

## Uso de Simuladores de Processos Industriais como Apoio ao Ensino de Engenharia.

Adelson Siqueira Carvalho<sup>1</sup>, João Victor Oliveira de Almeida Frias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Fluminense (IFF)  
Caixa Postal – Campos dos Goytacazes – RJ – Brazil  
acarval@ifff.edu.br, joaovictorfrias@gmail.com

**Abstract.** *The difficulties of teaching industrial processes are to present real situations that may occur during the plant operation, equipment and also extreme operational situations. Industrial simulators are useful tools to aid this teaching-learning process. It is available to facilitate the comprehension and by safety and visual way. This paper proposes the development of a industrial simulator prototype, as well as its validation with control engineering students.*

**Resumo.** *As dificuldades do ensino de processos industriais consistem em apresentar situações reais que podem ocorrer durante a operação da planta e equipamentos, e também situações extremas. Os simuladores industriais são ferramentas úteis para auxiliar este processo de ensino aprendizagem, pois facilitam a compreensão do funcionamento de forma visual e segura. Este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo de simulador industrial, bem como a validação de seu uso com alunos de um curso de Engenharia de Controle e Automação.*

### 1. Introdução

De acordo com Shannon (1998), simulação tem como definição o desenvolvimento de um modelo de um sistema real e a realização de experimentos para entender seu comportamento e avaliar estratégias para sua operação. Desse modo, o uso de simuladores tem crescido no ensino, tanto para alunos de cursos técnicos e engenharia, quanto em empresas, em cursos de capacitação de operadores.

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de simulador industrial de uma planta debutanizadora, equipamento muito utilizado no ramo de petróleo e gás natural. Além do desenvolvimento do protótipo, este trabalho também objetiva sua validação em um experimento didático pedagógico com alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação do IFFluminense.

Estes simuladores são construídos a partir da integração entre um software supervisor e um software de simulação matemática dinâmica. O software de supervisão é utilizado para se desenvolver interface homem-máquina, que é a tela do simulador com a representação visual do processo. O software de simulação matemática dinâmica é utilizado na simulação do modelo matemático do sistema.

Newman et al. (2002) apresentam um simulador de processos industriais de um sistema de aquecimento por troca térmica. O simulador foi desenvolvido utilizando o software supervisor Intouch da Wonderware, e o pacote Matlab/Simulink® para

emulação do processo. A comunicação dos dois softwares foi realizada por meio do protocolo DDE (*Dynamic Data Exchange*).

Este trabalho foi desenvolvido com grande similaridade aos trabalhos de Neuman et al. (2002) exceto o protocolo de comunicação e o sistema supervisório utilizados.

Nas seções seguintes serão apresentados brevemente os softwares utilizados, a construção do simulador, a validação com os estudantes e considerações finais.

## **2. Ferramentas**

Os softwares utilizados foram preferencialmente softwares gratuitos, como o software de supervisão ScadaBR e o servidor de comunicação OPC (*OLE for Process Control*) Matrikon OPC Simulation Server, a exceção foi software de simulação matemática dinâmica Matlab®.

### **2.1. Software de Supervisão**

O ScadaBR é um software do tipo SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), de código aberto e que conta com a capacidade de geração de sistemas supervisórios completos, com geração de gráficos e relatórios com o histórico do processo, acionamento e detecção de alarmes, registro de eventos e suporte para mais de 20 protocolos de comunicação.

O ScadaBR pode ser reproduzido em qualquer computador que execute Java, ou seja, computadores rodando Linux, Windows e outros sistemas operacionais. O programa é reproduzido dentro de um servidor de aplicações que neste caso será o Apache Tomcat, que é a escolha padrão e vem incluída em algumas versões do ScadaBR.

### **2.2. Servidor de Comunicação OPC**

O MatrikonOPC Simulation Server é um simulador de servidor de comunicação OPC utilizado para auxiliar em testes e na resolução de problemas com conexões e aplicações OPC (clientes).

### **2.3. Software de simulação matemática dinâmica**

O Matlab é um software voltado para cálculo numérico de alta performance, entre suas aplicações estão, entre outras, o desenvolvimentos de algoritmos, cálculos matemáticos, análise de dados, geração de gráficos científicos e de engenharia .

Uma das ferramentas presentes no Matlab é o Simulink. O Simulink é uma ferramenta desenvolvida para modelagem, simulação e análise de sistemas dinâmicos que conta com ambiente de simulação baseado em diagrama de blocos para criação de modelos. Neste trabalho o Simulink foi utilizado juntamente com a extensão OPC (*OPC Toolbox*).

### 3. Construção do Simulador

A planta escolhida para ser simulada neste trabalho foi de uma torre debutanizadora, responsável por fazer a separação do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) da Gasolina natural, e conta com três malhas de controle.

Glória e Silva (2012) apresentaram um simulador de uma unidade de processamento de gás natural, presente em um terminal terrestre na região Norte-Fluminense. Esse simulador foi validado por especialistas em operação de processos produtivos da bacia de Campos. Os resultados encorajaram novas investidas na criação de simuladores de processos industriais, dado sua eficácia e fidelidade com as telas de operação em plantas reais.

Bernadez e Fernandes (2015) apresentaram um simulador de uma planta industrial, utilizando protocolo de comunicação OPC, Matrikon Server, e ScadaBR como software de simulação. O objetivo desse trabalho foi apenas desenvolver o simulador e sua disponibilização via *web*.

Inicialmente todas as variáveis presentes no processo foram listadas, e então, inseridas como *Tags* no software Matrikon OPC, essas *Tags* serão utilizadas para alocar o valor das variáveis que poderão ser modificadas ou visualizadas pelo ScadaBR e pelo Simulink®.

No Simulink® foi desenvolvido o modelo matemático do processo e de suas malhas de controle, utilizando a ferramenta OPC Toolbox responsável por fazer a leitura e escrita das variáveis OPC.

A partir do momento em que já se tinha as variáveis do processo e seu modelo matemático, foi criada a parte gráfica do simulador. Nas telas de supervisão criadas no ScadaBR foram inseridos todos os equipamentos presentes na planta, e também suas malhas de controle que possuem janelas para ajustes dos parâmetros proporcional, integral e derivativo do controlador PID.

A figura 1 apresenta a tela principal do simulador, onde estão presentes a torre debutanizadora, suas três malhas de controle, botões para acionamento de controle automático, além de indicadores das variáveis de processo.

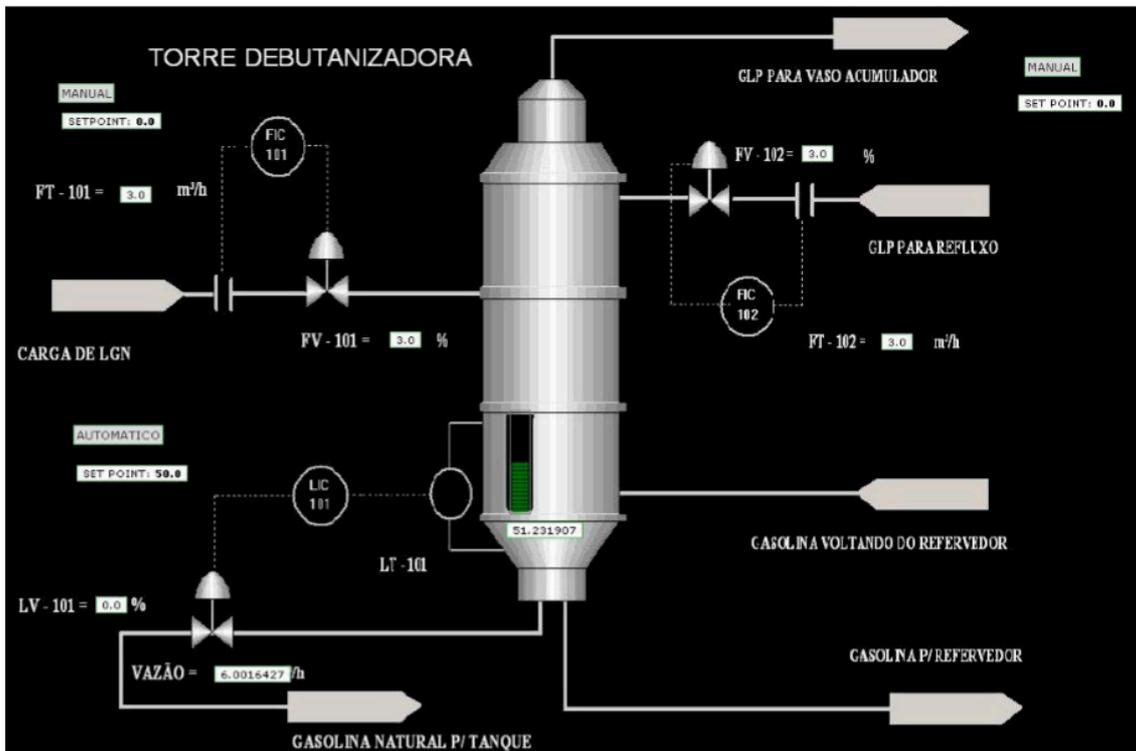


Figura 1. Tela Principal do Simulador. Fonte: Elaborada pelo autor.

A figura 2 apresenta a janela do controlador de vazão de entrada de Líquido de gás natural (LGN) da torre debutanizadora, onde são feitos os ajustes dos parâmetros PID, inserção do Set Point e também a visualização dos valores da variável de processo (VP) e da variável manipulada (VM).

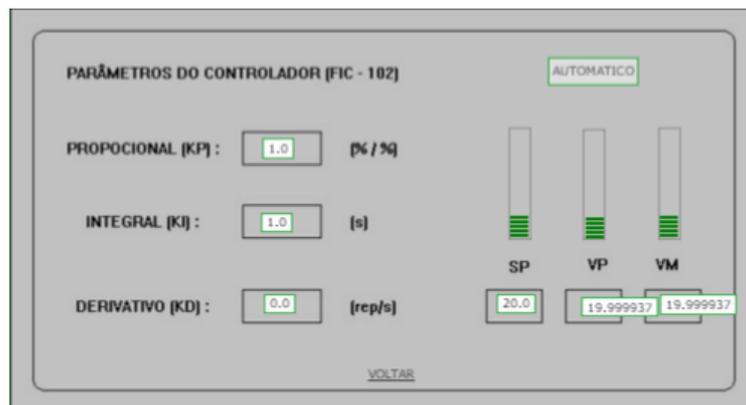


Figura 2. Janela de ajustes dos parâmetros do controlador. Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4. Validação

O experimento didático pedagógico projetado para detectar a percepção dos estudantes acerca do uso do simulador para aprendizagem de conceitos de controle de processos, foi realizado sob a seguinte caracterização.

O simulador foi apresentado a 15 alunos do 8º período do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Fluminense.

Estes alunos realizaram uma sequência de ações no simulador, sugerida em um roteiro presente no Anexo I.

Após a realização das ações, foi aplicado um questionário contendo dez afirmações sobre o funcionamento, utilidade e função do simulador. Anexo II.

Para cada afirmação os alunos deveriam atribuir um valor entre 1 e 5 de acordo com sua opinião. 1-Discordo Plenamente; 2-Discordo; 3- Neutro; 4-Concordo; 5-Concordo Plenamente. Esse questionário foi adaptado de Glória e Silva (2012).

#### 4.1. Apresentação dos resultados

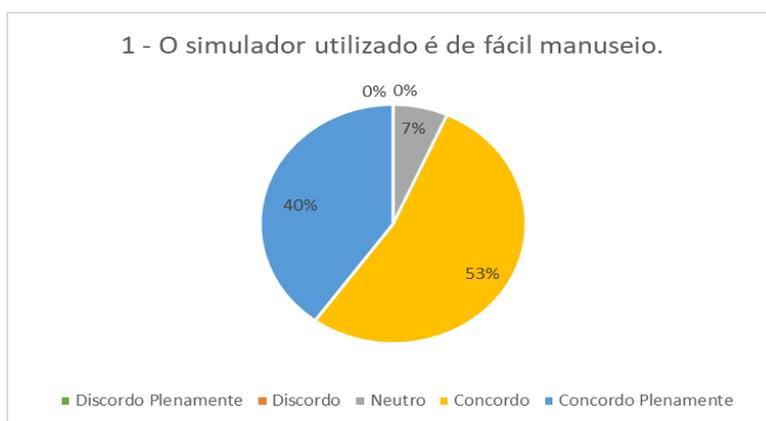


Figura 3. Gráfico referente a afirmação um do questionário.

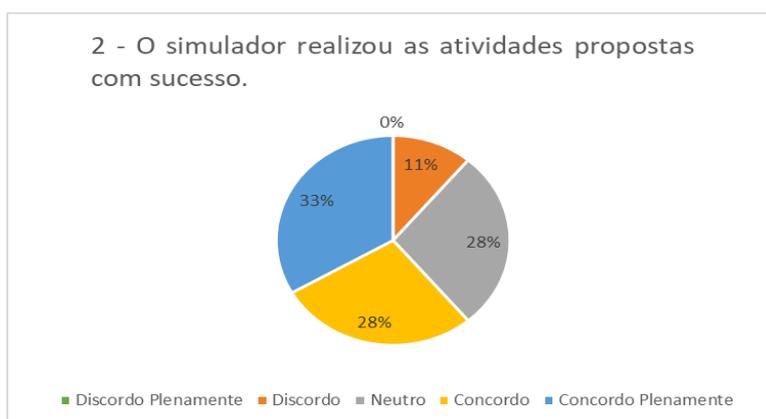
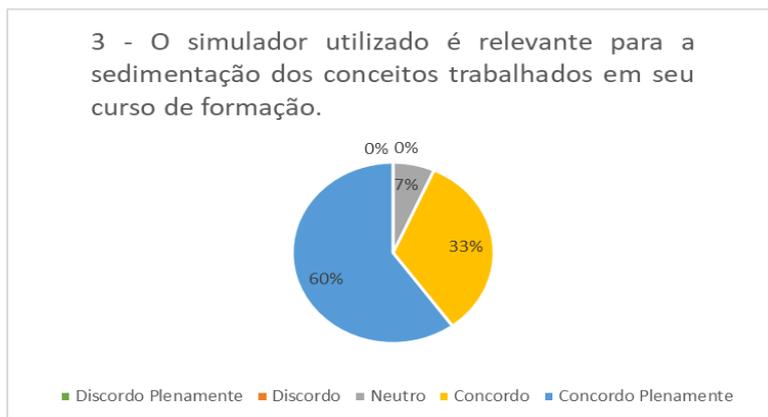
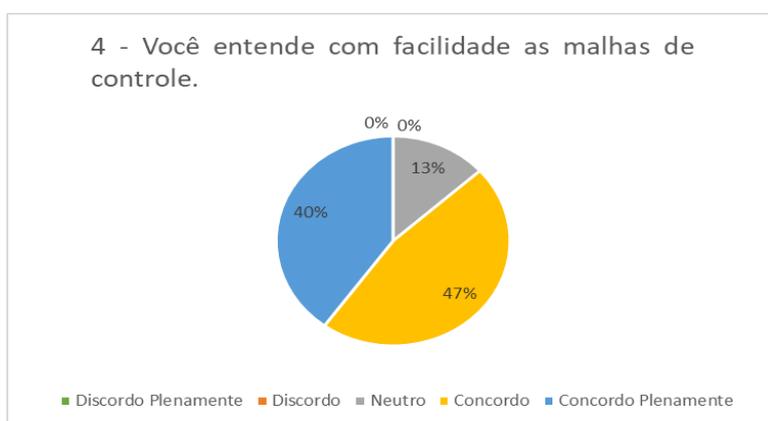


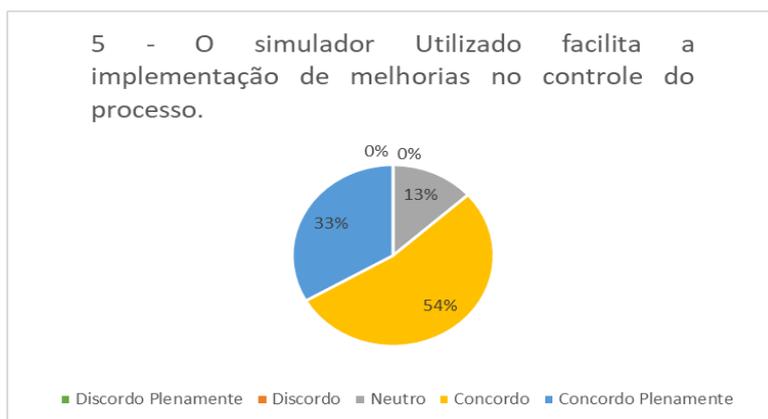
Figura 4. Gráfico referente a afirmação dois do questionário.



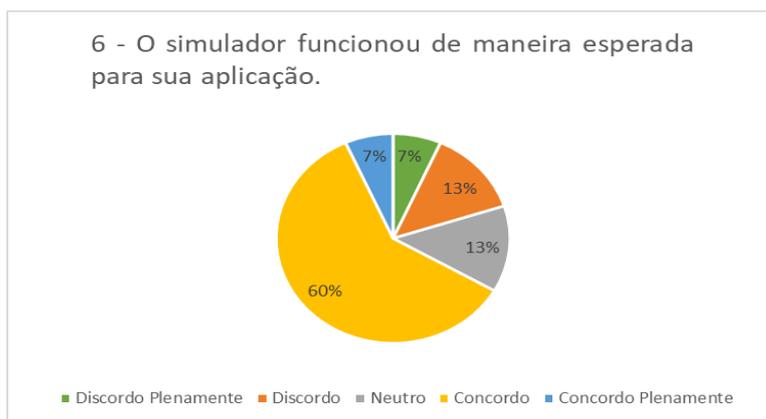
**Figura 5. Gráfico referente a afirmação três do questionário.**



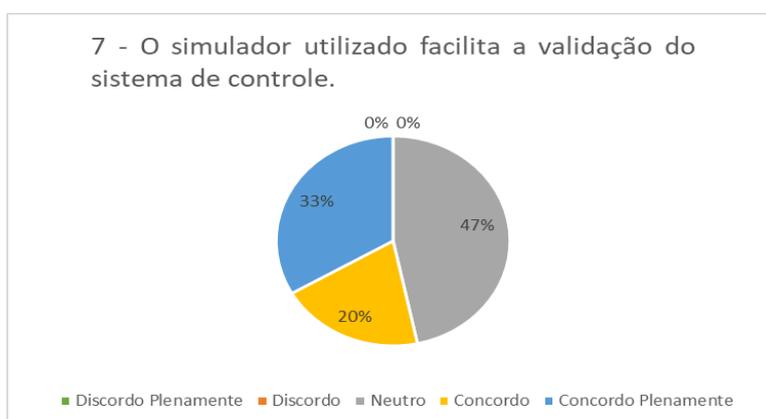
**Figura 6. Gráfico referente a afirmação quatro do questionário.**



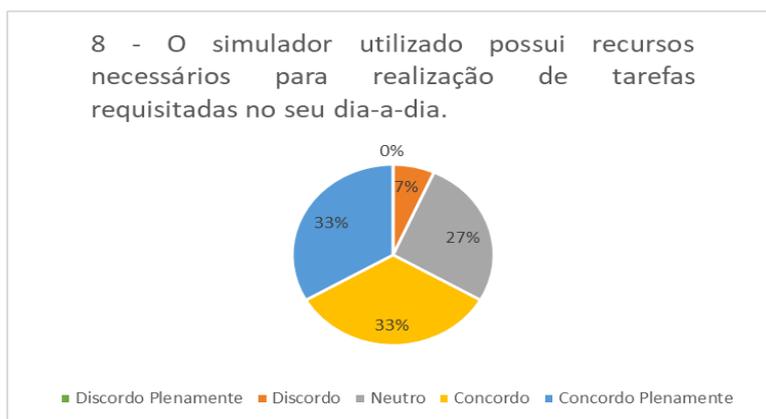
**Figura 7. Gráfico referente a afirmação cinco do questionário.**



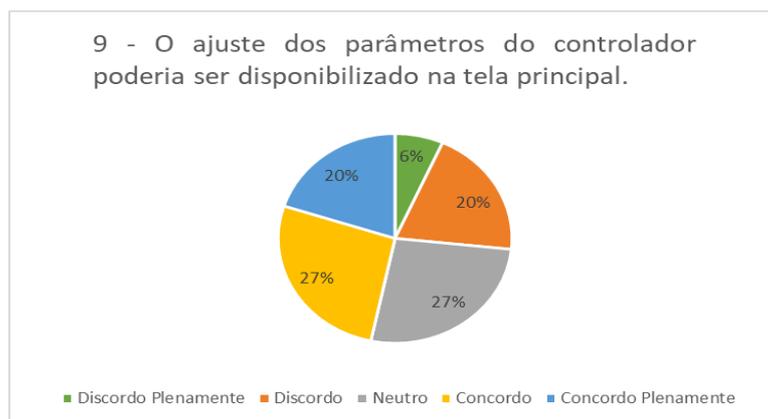
**Figura 8. Gráfico referente a afirmação seis do questionário.**



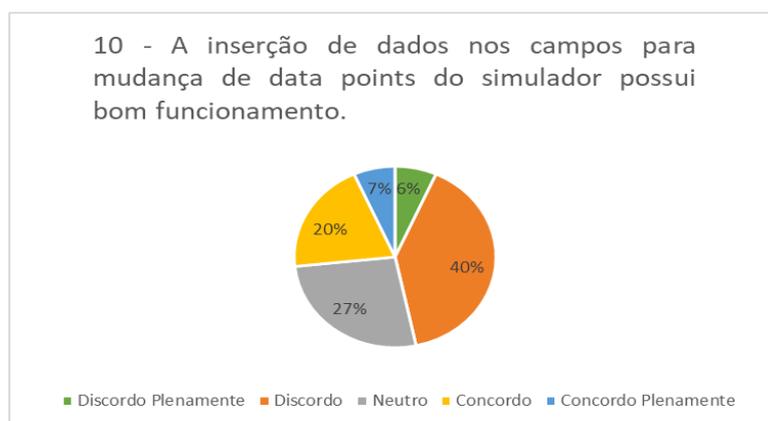
**Figura 9. Gráfico referente a afirmação sete do questionário.**



**Figura 10. Gráfico referente a afirmação oito do questionário.**



**Figura 11. Gráfico referente a afirmação nove do questionário.**



**Figura 12. Gráfico referente a afirmação do questionário.**

Na seção 5 serão apresentadas as considerações finais do trabalho.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e validação de um simulador de processos industriais com foco no setor de petróleo e gás natural. O simulador foi desenvolvido e validado no âmbito acadêmico com alunos de graduação em um curso de engenharia, reforçando seu propósito pedagógico.

Quanto ao funcionamento é possível dizer que o simulador atingiu o objetivo proposto, funcionando de maneira adequada a sua aplicação.

Sob os critérios do questionário o simulador se mostrou satisfatório no uso com alunos da engenharia. Algumas observações podem ser feitas para o desenvolvimento de versões futuras, como a inserção de ajustes dos controladores na tela principal do processo e ajustes nos data points para que haja um menor tempo de resposta.

## 6. References

Bernadez, F. F. G. e Fernandes, T. F. (2015) “Desenvolvimento de simuladores industriais com disponibilização via web ”. Monografia apresentada no Curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Fluminense.

- Glória L. S., Silva D. R. (2012) “Simulador de uma Unidade de Processamento de Condensado de Gás Natural”, Monografia apresentada no Curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal Fluminense.
- Neuman P., Pokorny M., Varcop L., Weiglhofer W., W. (2002). “Engineering and Operator Training Simulator of Coal-fired Steam Boiler”. Proc. Of the 10<sup>th</sup> International Conference MATLAB 2002, Prague, Czech Republic.
- Shannon, R. E. (1998) “Introduction to Art and Science of Simulation”, In: Proceedings of 1998 Winter Simulation Conference. D. J. Medeiros, E. F. Watson, J. S. Carson and M. S. Manivannan, eds. <http://www.informs-sim.org/wsc98papers/001.PDF>

## **ANEXO I – ROTEIRO APRESENTADO AOS ALUNOS**

### **ATIVIDADES**

- 1 – Ajuste os parâmetros dos controladores FIC – 101(P=1,I=1,D=0) FIC – 102(P=1,I=1,D=0) e LIC – 101(P=50,I=0.05,D=0)
- 2 - Coloque 40% de valor de setpoint na malha de nível
- 3 - Abra 10% da válvula FV – 101 no modo manual
- 4 - Coloque 10m<sup>3</sup>/h no valor de setpoint da malha de vazão (102) e então coloque no modo automático.
- 5 – Quando o nível se aproximar de 45% coloque a malha de nível no modo automático
- 6 – Aumente a abertura da válvula FV-101 para 40%
- 7 – Entre na janela de gráfico para observar o comportamento das variáveis.

## ANEXO II – QUESTIONÁRIO APRESENTADO AOS ALUNOS

### QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Responda o quanto você concorda com as próximas afirmações, sendo:

1 – Discordo Totalmente

2 – Discordo

3 – Neutro

4 – Concordo

5 – Concordo Plenamente

a) O simulador utilizado é de fácil manuseio.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b) O simulador realizou as atividades propostas com sucesso.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c) O simulador utilizado é relevante para a sedimentação dos conceitos trabalhados em seu curso de formação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

d) Você entende com facilidade as malhas de controle.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

e) O simulador utilizado facilita a implementação de melhorias no controle do processo.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

f) O simulador funcionou de maneira esperada para sua aplicação.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

g) O simulador utilizado facilita a validação do sistema de controle.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

h) O simulador utilizado possui recursos necessários para realização de tarefas requisitadas no seu dia a dia.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

i) O ajuste dos parâmetros do controlador poderia ser disponibilizado na tela principal.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

j) A inserção de dados nos campos para mudança de data points dos parâmetros do simulador possui bom funcionamento.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---