



SÃO PAULO

FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA MECATRÔNICA
REVISTA BRASILEIRA DE MECATRÔNICA

PROTÓTIPO PARA UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE CONTROLE PATRIMONIAL
UTILIZANDO TECNOLOGIA RFID

PROTOTYPE FOR A PATRIMONIAL CONTROL AUTOMATION SYSTEM USING RFID
TECHNOLOGY

Enkindú Feitosa Weles^{1, i}
Daniel Otávio Tambasco Bruno^{2, ii}

RESUMO

O artigo apresentado trata do desenvolvimento de um sistema de automação para controle patrimonial utilizando tecnologia RFID para leitura de *tags* RFID fixadas nos bens materiais. Por meio de um microcontrolador ESP8266, a movimentação dos bens patrimoniais será monitorada e registrada em uma base de dados MySQL que permitirá interfaces gráficas como um aplicativo mobile faça consultas em sua base de dados. O acesso ao servidor do banco de dados é feito via comunicação sem fio mediante *login* e senha, portanto, uma vez conectado à rede e ao banco de dados, a inserção de dados é feita toda vez que uma *tag* RFID cadastrada passar pelo leitor RFID. Para representação do bem material, foram utilizados dois cartões RFID que foram cadastrados na tabela de bens patrimoniais e como resultado o sistema registrou a movimentação dos bens materiais, validando a utilização da metodologia proposta para controle de bens patrimoniais.

ABSTRACT

The present article deals with the development of an automation system for patrimonial control using RFID technology to read RFID tags fixed in the material assets. By means of an ESP8266 microcontroller, the movement of the material assets will be monitored and registered in a MySQL database that will allow graphical interfaces as a mobile application to make queries in its database. Access to the database server it's done via wireless communication through login and password, so once connected to the network and the database, data entry it's done every time a registered RFID tag passes through the RFID reader. In order to represent the material assets, two RFID cards were used where were registered in the assets table, as a result the system registered the movement of the material assets, validating the use of the proposed methodology for patrimony control.

Data de submissão: (10/12/2017)

Data de aprovação: (25/08/2018)

¹Graduado em Tecnologia em Automação Industrial: enkinduweles@gmail.com

²Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial. Mestre em Engenharia da Informação: daniel.bruno@sp.senai.br

1 INTRODUÇÃO

Toda entidade seja ela privada ou pública procura ter uma administração patrimonial eficiente, logo os cuidados com os bens materiais que a compõe requer um planejamento e organização nas atividades de preservação e guarda, mantendo os em condições de uso. Segundo Matias (2015) entende-se por administração patrimonial a preservação e guarda de todos os itens que fazem parte do patrimônio da entidade, onde é seguida por procedimentos que vão desde a aquisição do bem até o momento que o item é excluído de seu inventário e também é responsável por fazer o controle dos bens que irão pertencer ao escopo da entidade.

Para que se tenha êxito no controle patrimonial deve se ter um inventário a qual represente fielmente os bens que constituem aquela entidade, conforme Pereira (2013) em seu estudo de caso, ressalta a importância de um sistema informatizado para que se possa ter o cadastro dos bens materiais, dessa forma agilizando o processo de levantamento do inventário daquela entidade, pois uma vez que há uma divergência entre o patrimônio que foi tombado e o patrimônio existente atual, pode ocasionar prejuízos financeiros, Já para Queiroz (2016) existe um ponto a ser melhorado que se baseia na identificação da real necessidade de aquisição de bens materiais, pois muitas vezes não se sabe da existência já presente ao escopo do patrimônio, ocasionando em gastos desnecessários para a entidade.

Um controle patrimonial vai além de um simples levantamento do inventário, pois de acordo com Fenili (2015) e com as normativas da Secretaria de Administração Pública da Presidência da República (1988) o inventário pode ser utilizado para verificação das condições do material e se o mesmo necessita de uma manutenção ou se o item já se tornou obsoleto, os sistemas informatizados ou como também os sistemas de automação, podem auxiliar nas tarefas de cadastro, levantamento de inventário e monitoração de movimentação dos bens internos, dessa forma o inventário se manterá atualizado, tornando os dados confiáveis quando uma possível auditoria requisitar os dados pertinentes do bem patrimonial ou até mesmo para o setor contábil da entidade.

O presente trabalho tem por objetivo desenvolver um protótipo para um sistema de automação de controle patrimonial utilizando a tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification* - Identificação por Rádio Frequência) que identificará todo bem material que pertencer ao patrimônio da entidade (desde que o mesmo permita a fixação de uma etiqueta ou *tag* RFID em sua estrutura), quando o mesmo passar por um dos leitores RFID que vão estar localizados em pontos estratégicos, registrará sua movimentação armazenando-as em uma base de dados MySQL. Além disso, o sistema também será composto pelo módulo ESP-8266-12E para conexões sem fio dos módulos com a rede.

2 DESENVOLVIMENTO

O presente tópico tem por finalidade apresentar os principais conceitos e tecnologias utilizados para o desenvolvimento do projeto.

2.1 Identificação por rádio frequência (RFID)

A tecnologia RFID baseia-se no princípio de transmissão/recepção de dados via ondas eletromagnéticas de rádio, o sistema é composto basicamente por três componentes

conforme mostra a Figura 1, sendo o *tag*, um dispositivo que ao ser excitado por um campo eletromagnético provido pelo *reader*, terá seu circuito energizado e passará a enviar as informações previamente gravadas em sua memória, o *reader*, dispositivo que ao receber os dados de uma *tag*, decodifica suas informações, e uma interface de aplicação a qual será responsável por executar uma ação conforme os dados recebidos pelo *reader* (SILVEIRA; LEITE, 2016).



Fonte: Adaptado pelo autor, HellermannTyton (2017)

2.1.1 MIFARE RC522

O MIFARE RC522 é um módulo capaz de ler/escrever em IC (*Intelligent Card* – Cartão Inteligente) como mostra a Figura 2, utilizando comunicação sem contato operando na frequência de 13.56 MHz. Seu leitor suporta o padrão ISO/IEC 14443 tipo A para comunicação sem contato integrada nos cartões IC. O módulo MFRC522 é capaz de ler/escrever em cartões IC por meio de uma antena capaz de fazer comunicação com os dispositivos que suportam o padrão ISO/IEC 14443A sem a necessidade de circuitos externos (NXP, 2016).

Figura 2 - MFRC522



Fonte: Próprio autor

2.1.2 MIFARE Classic 1k

É um cartão inteligente para comunicação sem contato de acordo com o padrão ISO/IEC 14443 tipo A operando em frequências de 13.56 MHz. Conforme a descrição do produto NXP (2011), sua memória de 1 kB é dividida em 16 setores, onde cada setor é dividido em 4 blocos contendo 16 Bytes cada. Cada dispositivo possui um número de identificação chamado de UID (*Unique Identifier* – Identidade Única) que garante autenticidade em sua identificação, cada setor é acessado mediante a duas chaves configuráveis para manipulação dos dados.

Existem alguns modelos que servem como estrutura para o chip MIFARE Classic 1k, como por exemplo, eles podem ser encontrados na forma de cartão ou na forma de chaveiro como mostra a Figura 3.

Figura 3 - MIFARE Classic 1k em modelo cartão e modelo chaveiro



Fonte: Próprio autor

2.2 ESP8266 – Plataforma NodeMCU

A plataforma NodeMCU é baseada no chip ESP8266 desenvolvido pela empresa Espressif, voltado para aplicações em IoT (*Internet of Things* – Internet das Coisas), já vem integrada com circuitos para que possa ser alimentado com 3.3 V por meio de um regulador de tensão, além de vir integrado com um circuito conversor USB (*Universal Serial Bus* – Barramento Serial Universal) para RS-232, facilitando o processo de programação através de um cabo USB conectado a um PC. Algumas das características do chip ESP8266 podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1 – Características do ESP8266-12E

Plataforma	NodeMCU ESP8266-12E
Interfaces periféricas	GPIO; ADC; PWM; SPI; I2C; UART
Modo Wi-Fi	Station; Access Point; Access Point e Station
Protocolo de Rede	IPv4; TCP; UDP; HTTP; FTP

Fonte: Espressif (2017)

2.3 SPI (*Serial Peripheral Interface* – Interface Periférica Serial)

O protocolo de comunicação SPI é uma categoria dos protocolos de comunicação serial no qual utiliza-se o modo síncrono na transmissão de dados, onde os dispositivos partilham de um mesmo sinal de *clock* gerado pelo dispositivo mestre. (SOUZA; CASTRO; CARRIJO, 2015).

O protocolo é baseado no modelo de comunicação *master-slave* e possui 4 vias de comunicação denominadas de acordo com o Quadro 2.

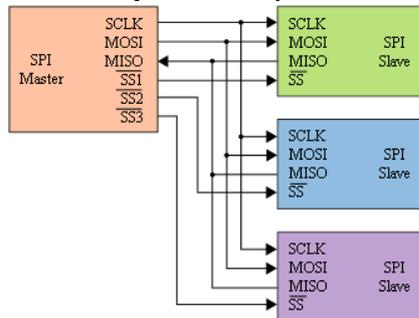
Quadro 2 - Nomenclaturas utilizadas para comunicação SPI

SCLK	Sinal de clock para comunicação síncrona entre master-slave
MISO	Barramento de dados onde, o mestre recebe informações do escravo
MOSI	Barramento de dados onde, o mestre envia as informações para o escravo
SS	Seleção do escravo a qual se deseja comunicar

Fonte: Adaptado pelo autor, ARDUINO (2017)

A Figura 4 mostra uma típica ligação entre mestre e escravo utilizando o protocolo SPI.

Figura 4 - Comunicação entre dispositivos mestre/escrava no protocolo SPI



Fonte: Souza; Castro; Carrijo (2015)

3 METODOLOGIA

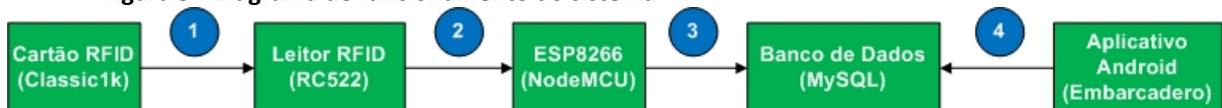
O presente tópico tem por finalidade descrever o funcionamento do sistema, apresentando os resultados obtidos, a conclusão na qual o trabalho chegou e por fim, uma sugestão de melhorias para trabalhos futuros.

3.1 Funcionamento do sistema

Pensando em um sistema para controle patrimonial o projeto foi dividido em quatro etapas, desde a leitura do bem material por meio de um cartão RFID até o registro em uma base de dados para eventuais consultas, logo o inventário da entidade estará devidamente atualizado e constará com um histórico de movimentação desses bens, evitando prejuízos financeiros por esquecimento de atualização do inventário ou por não saber da existência do item já presente na entidade.

O diagrama de funcionamento do sistema pode ser visto na Figura 5, onde cinco elementos compõem o diagrama (representados por retângulos verdes) e a interação entre eles é feita por meio de quatro etapas (representadas por círculos azuis).

Figura 5 - Diagrama de funcionamento do sistema



Fonte: Próprio autor

O primeiro elemento do sistema é o cartão **RFID MIFARE Classic 1k** que consta com informações de “**número de série**” e “**descrição**” do material tombado. Os dados foram armazenados no setor 1, nos blocos 4 e 5, respeitando o limite de 16 Bytes para armazenamento. Ao aproximar o cartão no leitor a uma distância de no máximo 60 mm, haverá a primeira etapa que rege pelo princípio de funcionamento do RFID, onde o leitor (segundo elemento do sistema) por meio de ondas eletromagnéticas, energiza o cartão que passará a enviar as informações para o leitor, por consequência ele decodificará as informações recebidas.

Na sequência, o terceiro elemento é o microcontrolador ESP-12E NodeMCU v2 que será responsável por executar a função de ler as informações recebidas pelo leitor e por

acessar e registrar os dados na base de dados MySQL. Participa da etapa 2, responsável por transmitir os dados decodificados pelo leitor e enviar para o microcontrolador via comunicação SPI, utilizando os pinos D5~D8 (disponíveis para comunicação SPI) e da etapa 3 que será responsável por registrar os dados no banco via comunicação sem fio, portanto ao acessar a rede sem fio onde encontra-se o servidor do banco de dados, o ESP acessara-lo mediante a *login* e senha, o registro na base de dados é feita via comando SQL (*Structure Query Language* – Linguagem de Consulta Estruturada). Para inserção de registros foi utilizado a biblioteca “*MySQL_Connector*” que permite conexão com o banco de dados e a utilização de comandos SQL.

O quarto elemento é o banco de dados, onde foi criada uma base de dados chamada de “*Patrimônio*” e duas tabelas chamada “*BemPatrimonial*” e “*Relatorio*”, para isso foi utilizado o MySQL Server versão 5.6. As estruturas das tabelas podem ser vistas na Figura 6.

Figura 6 - Estruturas das tabelas (a): BemPatrimonial, (b): Relatorio

(a) BemPatrimonial

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
TagUID	varchar(20)	NO	PRI	NULL	
NI	varchar(12)	NO		NULL	
Descricao	varchar(18)	YES		NULL	
Localizacao	varchar(50)	YES		NULL	
Imobilizacao	date	YES		NULL	
Marca	varchar(50)	YES		NULL	
Modelo	varchar(50)	YES		NULL	

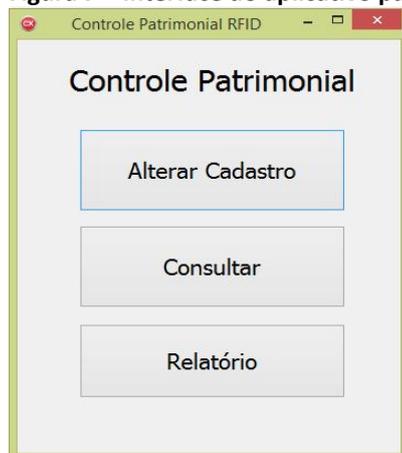
(b) Relatorio

Field	Type	Null	Key	Default	Extra
Id	int(11)	NO	PRI	NULL	auto_increment
UID	varchar(20)	YES	MUL	NULL	
Local	varchar(50)	YES		NULL	
DataMovimentacao	timestamp	NO		CURRENT_TIMESTAMP	on update CURRENT_TIMESTAMP

Fonte: Próprio autor

O quinto elemento é uma aplicação multi-plataforma que pode ser tanto para sistema operacional Windows ou aplicativo para sistema operacional Android. Sua interface Windows é apresentada na Figura 7.

Figura 7 – Interface do aplicativo para controle patrimonial



Fonte: Próprio autor

A partir da tela inicial o usuário poderá realizar o complemento das informações do bem patrimonial, pois uma vez que o material foi tombado e registrado no banco de dados,

constará apenas com as informações que virão armazenadas no *tag* RFID, os demais descritivos do bem material serão registrados pelo usuário na interface do aplicativo.

Para consultar os bens patrimoniais tombados e que estão registrados no banco de dados, o usuário precisará digitar qualquer informação pertinente ao material pesquisado e clicar sobre-o para acessar todas as informações de tombamento do patrimônio.

A movimentação do bem material poderá ser visualizada na tela de relatório, onde o usuário poderá monitorar por meio do número de tombamento do material a movimentação interna na entidade, evitando dessa forma o esquecimento de atualizar o inventário e deixando registrado que o material se encontra em outro local.

3.2 Resultados

Para simular o funcionamento do sistema, foi necessário fazer algumas adaptações na programação do ESP8266 utilizando a interface serial da IDE Arduino para visualizar os acontecimentos e realizar os ensaios.

O ensaio baseou-se no registro da movimentação do bem patrimonial, portanto, o ESP8266 precisava conectar-se à rede sem fio e acessar o banco de dados MySQL, para verificarmos essas duas etapas, utilizamos a interface serial a qual mostrará a SSID (*Service Set Identifier* – Identificador de Conjunto de Serviço) da rede e se obteve sucesso ao conectar-se à rede, em seguida, o dispositivo ESP8266 receberá um endereço IP (*Internet Protocol* – Protocolo de Internet), logo após ter obtido um IP da rede, fará a tentativa de se conectar ao banco de dados mediante a *login* e senha conforme mostra a Figura 8.

Figura 8 - Interface de demonstração das conexões com a rede sem fio e o banco de dados

```

-----Conexao WI-FI-----
Conectando-se na rede: WIFID
Aguarde
.....
Conectado com sucesso na rede WIFID
IP obtido: 192.168.1.100
Connecting to SQL
Conectado

```

Fonte: Próprio autor

Quando as conexões forem feitas com sucesso o programa irá aguardar uma *tag* RFID passar pelo leitor para que possa ler a sua UID e registrar os dados da movimentação do bem material no banco de dados, o resultado do registro pode ser visto na Figura 9, onde foi dado o comando *Select* para visualizar todos os registros da tabela relatório.

Figura 9 - Dados armazenados na tabela relatório

Id	UID	Local	DataMovimentacao
1	35 B1 A8 20	BLD INFORMATICA 2	2018-03-24 15:55:57
2	17 2E 7A 59	BLD INFORMATICA 2	2018-03-24 16:01:42
3	35 B1 A8 20	BLD INFORMATICA 2	2018-03-24 16:03:15
4	35 B1 A8 20	BLD INFORMATICA 2	2018-03-24 16:21:01
5	17 2E 7A 59	BLD INFORMATICA 2	2018-03-24 16:21:10
	NULL	NULL	NULL

Fonte: Próprio autor

Após as informações estarem devidamente registradas no banco de dados, o acesso as informações por meio de uma interface gráfica (aplicativo), possibilitou a consulta e visualização da movimentação dos bens materiais, como também a de registro de inventário.

4 CONCLUSÃO

A utilização da tecnologia RFID em conjunto com o padrão de comunicação sem contato, torna-se benéfico em sistemas de controle de bem patrimonial, pois uma vez dispostos os leitores e as *tags* fixadas nos bens materiais, a movimentação interna na entidade passa a ser registrada.

A utilização do ESP8266 em conjunto com o leitor RFID mostrou-se capaz de realizar a leitura de *tags* RFID e de registra-las no banco de dados de forma prática sem necessidade de utilizar *shields* e outros dispositivos a parte, permitindo que interfaces gráficas capazes de utilizar comando SQL, seja por meio de *toolkits* ou *plugins* facilite a visualização para o usuário. Através dos testes realizados, notou-se que a metodologia proposta é eficiente para controle patrimonial de uma empresa.

Porém, o sistema possui uma limitação quando se trata do caminho inverso ao de leitura do banco de dados do ponto de vista do microcontrolador, a programação começa a se tornar complexa, pois deve-se criar rotinas para tratar os dados e o ESP8266 passa a ter que processar mais informações.

Para contornar essa complexidade e como melhoria de projeto, em trabalhos futuros pretende-se utilizar um servidor *Broker* MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport* - Fila de Mensagem para Transporte de Telemetria) e criar um cliente MQTT para que esse cliente acesse o banco de dados de forma que o programador possa utilizar até mesmo outras linguagens de programação, tornando as possibilidades maiores e a complexidade menor, uma vez que, o ESP8266 passaria apenas parâmetros para o servidor *Broker* MQTT e ele seria responsável por gerenciar o cliente MQTT que realizaria a leitura e escrita das informações requisitadas pelo ESP8266.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. **SPI library**. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>. Acesso em: 22 nov. 2017.

ESPRESSIF. **ESP8266EX**. 2017. Disponível em: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf. Acesso em: 13 nov. 2017.

FENILI, Renato Ribeiro. **Gestão de materiais**. Brasília: Enap, 2015. 168 p. Disponível em: <http://www.enap.gov.br/documents/52930/707328/Enap+Didáticos+-+Gestão+de+Materiais.pdf/76d26d48-37af-4b40-baf1-072a8c31236a>. Acesso em: 07 nov. 2017.

HELLERMANN TYTON. **RFID tracking: clever solutions with RFID cable ties and accessories**. Disponível em: <http://www.hellermanntyton.com.sg/competences/rfid-tracking-and-identification>. Acesso em: 09 nov. 2017.

KOLHE, P. R. et al. Information Technology Tool in Library Barcode & Radio Frequency Identification (RFID). **Ijiset - International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology**. [s.i], p. 81-86. jan. 2016. Disponível em: http://ijiset.com/vol3/v3s1/IJSET_V3_I1_11.pdf. Acesso em: 09 nov. 2017.

MATIAS, Anderson Cortez. **Gestão Patrimonial: Contribuição para o controle de bens móveis** na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão em Organizações Aprendentes, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ufpb.br/bitstream/tede/8630/2/arquivototal.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2017.

NXP. **MF1S5035DUH**: MIFARE® Classic 1K - Mainstream contactless smart card IC for fast and easy solution development. 2011. Disponível em: <https://www.nxp.com/products/identification-and-security/mifare-ics/mifare-classic/mifare-classic-1k-mainstream-contactless-smart-card-ic-for-fast-and-easy-solution-development:MF1S5035DUH>. Acesso em: 12 nov. 2017.

NXP. **MFRC522**: Datasheet. 2016. Disponível em: <https://www.nxp.com/docs/en/datasheet/MFRC522.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2017.

PEREIRA, Lizarete Batista. **Controle de materiais e de bens patrimoniais: O caso do Município de Soledade/RS**. 2013. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade Passo Fundo, Soledade, 2013. Disponível em: http://repositorio.upf.br/bitstream/riupf/634/1/SOL2013Lizarete_Batista_Pereira.pdf. Acesso em: 08 nov. 2017.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Instrução Normativa nº 205/1988**. Secretaria de Administração Pública da Presidência da República. 1988. Disponível em: https://dpame.catalao.ufg.br/up/936/o/Instru%C3%A7%C3%A3o_Normativa_n%C2%BA_205_de_1988_.pdf. Acesso em: 18 nov. 2017.

QUEIROZ, Marcos Alves Pontes de. **A importância do controle de movimentação de materiais numa empresa pública**. 2016. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: [http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/12553/4/PDF - Marcos Alves Pontes de Queiroz.pdf](http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/12553/4/PDF_Marcos_Alves_Pontes_de_Queiroz.pdf). Acesso em: 07 nov. 2017.

SILVEIRA, Raynne M. C.; LEITE, Shigeaki de Lima. Sistema de Controle de Acesso Baseado na Plataforma NodeMCU. *In: JORNADA DE INFORMÁTICA DO MARANHÃO*, 6, 2016, São Luís. **Anais....** São Luís: Universidade Federal do Maranhão, 2016. p. 1 - 2. Disponível em: <http://sistemas.deinf.ufma.br/anaisjim/artigos/2016/201601.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2017.

SOUZA, Adriel Alves de; CASTRO, Higor Alexandre de; CARRIJO, Renato Santos. Proposta de uma solução alternativa aplicada em rede de sensores sem fio no padrão IEEE 802.15.4. *In: CONFERENCIA DE ESTUDO EM ENGENHARIA ELÉTRICA*, 13, 2015, Uberlândia. XIII CEEL.

Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2015. **Anais....** p. 1 - 5. Disponível em: http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2015/ceel2015_artigo080_r01.pdf. Acesso em: 13 nov. 2017

Sobre os autores:

i ENKINDÚ FEITOSA WELES



Graduado em Tecnologia em Automação Industrial pelo Instituto Federal de São Paulo (2014). Técnico em Eletrônica pela Escola Técnica Horácio Augusto da Silveira (2010). Pós-graduando em Redes Industriais de Comunicação e Controle pela Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial. Tem experiência na área de automação industrial voltado ao desenvolvimento de sistemas supervisórios para automação predial.

ii DANIEL OTÁVIO TAMBASCO BRUNO



Doutorando e Mestre em Engenharia da Informação pela Universidade Federal do ABC (2013). Especialista em Análise, desenvolvimento de Sistemas e Banco de Dados pela Universidade de Ribeirão Preto (2007), Especialista em Educação a Distância pela Universidade Paulista (2012). Bacharel em Análise de Sistemas pela Universidade Paulista (2003). Atualmente é Técnico em Manufatura Digital e Professor da Faculdade SENAI de Tecnologia Mecatrônica Industrial. Tem experiência na área Gestão de Tecnologia da Informação, desenvolvimento de Sistemas de Informação, Redes de Computadores e Ciência da Computação com ênfase em Processamento de Imagens e Inteligência Artificial.