

SISTEMA DE SELEÇÃO DE LABORATÓRIOS DE ACESSO REMOTO COMO SUPORTE A AMBIENTES DE APRENDIZAGEM DE MECATRÔNICA

Guido Soprano Machado – guidosopranomachado@gmail.com

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-AM)/ Universidade Federal do Amazonas (UFAM/PPGEE) – Amazonas – Manaus

Pricila Rodrigues de Souza – pricila.rodriguesmf@gmail.com

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) da Unidade Operacional Escola Antônio Simões, Área de Mecatrônica e Automação Industrial. Av. General Rodrigo Otávio, 2394, Distrito Industrial CEP 69075-830 – Manaus – Amazonas

Vicente Ferreira de Lucena Jr. - vicente@ufam.edu.br

Universidade Federal do Amazonas (UFAM/CETEL/PPGEE/PPGI)

Av. General Rodrigo, Octávio, 6200, Coroado I, CEP 69080-900 – Manaus – Amazonas

Resumo: Os Laboratórios de Acesso Remoto (LAR) são ferramentas de software e hardware que permitem aos alunos acessar remotamente equipamentos reais localizados em instalações físicas como laboratórios de instituições de educação profissional e tecnológica. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta de Seleção Automática para Acesso Remoto de Laboratórios Mecatrônicos para auxiliar uma melhor aprendizagem principalmente para disciplinas que tem seus conteúdos na maioria prática. A seleção automática presente nesta ferramenta verifica as condições de cada laboratório de mecatrônica pertencentes a uma rede de compartilhamento e de acordo com o experimento do aluno é examinado o número de estudantes e o estado de conexão de Internet de modo a ser feita a escolha do melhor espaço de experiência para o estudante utilizar naquele momento. Neste artigo, experimentos são realizados para mostrar a eficiência deste método de seleção variando a quantidade de alunos e a taxa de transmissão de dados.

Palavras-chave: Seleção Automática. Laboratórios Mecatrônicos. Acesso Remoto. Educação a distância

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas tradicionais tanto de ensino quanto de aprendizagem estão cada vez mais sendo pressionados pelas novas formas de ensinar e de aprender. Novas metodologias surgem a cada momento para desenvolver o conhecimento, com por exemplo, o ensino à distância.

O ensino à distância articula conteúdos, objetivos e a iniciativa do estudante no seu processo de aprendizagem por meio do desenvolvimento de novas tecnologias e este vem como aporte aos atuais modelos educacionais (FRIEDMAN & DEEK, 2003). No ensino a distância pode-se observar diversas características relevantes que o diferenciam do ensino tradicional e possibilitam uma aprendizagem mais ativa do aluno. Dentre estas têm-se: o uso de ferramentas tecnológicas como softwares por meio do computador e o controle do tempo e da sequência de aprendizagem.

O uso de ferramentas como software é uma das características do paradigma ensino à distância, pois este pode habilitar ao aluno o conhecimento e manuseio de modernas ferramentas tecnológicas como o uso da Internet por meio do computador. A interação entre o

computador e o aluno permite que o estudante participe ativamente no processo de aprendizagem (PALADINE, 2008).

O controle do tempo e da sequência de aprendizagem permite ao aluno administrar seu próprio ritmo de estudo de qualquer lugar com acesso à Internet. Essa flexibilização aliada a tecnologia tem alavancado diversas estratégias de ensino para melhorar a qualidade e velocidade de aprendizagem do aluno.

Nas áreas tecnológicas em destaque a área de Mecatrônica ressalta-se como um dos fatores fundamentais no ensino a prática que o aluno pode adquirir ao utilizar diferentes instrumentos e dispositivos eletrônicos, mecânicos, pneumáticos, etc. Essa aproximação do aluno com estes recursos do mundo real na atividades de laboratório podem desempenhar um papel fundamental em sua formação.

No entanto, Paladine (2008) afirma que ao utilizar um laboratório presencial muito próximo da realidade na qual o aluno irá deparar-se após sua formação, pode gerar altos custos de manutenção, considerando, por exemplo, o número de alunos, horários de acesso ficam atrelados ao horário de funcionamento de cada instituição bem como a disponibilidade de um profissional para acompanhar nas práticas laboratoriais.

Segundo Silva (2007) os laboratórios de acesso remotos podem ajudar os estudantes com práticas que os aproximem ao mundo real, além de resolver possíveis problemas de acesso dos alunos aos laboratórios físicos, como por exemplo, permitir com que o aluno use o laboratório de qualquer ponto geográfico de forma que se reduzam ou minimizem os custos de deslocamento e de tempo para a aprendizagem; além de integrar em um mesmo ambiente atividades práticas, com materiais, simulações e acesso a equipamentos e dispositivos próximos a realidade, como por exemplo plantas didáticas industriais, presentes em algumas instituições formadoras.

Diante deste cenário, observa-se que os Laboratórios de Acesso Remoto - LARs podem ser utilizados como ferramentas que auxiliam no desenvolvimento do ensino dos alunos por meio da internet (DZIABENKO, GARCÍA-ZUBIA & ÂNGULO, 2012), pois são compostos por hardware e software que permitem a manipulação e o controle de experimentos reais à distância (AVILA, AMARAL e TAROUÇO, 2013).

Shyr (2009) realizou testes com alunos em sua plataforma remota da área de mecatrônica, onde motivou a criação de novas ferramentas que podem melhorar o aprendizado, além da possibilidade de serem compartilhadas por instituições de ensino.

Perdukova e Fedor (2011) em seu trabalho distribuiu computadores de acesso remoto para alunos que desejavam somente simular suas atividades e computadores que estavam interligados aos experimentos reais.

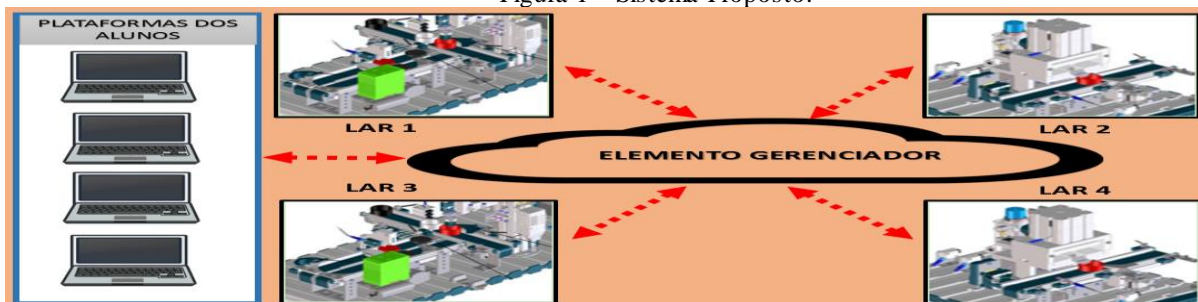
Gutiérrez, Fernández e Mantilla (2016) apresentaram um experimento remoto com conexão física entre uma única planta de controle de automação a três controladores que foram três dois CLP's e um raspberry pi, onde o aluno podia escolher manualmente o controlador atividade.

A proposta deste trabalho é apresentar um método para solucionar o gerenciamento de laboratórios de acesso remoto, neste momento específico para os laboratórios de mecatrônica. Este método indica para o aluno de maneira automática qual o laboratório deve ser utilizado, assim, otimizando o tempo de espera. O trabalho está organizado da seguinte maneira: uma descrição do sistema proposto, é apresentada na Seção 2; a metodologia para ensaio do sistema proposto é mostrada na Seção 3; e as considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros são discutidas na Seção 4.

2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema de seleção proposto é composto pelos seguintes elementos: o laboratório de acesso remoto, a plataforma do aluno e o elemento gerenciador. A figura 1 ilustra o sistema proposto.

Figura 1 – Sistema Proposto.



Fonte: Próprio Autor.

Observa-se na Figura 1 notebooks para representar os alunos no sistema proposto que deverão utilizar seus computadores pessoais de qualquer lugar com acesso à internet para conexão com os laboratórios remotos disponíveis na rede de cadastro do sistema. As setas da Figura 1 indicam o fluxo de comunicação que ocorrerá através da autorização do elemento gerenciador.

2.1 Laboratório de Acesso Remoto - LAR

LAR é um ambiente composto por um computador, uma planta ou experimento didático, um controlador e uma câmera. Os LAR's ficam localizados nas instituições de ensino (escolas, faculdades e universidades) que desejam compartilhar seus equipamentos com este sistema, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Modelo de um LAR.



Fonte: Próprio Autor.

Computador do LAR

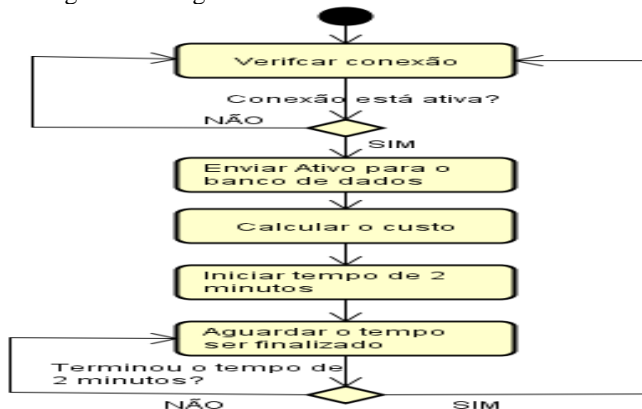
O computador do LAR tem o papel principal de funcionar como servidor para o acesso remoto dos alunos, mas também é onde será instalado todos os softwares necessários para programar ou simular experiências na planta didática. No computador do LAR foi instalado os seguintes itens: sistema operacional Windows Seven Ultimate, ambiente de programação do CLP (codesys V2.3) e os módulos de custo e do servidor que auxiliam o elemento gerenciador.

No computador do LAR são criados dois tipos de perfis: o perfil de execução que dar acesso a utilização do experimento físico e o perfil de programação que é utilizado para o aluno que deseja desenvolver ou simular seu programa, por isso esse perfil foi configurado com alguns bloqueios de acesso para não atrapalhar o perfil com a função de execução.

No computador do LAR também está embarcado duas aplicações: a primeira é o módulo de custo e por segundo o módulo de servidor. Esses dois módulos fazem parte do elemento gerenciador do sistema, responsáveis pelo gerenciamento dos laboratórios.

- a) **Módulo de custo:** implementado no computador do LAR, na linguagem C#, no compilador Visual Studio, não possui interface gráfica e utiliza o agendador de tarefas do Windows para iniciar esta aplicação, pois este módulo inicia ao ligar o computador e fica sendo executado a cada dois minutos devido o agendamento realizado. O programa desenvolvido tem duas funções principais: a primeira é que este programa informa ao banco de dados do elemento gerenciador se o LAR está ativo e a segunda é a execução do cálculo do custo do LAR, essas duas funcionalidades são executadas num ciclo periódico de dois minutos, ou seja, a cada intervalo de tempo deste ciclo o custo do laboratório é recalculado e o computador do LAR reafirma que está ativo na conexão com a Internet. Para o melhor entendimento foi desenvolvido, na Figura 3, o diagrama de atividades do módulo de custo.

Figura 3 - Diagrama de atividades do módulo de custo



Fonte: Próprio Autor.

Com o diagrama da Figura 3 é possível compreender que o módulo de custo inicia o seu processo verificando se o laboratório está conectado à internet, para então enviar a palavra ativo ao banco de dados, se houver conexão o programa continua seu funcionamento calculando o custo do laboratório. Esse custo é calculado da seguinte maneira:

$$C = Q + TT \quad (1)$$

Na Equação (1), **C** significa o custo do laboratório, **Q** significa a quantidade de alunos e **TT** significa o tempo de transferência de dados. Para o cálculo do tempo de transferência de dados foi implementado a média aritmética entre o *upload* e o *download* de um arquivo de texto padrão. O módulo de custo solicita do banco de dados a informação da quantidade de alunos. Ressalta-se no módulo de custo que quanto maior o número de alunos o custo aumenta e este ambiente provavelmente não deve ser utilizado pelo sistema. Além disso, quanto maior o Tempo de Transferência de dados

tem-se problemas com a conexão de Internet, dessa maneira, o custo aumenta e este LAR deve ser evitado pelo sistema.

- b) **Módulo do servidor:** foi desenvolvido na linguagem C#, possui uma interface gráfica e foi instalado no computador do LAR com o objetivo de gerenciar os arquivos do aluno, gerenciar os perfis conectados e tempo de permanência no perfil de execução. Este programa é inicializado a partir do login do Windows seja em qualquer um dos perfis, o arquivo executável fica na pasta inicializar do sistema operacional, pois a partir desse momento o módulo do servidor informa o banco de dados do elemento gerenciador que está ocupado o perfil utilizado no momento e incrementa em mais um aluno o laboratório no qual está sendo executado a aplicação. A Figura 4 mostra a interface gráfica do módulo do servidor.

Figura 4 - Interface gráfica do módulo do servidor

Fonte: Próprio Autor.

Após o incremento da quantidade de alunos, o módulo do servidor fica no aguardo para o acionamento dos botões acessíveis ao estudante. Tem-se então o surgimento da tela apresentada na Figura 4. Nessa tem-se as funções são descritas abaixo, considerando os números apresentados:

1. **Email/Senha:** quando o aluno desejar fazer o download ou upload de seu programa é necessário a inserção do email e senha cadastrados.
2. **Inserir Programa:** quando o aluno estiver no perfil de simulação/programação e terminar o seu desenvolvimento, aqui deve ser inserido o caminho do seu programa para upload.
3. **Upload do Programa:** quando for inserido o caminho do arquivo, deve ser clicado neste botão para iniciar o upload do arquivo, com isso o programa fica armazenado no servidor de arquivos do elemento gerenciador até o momento de sua execução.
4. **Download do programa:** quando o aluno desejar executar o seu programa, basta clicar neste botão para fazer o download do arquivo.
5. **Sair do Programa:** quando o aluno resolver não realizar nenhuma das atividades, basta clicar neste botão para sair do perfil utilizado e decrementar menos um estudante do laboratório.

Planta didática

As plantas didáticas que foram escolhidas para compor este sistema são as plataformas da linha MPS, para a validação deste trabalho a planta que possui a tarefa didática de perfuração de moedas (punching) será utilizada, neste processo as moedas são perfuradas e inseridas em potes que passam pela esteira.

Controlador da Planta

O controlador escolhido para esta implementação foi o Controlador Lógico Programável – PLC (CEC-CPX da empresa FESTO), por ser robusto e amplamente utilizado nos processos industriais, o CLP trabalha interligado a planta didática recebendo e enviando sinais de controle.

Câmera

Na implementação do LAR foi utilizado um celular com o aplicativo chamado IP webcam. Esta câmera só entra em ação a partir de uma solicitação da plataforma do aluno e se o estudante estiver utilizando o perfil de execução.

2.2 Plataforma do Aluno

O aluno deve acessar sua plataforma por meio do seu login cadastrado no site do sistema, conforme apresenta-se na Figura 6.

Figure 6. Telas de login e interface do aluno



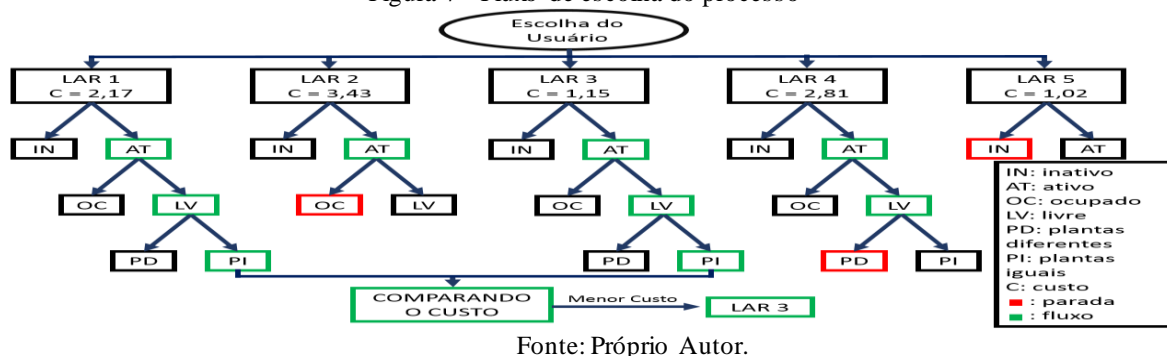
Fonte: Próprio Autor.

Na Figura 6 observa-se a tela interface do aluno onde foram criados botões de seleção para o aluno poder informar qual a planta didática desejada para sua prática e botões para o estudante utilizar as funcionalidades da plataforma: Exercícios, Enviar Tarefa, Programação, Testar Aplicação e Visualização da Câmera. Em Exercícios tem-se tarefas padrões para cada planta didática selecionada. Em Envia Tarefa apresenta-se uma nova janela que envia o arquivo do estudante até o servidor FTP do elemento gerenciador, para posteriormente no momento em que o aluno desejar executar seu programa já esteja disponível por meio do seu login. Os botões Programação e Testar Aplicação da interface do aluno funcionam de maneiras semelhantes, a diferença é que quando o botão de Programação é acionado o módulo do aluno direciona o estudante para um perfil de simulação dentro do laboratório escolhido e o botão Testar Aplicação direciona o aluno para o perfil de execução dentro do ambiente escolhido. Por meio desses botões é que o módulo do aluno fará a escolha do melhor laboratório, essa escolha será explicada a partir de agora seguindo as seguintes etapas:

- **1º etapa:** a partir dos ambientes cadastrados no elemento gerenciador, o módulo do aluno verifica quais os laboratórios que estão ativos.
- **2º etapa:** são verificados dentre os laboratórios ativos os que estão livres.
- **3º etapa:** são verificados dentre os laboratórios livres os que estão com a mesma planta didática do aluno.
- **4 etapa:** são verificados dentre os laboratórios com a mesma planta o que tem menor custo.

Assim, o laboratório que passar por todas estas etapas será o escolhido como o melhor ambiente para execução da atividade do aluno. Para exemplificar esta seleção, na Figura 7 é apresentado um diagrama onde o fluxo de escolha é representado através da cor verde e foram atribuídos custos aleatórios para demonstração da escolha.

Figura 7 - Fluxo de escolha do processo



Nota-se na Figura 7 que o laboratório 3 foi escolhido, devido ter todas as etapas avaliadas como verdadeira e depois era o menor custo entre a comparação dos laboratórios 1 e 3. A implementação deste módulo foi criada a partir do método do algoritmo guloso que procura sempre o melhor caminho para seguir (CORMEN et al, 2009). Com base nas decisões tomadas, foi desenvolvida uma função objetivo para selecionar o ambiente escolhido com a finalidade de otimizar a seleção dos laboratórios, esta equação é dada como:

$$S_i = (Q_i + TT_i) * ST_i * SI_i * P_i$$

$$S_i = C_i * ST_i * SI_i * P_i \quad (2)$$

Onde $i = (1, 2, \dots, n)$ sendo n a quantidade total de laboratórios no sistema, SI_i é a seleção do laboratório, C_i é o custo do laboratório resultante da Equação 1 deste trabalho, ST_i é o status do laboratório que pode ser 1 se estiver ativo ou 0 se estiver inativo, SI_i é a situação do laboratório que pode ser 1 se estiver livre ou 0 se estiver ocupado de acordo com o perfil escolhido pelo aluno e P_i é a planta didática que pode ser 1 se a planta for igual a do aluno ou 0 se for diferente. Após calculado a função objetivo, basta pegar o valor mínimo entre todos os laboratórios para ter o ótimo ambiente escolhido, como restrição desta equação sua solução tem que ser maior que zero.

Com a escolha do laboratório realizada, a implementação continua com a comunicação do aluno com o seu ambiente. Esta foi construída a partir do protocolo RDP que direciona o estudante até o computador que está instalado no LAR, para isso foi criada uma tela que mostra a seção remota com o PC do LAR.

Com o acesso ao LAR por meio do protocolo RDP, o aluno pode desenvolver e executar seu programa como se estivesse no computador local do LAR como um usuário local e se estiver no perfil de execução pode acessar o CLP da planta didática que também está conectado à rede local do LAR.

Para finalizar a implementação da plataforma, o botão de visualização da câmera foi desenvolvido através de uma nova tela, onde tem os botões de start e stop de visualização da imagem, quando esta imagem é solicitado pelo aluno o módulo do aluno solicita o IP da câmera do LAR escolhido e por meio de um link do protocolo HTTP a imagem é gerada podendo ser visualizada na tela.

2.3 Elemento Gerenciador

O elemento gerenciador foi implementado utilizando um serviço de hospedagem de sites, dentro deste serviço foi usado o servidor FTP para guardar os arquivos dos programas dos alunos e arquivos de programação do site, foi usado também um servidor de bancos de dados MySQL para guardar dados referentes aos alunos, instituições e os processos utilizados dentro desse sistema. Por isso a implementação do elemento gerenciador do trabalho será dividida em duas partes: o site do sistema e o banco de dados.

O site foi implementado utilizando o framework Yii na linguagem PHP, o que facilitou muito a parte estrutural do site. A página inicial do site oferece dois botões, um para cadastro dos laboratórios das instituições e outro para cadastro dos alunos. Com esses cadastros realizados, os alunos poderão ter acesso aos LARs cadastrados pelas instituições.

O banco de dados foi implementado em três tabelas: users que são os usuários da página web, o cadastro onde fica alocado os dados dos alunos e laboratórios que são as informações sobre as características dos laboratórios. No banco de dados ficam todas as informações necessárias para a tomada de decisão do método de seleção automática.

3 EXEMPLO DE APLICAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Para ensaio do sistema proposto foi criado um cenário, onde neste abordou-se a escolha entre dois laboratórios de instituições de ensino, localizados em locais diferentes e com a mesma infraestrutura. O ambiente de ensaio implementado contou com os laboratórios da Universidade Federal do Amazonas – UFAM e o da Escola SENAI Antônio Simões – ESAS, ambas trabalharam com a planta *punching* da linha MPS e o mesmo PLC.

Figura 8 - Tela de visualização da câmera

ATIVIDADE 1 – Em uma fábrica a esteira de produção recebe dois tipos de potes, para os potes metálicos é necessário guardar duas moedas e para outros tipos de potes é necessário guardar apenas uma moeda. Deve ser desenvolvido um programa em linguagem Ladder para esta situação.

LISTA DE ENTRADAS		LISTA DE SAÍDAS	
ENDEREÇO	DESCRIÇÃO	ENDEREÇO	DESCRIÇÃO
I0	Sensor de pote no início da esteira.	Q0	Motor da esteira.
I1	Sensor de pote no início do bloqueador.	Q1	Bloqueador de peças da esteira.
I2	Sensor de pote no fim da esteira.	Q2	Recuar cilindro do magazine de moedas.
I3	Sensor Indutivo do início da esteira.	Q3	Acionar furador.
I4	Sensor de barreira para peças transparentes.	Q4	Acionar STOP de moedas.
I5	Sensor fim de curso do cilindro do bloqueador.	Q5	Soprar moedas.
I6	Sensor fim de curso cilindro do Furador recuado.	Q6	
I7	Sensor fim de curso do cilindro magazine de moeda.	Q7	

Marque a sequência que já conseguiu executar nos itens abaixo:

- ☒ Quando o pote chegar no sensor de início da esteira, ligue a esteira.
- ☒ O pote deve ser verificado se é metal ou não e deve ser ativado o bloqueador.
- ☒ Quando o pote chegar no sensor de início do bloqueador deve ser parado a esteira.
- ☒ Se o pote for metálico deve ser inserido duas moedas.
- ☒ Se o pote for de outro material deve ser inserido apenas uma moeda.
- ☒ Após a inserção das moedas deve ser ligado a esteira novamente.
- ☒ Deve ser desativado o bloqueador.
- ☒ A esteira deve desligar quando o pote passar pelo sensor de fim de esteira.

Nota obtida: 10

Fonte: Próprio Autor.

Como metodologia para ensaio será relatado os passos que o aluno realizou para utilizar o sistema. Inicialmente o aluno cadastrou seus dados no site do sistema, após o cadastro o

estudante instalou em seu computador a plataforma do aluno, a partir da instalação ele pôde iniciar seus experimentos nos ambientes mecatrônicos disponíveis nos LAR's das instituições.

Para iniciar o experimento, o aluno entrou na sua interface, foi para a área de exercícios e escolheu a atividade da planta puching. A Figura 8 apresenta o exercício que deve ser desenvolvido pelo aluno. Neste exercício o aluno tem disponível a lista de alocação da planta didática e a sequência que deve ser seguida para completar a atividade. A cada etapa concluída deve ser selecionado o marcador para verificar a nota na atividade.

Depois de ter verificado a atividade, o aluno desenvolve o seu programa por meio do botão Programação e utilizou-se do módulo do servidor para fazer *upload* do programa e logo depois acionar em sua plataforma o botão de Testar Aplicação para ter acesso a planta didática física. Quando acionado esse botão o sistema de seleção procura o melhor ambiente para o aluno executar sua prática, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Banco de dados antes da conexão

Local	Planta_didática	Custo_por_aluno	Lablivre	UserProg1LabLivre	QuantAlunos	Status
ESAS	Puching	1,7955	ocupado	livre	1	ativo
UFAM	Puching	1,2245	livre	livre	0	ativo

Fonte: Próprio Autor.

Na Tabela 1 tem-se o momento da escolha do laboratório. O sistema terá que escolher o laboratório da UFAM como a melhor escolha devido não haver nenhum aluno no LAR dessa instituição. A Tabela 2 mostra que os laboratórios de ambas as instituições estão ocupados para o perfil de execução e o aluno encontra-se conectado no laboratório da UFAM até ele acabar sua tarefa prática ou finalizar o limite de tempo de dez minutos.

Tabela 2 - Banco de dados depois da conexão

Local	Planta_didática	Custo_por_aluno	Lablivre	UserProg1LabLivre	QuantAlunos	Status
ESAS	Puching	1,7725	ocupado	livre	1	ativo
UFAM	Puching	2,3105	ocupado	livre	1	ativo

Fonte: Próprio Autor.

Nota-se a partir das informações encontradas nos ensaios que a equação de seleção do LAR escolheu o local com o menor custo para o aluno realizar seu experimento, portanto é possível otimizar o uso dos laboratórios por meio de tempos reduzidos no momento da seleção e tendo o laboratório mais eficiente naquele momento.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi apresentado um sistema de seleção de laboratórios de acesso remoto como suporte a ambientes de aprendizagem de mecatrônica, utilizando os LARs como recurso de ensino e aprendizagem de alunos da educação profissional e tecnológica em cursos da UFAM e do Senai/AM.

Foram elaborados cenários para ensaio do sistema de seleção de laboratórios. Os resultados ao selecionar o laboratório para execução da prática do aluno atingiram o objetivo, pois

seleciona o LAR com as melhores condições. O método soluciona o problema da procura manual realizada pelo aluno, ajuda na execução das práticas da educação a distância e foi possível verificar que mesmo com a variação do custo a escolha dos laboratórios é realizada de maneira correta de acordo com a equação de seleção que verificou todas as características de cada laboratório da área de mecatrônica.

Como trabalho futuro, espera-se validar este sistema realizando mais experimentos que possam aprimorar a compreensão das variáveis apresentadas na Equação de Seleção.

REFERÊNCIAS

- AVILA, B.; AMARAL, É. M. H.; TAROUÇO, L. Implementação de Laboratórios Virtuais no metaverso OpenSim. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 11, n. 1, julho, p. 1–12, 2013.
- CORMEN, Thomas H. et al. *Introduction to algorithms*. 3ed. Estados Unidos, 2009.
- FRIEDMAN, R.S. and DEEK, F.P., Innovation and education in the digital age: reconciling the roles of pedagogy, technology, and the business of learning. *IEEE Transactions on Eng. Management*, 50, 4, 403-412 (2003).
- GUTIÉRREZ W., FERNÁNDEZ M. & MANTILLA W.. The Joint Training, a SENA Learning Model for Latin America. *IEEE Latin America Transactions*, vol.14, no 6, 2016.
- O. Dziabenko, J. García-Zubia, and I. Angulo, "Time to play with a microcontroller managed mobile bot," in *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2012 IEEE. IEEE, 2012, pp. 1–5.
- PERDUKOVA D. and FEDOR P.. A Virtual Laboratory for the study of Mechatronics. *IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*, 2011.
- PALADINE, Suenoni. Experimentação remota como suporte a ambientes de aprendizagem de física. Novembro, 2008. Disponível em: < <https://goo.gl/9RH9ER>>. Acesso em: 15 maio 2018.
- SHYR, Wen-Jye, Providing a laboratory for students everywhere. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol.7, No.2, 2009.
- SILVA, Juarez Bento da. A utilização da experimentação remota como suporte para ambientes colaborativos de aprendizagem. Fevereiro, 2007. Disponível em: < <https://goo.gl/eQmBf1>>. Acesso em: 15 maio 2018.

REMOTE ACCESS LABORATORY SELECTION SYSTEM AS A SUPPORT TO MECHANICAL LEARNING ENVIRONMENTS

Abstract: *Remote Access Laboratories (LAR) are software and hardware tools that allow students to remotely access equipment located in physical facilities such as laboratories for professional and technological education institutions. This work presents the development of an Automatic Selection Tool for Remote Access of Mechatronic Laboratories to help a better learning mainly for disciplines that have their contents in the practical majority. The automatic selection present in this tool verifies the conditions of each mechatronics laboratory belonging to a sharing network and according to the experiment the student is examined the number of students and the state of Internet connection in order to be made the choice of the best space for the student to use at that time. In this article, experiments are performed to show the efficiency of this selection method by varying the number of students and the data transmission rate.*

Key-words: *Automatic Selection. Mechatronics Laboratories. Remote access. Distance Education*