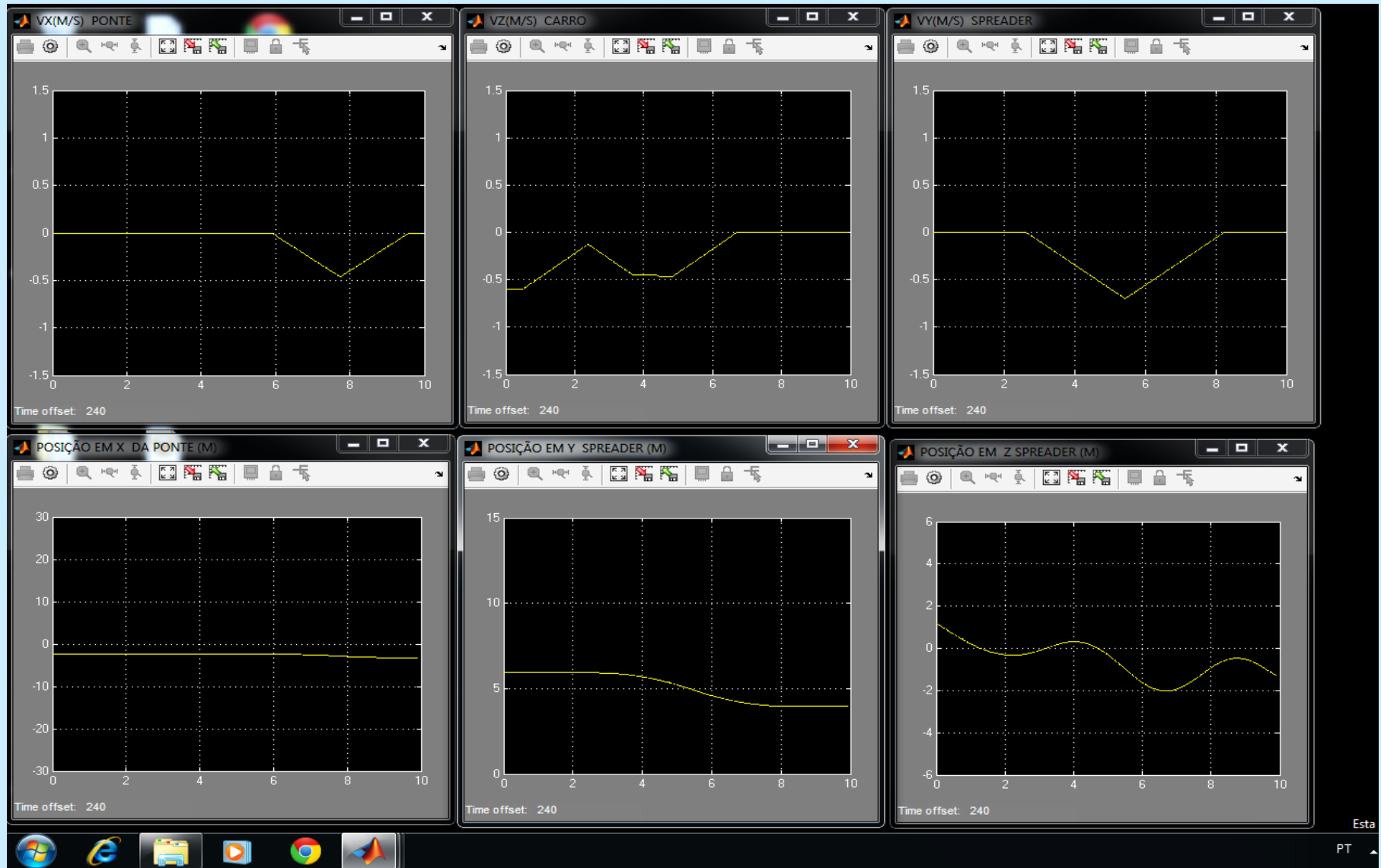
Cenários e condições de carregamento na simulação



**Spreader sendo
posicionado
para
travamento
com container.**

Outra característica importante do simulador é a de detecção de posicionamento correto do spreader em relação ao container para travamento. Somente quando ocorre uma variação predeterminada (+/- 5 cm) em relação aos 4 pontos de ancoragem nos vértices superiores do container é que se permite o travamento dos mesmos e inicia-se o içamento. Quando isso ocorre o container muda de cor e um aviso na cabine informa o operador do travamento seguro.

Cenários e condições de carregamento na simulação



O simulador exibe em gráficos em tempo real as posições e velocidades da ponte, do carro guincho e do spreader, além de mostrar a carga real existente no container içado.

Conclusão

O simulador de porta container apresenta os melhores benefícios em tempo e custo de treinamento quando o equipamento:

- Apresenta alta complexidade operacional.**
- É perigoso para operação, requerendo supervisão externa .**
- É muito dispendioso para usar em treinamento de pessoal.**
- Não está disponível para treinamento.**

Outra vantagem do simulador é que podem ser incluídos novos módulos de simulação conforme o usuário deseja.

Por exemplo podem ser incluídos um módulo para treinamento de estocagem ordenada de containeres no pátio e um módulo de otimização de tempo para essa operação, auxiliando o operador na sequência de operação de içamento e transporte.

Paralelamente o simulador pode ser usado para avaliar em tempo real mudanças nos parâmetros no projeto e construção de novos modelos de porta container, antecipando problemas dinâmicos e operacionais com custo mínimo.

Bibliografia .

Lawrence, J. W.; **Crane Oscilation Control: Nonlinear Elements and Educational Improvements**. Tese de doutorado, Georgia Institute of Technology, School of Mechanical Engineering, Georgia, 304 f. agosto de 2006.

NACB Interactive Educational Systems INC. Crane Training Thru Simulation, Catálogo técnico,. Lake Mary, FL, USA, 2013

Omar, H. M.; **Control of Gantry and Tower Cranes**. Tese de doutorado. Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 114 f.. janeiro de 2003.

Segurança e Saúde no Trabalho Portuário – Manual Técnico da NR 29 / Antônio Carlos Garcia Júnior (Organizador), Vitória, ES, Fundacentro, 248 f., 2003.

Soares, J. O.; **Projeto e Otimização de pontes rolantes**. Dissertação de mestrado. Universidade do Minho, Escola de Engenharia Mecânica, outubro, Portugal, 212 f. 2011.

Sorensen, K. L.; Singhose, W.; Dickerson, S.; A controller enabling precise positioning and sway reduction in bridge an gantry cranes. **Control Engineering Practice**, pp 825- 837, 2007.

Souza, E. J. C.; **Controle anti-oscilatório de tempo mínimo para guindaste usando a programação linear**. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 102 f, 2009.

Verschoof, J.; **Cranes – Design, Practice, and Maintenance**. Professional Engineering Publishing Limited, (2nd Edition) London, 348 f., 2002.