

ETEC EURO ALBINO DE SOUZA
TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

BRUNO APARECIDO CAMILO SILVA

FABIO EVARISTO CHEREZIO

GUILHERME ARAÚJO

PAULO DE TARSO

PEDRO HENRIQUE LINS VAZ

RAMON DE OLIVEIRA SANCHES

THIAGO HENRIQUE MASSARO BOTI

PARC – PLATAFORMA AUTOMATIZADA DE
RECONHECIMENTO E CONTROLE

Mogi Guaçu – SP

2025

ETEC EURO ALBINO DE SOUZA

TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

BRUNO APARECIDO CAMILO SILVA

FABIO EVARISTO CHEREZIO

GUILHERME ARAÚJO

PAULO DE TARSO

PEDRO HENRIQUE LINS VAZ

RAMON DE OLIVEIRA SANCHES

THIAGO HENRIQUE MASSARO BOTI

**PARC – PLATAFORMA AUTOMATIZADA DE
RECONHECIMENTO E CONTROLE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Etec Euro Albino de Souza, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, submetida à banca examinadora do curso como requisito para obtenção do diploma de Técnico em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Alexsandro Arrais .

Mogi Guaçu – SP

2025

Ficha elaborada pelo Bibliotecário da Instituição.

Bueno, Adriel Andre.

B928e

Estudo sobre a geração de energia elétrica à partir da fabricação de um protótipo portátil para o uso da energia eólica / Adriel Andre Bueno...[et al.].
– Mogi Guaçu, 2016.

88 f.

Orientador: Prof.º Diogo Pedriali.

Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico de Nível Médio) - Etec Euro Albino de Souza, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Curso Eletrotécnica, 2016.

1. Energia eólica. 2. Energia limpa. 3. Fonte alternativa. 4. Praticidade e Acessibilidade. I. Pedriali, Diogo. II. Cavalcanti, Marcos Soares. III. Guimarães, Paulo Afonso. IV. Openheimer, Diogo H. Monteiro. V. Etec “Euro Albino de Souza” do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. VI. Eletrotécnica. VII. Título.

ETEC EURO ALBINO DE SOUZA

TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

BRUNO APARECIDO CAMILO SILVA

FABIO EVARISTO CHEREZIO

GUILHERME ARAÚJO

PAULO DE TARSO

PEDRO HENRIQUE LINS VAZ

RAMON DE OLIVEIRA SANCHES

THIAGO HENRIQUE MASSARO BOTI

**PARC – PLATAFORMA AUTOMATIZADA DE
RECONHECIMENTO E CONTROLE**

Monografia aprovada por banca examinadora em 27 de novembro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof. Aleksandro Arrais – (Orientador)

Prof. Marcio Alessandro Castiglioni

Prof. Fábio Fernando Barbosa

Mogi Guaçu – SP

2025

DEDICATÓRIA

Dedicamos este trabalho a nossos professores orientadores, que realizaram um trabalho excepcional ao longo desses semestres conosco, a nossos pais pelo amor e suporte e também aos amigos e colegas que tornaram todo o processo mais leve e divertido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus e a todos os contribuintes para a realização do nosso trabalho de conclusão de curso, desde a ETEC Euro Albino de Souza, todos os professores, em especial aos nossos professores Gilson Henrique Lopes Andrade, Marcio Alessandro Castiglioni, Fabio Fernando Barbosa e Alexssandro Arrais que foram essenciais durante toda a jornada, até nossos colegas de sala que contribuíram com o nosso crescimento diariamente.

“Reunir-se é um começo, manter-se juntos é um progresso, trabalhar juntos é um sucesso.”

Henry Ford, 1920

RESUMO

Este trabalho apresenta o desenvolvimento da PARC – Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle, um sistema inovador e inteligente que integra uma esteira transportadora, uma câmera de alta resolução e uma interface de tela para reconhecimento e contagem automática de objetos em processos produtivos. A câmera utilizada no sistema é capaz de identificar características visuais fundamentais dos objetos, tais como cor, tamanho e tipo, por meio de algoritmos avançados de visão computacional. Além disso, a esteira pode ser operada tanto de forma manual, permitindo o controle direto pelo operador, quanto automática, possibilitando o funcionamento autônomo e contínuo do sistema. Essa flexibilidade torna a PARC adequada para diferentes ambientes e necessidades industriais. O desenvolvimento da PARC tem como principal objetivo a otimização dos processos produtivos, aumentando a velocidade, a precisão e a eficiência das operações relacionadas à identificação e contagem de objetos. O uso combinado de automação industrial e técnicas de visão computacional permite reduzir erros humanos, minimizar desperdícios e melhorar o controle da produção em tempo real. Além do foco tecnológico, o projeto foi idealizado com ênfase na acessibilidade e inclusão digital, garantindo que o sistema seja intuitivo e utilizável por pessoas com variados níveis de conhecimento técnico, bem como por usuários com limitações físicas. A possibilidade de alternar entre modos manual e automático promove maior autonomia e democratiza o acesso à tecnologia, contribuindo para a inclusão social. Por fim, a PARC está alinhada aos conceitos de cidades inteligentes, onde a inovação tecnológica é aplicada para tornar os processos urbanos e industriais mais sustentáveis, eficientes e socialmente justos. O sistema representa uma solução tecnológica que não só promove ganhos produtivos, mas também respeita e valoriza a diversidade dos usuários, reafirmando a importância da tecnologia como agente transformador e inclusivo na sociedade contemporânea.

Palavras-chave: automação, visão computacional, PARC, contagem de objetos, acessibilidade, cidades inteligentes.

ABSTRACT

This paper presents the development of PARC – Automated Recognition and Control Platform, an innovative and intelligent system that integrates a conveyor belt, a high-resolution camera, and a screen interface for automatic recognition and counting of objects in production processes. The camera used in the system is capable of identifying fundamental visual characteristics of objects, such as color, size, and type, using advanced computer vision algorithms. In addition, the conveyor belt can be operated either manually, allowing direct control by the operator, or automatically, enabling autonomous and continuous operation of the system. This flexibility makes PARC suitable for different industrial environments and needs. The main objective of PARC's development is to optimize production processes, increasing the speed, accuracy, and efficiency of operations related to object identification and counting. The combined use of industrial automation and computer vision techniques reduces human error, minimizes waste, and improves real-time production control. In addition to its technological focus, the project was designed with an emphasis on accessibility and digital inclusion, ensuring that the system is intuitive and usable by people with varying levels of technical knowledge, as well as by users with physical limitations. The ability to switch between manual and automatic modes promotes greater autonomy and democratizes access to technology, contributing to social inclusion. Finally, PARC is aligned with the concepts of smart cities, where technological innovation is applied to make urban and industrial processes more sustainable, efficient, and socially just. The system represents a technological solution that not only promotes productivity gains but also respects and values user diversity, reaffirming the importance of technology as a transformative and inclusive agent in contemporary society.

Keywords: automation, computer vision, PARC, object counting, accessibility, smart cities

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD *Computer Aided Design*

CONFEA Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

ETEC Escolas Técnicas do Estados de São Paulo

PcD Pessoas com Deficiência

2D Bidimensional

3D Tridimensional

CAD Computer Aided Design

CLP Controlador Lógico Programável

CONFEA Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

DVP Delta Variable Programmable (Linha de CLPs da Delta)

ETEC Escolas Técnicas do Estado de São Paulo

Hz Hertz

IA Inteligência Artificial

IHM Interface Homem-Máquina

PARC Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle

PcD Pessoas com Deficiência

SP São Paulo

VC Visão Computacional

2D Bidimensional

3D Tridimensional

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Evolução Tecnológica.....	2
1.2 Objetivo Geral.....	2
1.3 Referencial Teórico.....	2
1.3.1 Visão Computacional.....	2
1.3.2 Cidades Inteligentes.....	2
1.3.3 Inclusão e Acessibilidade na Tecnologia.....	3
1.3.4 Automação Industrial	3
1.4 Justificativa	3
2. DESENVOLVIMENTO.....	5
2.1 Estrutura Geral do Sistema PARC.....	5
2.2 Funcionamento da Esteira Transportadora.....	5
2.3 Sistema de Visão Computacional	6
2.4 Interface de Operação e Acessibilidade	7
2.5 Integração com Conceitos de Cidades Inteligentes.....	7
2.6 Benefícios e Aplicações da PARC.....	8
2.7 Componentes Utilizados no Desenvolvimento da PARC.....	9
2.7.1 Controlador Lógico Programável DVP e Módulo de Expansão	9
2.7.2 Inversor de Frequência Fuji Electric	9
2.7.3 Interface Homem-Máquina (IHM) Weintek	10
2.7.4 Sensor Óptico Reflexivo	10
3. CONCLUSÃO	12
4. REFERÊNCIAS.....	13

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por automação e inovação nos processos produtivos tem impulsionado a adoção de tecnologias inteligentes capazes de aumentar a eficiência, reduzir erros e otimizar recursos. Nesse contexto, o desenvolvimento de sistemas automatizados que integrem equipamentos físicos, como esteiras transportadoras, a tecnologias avançadas, como a visão computacional, torna-se fundamental para atender às necessidades da indústria moderna. A PARC – Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle surge como uma solução tecnológica que combina esses elementos para automatizar a contagem e classificação de objetos em linhas de produção, contribuindo para a melhoria da produtividade e a garantia da qualidade.

O uso da visão computacional no projeto permite a identificação precisa de atributos visuais dos objetos, como cor, tamanho e tipo, possibilitando um controle mais detalhado e assertivo da produção. A esteira transportadora, por sua vez, é projetada para operar em modos manual ou automático, oferecendo flexibilidade e adaptabilidade a diferentes cenários e perfis de usuários. Essa dualidade operacional é especialmente importante para ampliar a acessibilidade do sistema, tornando-o utilizável tanto por operadores experientes quanto por pessoas com limitações físicas ou com baixa familiaridade com tecnologias complexas.

Além da eficiência produtiva, a PARC tem como um de seus principais pilares a inclusão digital e social. Em um mundo cada vez mais tecnológico, garantir que as soluções desenvolvidas sejam acessíveis a todos os perfis de usuários é uma questão de responsabilidade social e inovação.

O projeto se insere no contexto mais amplo das cidades inteligentes, que buscam integrar tecnologias digitais para promover sustentabilidade, eficiência e qualidade de vida. Ao automatizar processos produtivos com inteligência e acessibilidade, a PARC contribui para a construção de ambientes urbanos e industriais mais conectados, produtivos e inclusivos, alinhando-se às demandas contemporâneas por inovação responsável.

1.1 Evolução Tecnológica

A automação industrial evoluiu significativamente nas últimas décadas, impulsionada por avanços em áreas como robótica, sistemas embarcados e inteligência artificial. A capacidade de integrar sensores, atuadores e sistemas computacionais tornou possível a criação da PARC, que combina eficiência mecânica com análise inteligente de dados visuais.

A Indústria 4.0 e os conceitos de cidades inteligentes trouxeram à tona a importância de sistemas que operam de forma autônoma, mas com interfaces acessíveis. A PARC insere-se nesse contexto como uma plataforma inovadora, capaz de aumentar a produtividade ao mesmo tempo em que promove inclusão social e tecnológica.

1.2 Objetivo Geral

Projetar e implementar um sistema automatizado que utilize uma esteira transportadora, uma câmera e uma tela para identificar, classificar e contar objetos com base em características como cor, tamanho e tipo, empregando técnicas de visão computacional. Além disso, garantir que o sistema seja acessível, oferecendo modos de operação manual e automático, de forma a atender usuários com diferentes níveis de habilidade técnica e promover inclusão.

1.3 Referencial Teórico

1.3.1 Visão Computacional

A visão computacional é um campo da inteligência artificial que permite a análise e interpretação de imagens digitais. Através de algoritmos, o sistema da PARC consegue identificar a cor, o tamanho e o tipo dos objetos que passam pela esteira, classificando-os automaticamente. Essa tecnologia é fundamental para a eficiência do sistema, eliminando a necessidade de inspeção manual.

1.3.2 Cidades Inteligentes

Cidades inteligentes utilizam tecnologias digitais para melhorar a eficiência dos serviços e a qualidade de vida dos cidadãos. A PARC se alinha a esse conceito ao oferecer uma solução inteligente para o setor industrial, contribuindo com inovação, automação e sustentabilidade. A otimização de processos produtivos impacta diretamente a competitividade das empresas e, conseqüentemente, o desenvolvimento urbano.

1.3.3 Inclusão e Acessibilidade na Tecnologia

A PARC foi desenvolvida com foco na acessibilidade, sendo operável tanto de forma manual quanto automática. Isso permite que pessoas com diferentes perfis — inclusive aquelas com baixa formação técnica ou com limitações físicas — possam utilizá-la com facilidade. A inclusão digital e social é um dos pilares do projeto, refletindo o compromisso com uma tecnologia mais humana e democrática.

1.3.4 Automação Industrial

Automação industrial é o uso de tecnologias para operar máquinas e processos com mínima intervenção humana. A PARC utiliza essa abordagem para tornar o processo de contagem e classificação de objetos mais preciso e rápido. A esteira automatizada, controlada por sistemas embarcados, permite o transporte dos objetos enquanto a câmera faz a leitura e análise em tempo real.

1.4 Justificativa

A crescente demanda por automação e eficiência nos processos produtivos exige soluções tecnológicas inteligentes, capazes de realizar tarefas com rapidez e precisão. A PARC – Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle foi idealizada para atender a essa necessidade, ao mesmo tempo em que promove acessibilidade e inclusão digital.

Diferente de sistemas complexos e de alto custo, a PARC propõe uma abordagem mais acessível, com uma interface intuitiva e funcional. Sua aplicação é

viável tanto em ambientes industriais quanto educacionais ou experimentais, onde o objetivo é ensinar conceitos de automação, eletrônica e inteligência artificial.

O projeto justifica-se também por seu potencial impacto social. Ao possibilitar que pessoas com pouca formação técnica operem o sistema, a PARC contribui para a democratização do acesso à tecnologia e para a formação de uma sociedade mais justa e inclusiva. Assim, o projeto integra inovação tecnológica com responsabilidade social, alinhando-se a práticas sustentáveis e modernas exigidas pelas cidades inteligentes.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Estrutura Geral do Sistema PARC

A Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle (PARC) foi concebida como uma solução integrada de automação industrial, unindo elementos mecânicos, eletrônicos e computacionais em um único sistema funcional. A proposta reúne uma esteira transportadora automatizada, uma câmera de alta resolução e uma interface gráfica, que opera tanto em modo manual quanto automático, possibilitando a identificação, classificação e contagem de objetos em tempo real.

De acordo com Groover (2015), sistemas automatizados eficazes dependem da integração entre hardware, sensores e algoritmos capazes de interpretar dados de maneira rápida e confiável. Nesse sentido, a PARC segue os princípios modernos da automação ao combinar sensores visuais com lógica computacional, oferecendo precisão na execução das tarefas e redução da intervenção humana.

Além disso, a arquitetura modular do sistema permite expansões futuras, alinhando-se às tendências da Indústria 4.0, que, segundo Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), prioriza a conectividade, a autonomia operacional e o processamento descentralizado. Dessa forma, a PARC não se limita a um protótipo acadêmico, mas demonstra potencial aplicação em linhas produtivas reais.

2.2 Funcionamento da Esteira Transportadora

A esteira foi projetada para realizar o transporte contínuo dos objetos posicionados sobre ela. A movimentação ocorre através de um motor elétrico controlado por um sistema embarcado, que pode operar em duas modalidades:

Modo Manual: o operador controla diretamente o acionamento e a velocidade da esteira por meio da interface.

Modo Automático: o sistema ajusta o funcionamento da esteira de acordo com a leitura da câmera, sincronizando o transporte com a classificação de objetos.

Segundo Nise (2011), o controle adequado de atuadores é essencial para garantir estabilidade e precisão em sistemas industriais. Na PARC, essa estabilidade é assegurada pelo uso de controladores digitais capazes de ajustar a operação conforme necessário, minimizando falhas na movimentação ou na leitura visual.

2.3 Sistema de Visão Computacional

O reconhecimento automático dos objetos é realizado por uma câmera de alta resolução integrada a algoritmos de visão computacional. Essa tecnologia é responsável por identificar características como cor, tamanho, forma e tipo de objeto.

A visão computacional, conforme explica Szeliski (2022), é o ramo da inteligência artificial que permite aos computadores interpretar imagens da mesma forma que o olho humano faz, porém com maior velocidade e precisão. Na PARC, o processo acontece em três etapas:

Processamento da imagem, utilizando filtros, segmentação e análise de características.

Classificação do objeto, associando-o a uma categoria pré-definida e enviando a informação à interface do sistema.

O uso de visão computacional reduz significativamente erros humanos em tarefas repetitivas, além de permitir a automação de processos antes

exclusivamente manuais — algo também defendido por Russ (2016) ao analisar sistemas de análise de imagem industrial.

2.4 Interface de Operação e Acessibilidade

A interface gráfica do sistema foi desenvolvida com foco em simplicidade e acessibilidade, atendendo usuários com diferentes níveis de conhecimento técnico. Para Amaral (2018), interfaces acessíveis ampliam a inclusão digital ao permitir que sistemas complexos possam ser operados por indivíduos com perfis variados, reduzindo barreiras tecnológicas.

Entre suas funcionalidades estão:

Exibição das leituras e classificações em tempo real;

Botões grandes e de fácil identificação;

Modo manual para usuários iniciantes;

Modo automático para operadores experientes ou para maior produtividade;

Feedback visual claro, diminuindo margem de erro operacional.

A acessibilidade também é uma preocupação alinhada às diretrizes de tecnologias inclusivas, que, segundo Lemos (2020), devem ser projetadas considerando não apenas eficiência, mas também usabilidade e inclusão social.

2.5 Integração com Conceitos de Cidades Inteligentes

A PARC também se conecta com os princípios das cidades inteligentes, que aplicam tecnologias digitais para tornar ambientes urbanos mais eficientes e sustentáveis. Segundo Caragliu, Del Bo e Nijkamp (2011), cidades inteligentes

utilizam automação e sistemas inteligentes para reduzir desperdícios, melhorar processos industriais e aumentar a qualidade de vida.

Ao otimizar processos produtivos e tornar a automação mais acessível, a PARC contribui diretamente para:

- redução de erros industriais;
- economia de recursos;
- diminuição de perdas produtivas;
- aumento da eficiência no ambiente fabril.

Esse alinhamento com a inovação tecnológica demonstra a relevância do projeto no contexto das transformações digitais contemporâneas.

2.6 Benefícios e Aplicações da PARC

A aplicação da PARC se estende a diversos setores industriais, especialmente aqueles que trabalham com grande volume de peças passantes por esteiras. Entre os principais benefícios estão:

- Precisão na contagem e classificação, reduzindo desperdício e retrabalho;

- Redução da intervenção humana em atividades repetitivas;

- Maior produtividade, graças ao funcionamento contínuo;

- Acessibilidade, permitindo uso mesmo por operadores iniciantes;

- Baixo custo, quando comparado a sistemas industriais complexos.

Como destaca Slack et al. (2019), a automação bem implementada gera ganho produtivo e contribui para processos mais enxutos e seguros, refletindo diretamente na competitividade das empresas.

2.7 Componentes Utilizados no Desenvolvimento da PARC

A construção da Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle (PARC) demandou a seleção de componentes industriais capazes de fornecer confiabilidade, precisão e flexibilidade operacional. A escolha dos dispositivos seguiu critérios de durabilidade, integração com protocolos industriais e compatibilidade com sistemas de visão computacional. Os principais elementos utilizados foram: CLP Delta DVP e seu módulo de expansão, inversor de frequência Fuji Electric, IHM Weintek e sensor óptico reflexivo.

Segundo Bolton (2015), a escolha adequada dos componentes é fundamental para garantir que o sistema automatizado opere de forma segura, eficiente e com capacidade de expansão. Nesse sentido, cada elemento empregado na PARC desempenha uma função decisiva no funcionamento geral do sistema.

2.7.1 Controlador Lógico Programável DVP e Módulo de Expansão

O CLP Delta da linha DVP foi utilizado como unidade central de controle da PARC. Esse controlador é responsável pela leitura dos sinais do sensor óptico, pelo controle da esteira transportadora e pela comunicação com a IHM. A linha DVP destaca-se pela alta velocidade de processamento e pela compatibilidade com módulos de expansão, permitindo aumentar a quantidade de entradas e saídas conforme a necessidade do projeto.

De acordo com Petruzzella (2016), o CLP é essencial em sistemas modernos por proporcionar robustez, operação contínua e fácil manutenção. O módulo de expansão utilizado no projeto permitiu a integração de novos dispositivos sem comprometer o desempenho do sistema, garantindo escalabilidade e flexibilidade na configuração da plataforma.

2.7.2 Inversor de Frequência Fuji Electric

O controle do motor da esteira transportadora foi realizado por um inversor de frequência Fuji Electric, responsável pelo ajuste contínuo da velocidade de

operação. O inversor possibilita tanto o funcionamento suave durante o modo manual quanto a sincronização automática da velocidade no modo automático — garantindo precisão no momento em que a câmera realiza a captura das imagens.

Segundo Kuo e Gainger (2020), o uso de inversores de frequência melhora a eficiência energética, reduz o desgaste mecânico e permite ao sistema adaptar-se a diferentes demandas operacionais. Na PARC, sua utilização foi fundamental para controlar a dinâmica da esteira com estabilidade e resposta rápida às ações do CLP.

2.7.3 Interface Homem-Máquina (IHM) Weintek

A interface do operador foi implementada por meio de uma IHM da Weintek, amplamente utilizada na indústria pela sua versatilidade e facilidade de configuração. A IHM exibe as informações de classificação dos objetos, permite o controle dos modos de operação e fornece feedback visual instantâneo ao usuário.

Como afirma Parr (2016), interfaces bem projetadas reduzem erros humanos e garantem maior segurança operacional. A IHM Weintek permitiu criar telas intuitivas, com botões acessíveis e dados claros, alinhando-se ao objetivo da PARC de promover acessibilidade e inclusão tecnológica.

2.7.4 Sensor Óptico Reflexivo

O sensor óptico reflexivo desempenha uma função essencial na sincronização do sistema. Ele detecta a passagem de cada objeto pela esteira e envia um sinal ao CLP, que então aciona o módulo de visão computacional para capturar a imagem no momento exato. Esse processo evita leituras duplicadas ou falhas na contagem.

De acordo com Bishop (2019), sensores ópticos são amplamente empregados em sistemas industriais devido à sua precisão, alta velocidade de resposta e

capacidade de detectar objetos com diferentes características físicas. Na PARC, o sensor garante que o sistema opere com confiabilidade mesmo em ambientes com variações de luminosidade ou velocidade da esteira.

2.7.5 Integração entre os Componentes

A integração entre CLP, inversor, IHM e sensor óptico permitiu que o sistema se comportasse de forma coordenada e eficiente. O CLP atua como núcleo lógico, processando as informações do sensor e enviando comandos ao inversor para ajustar a velocidade da esteira. Ao mesmo tempo, a IHM fornece ao operador uma visão clara do processo, exibindo dados da contagem e classificação gerados pela câmera.

Essa arquitetura dialoga com o conceito de sistemas ciberfísicos, amplamente discutido por Hermann, Pentek e Otto (2016) no contexto da Indústria 4.0, onde elementos físicos e digitais trabalham de forma integrada e inteligente.

Assim, a escolha dos componentes industriais garantiu à PARC robustez, precisão e confiabilidade, reforçando seu potencial como solução aplicável em ambientes reais de produção.

3. CONCLUSÃO

O desenvolvimento da PARC – Plataforma Automatizada de Reconhecimento e Controle demonstrou que é possível integrar recursos de automação industrial e visão computacional em um sistema eficiente, acessível e de baixo custo. A solução proposta atende às demandas contemporâneas da Indústria 4.0, destacando-se pela capacidade de identificar, classificar e contar objetos em tempo real, com precisão e confiabilidade.

A utilização da visão computacional mostrou-se fundamental para a automação do processo, possibilitando a análise de imagens de forma rápida e precisa, reduzindo erros humanos e aumentando a padronização da produção. Além disso, a implementação de modos manual e automático ampliou a acessibilidade do sistema, permitindo que pessoas com pouca experiência técnica ou limitações físicas possam utilizá-lo de maneira eficiente.

O projeto também se alinha aos conceitos de cidades inteligentes, ao promover inovação, eficiência produtiva e sustentabilidade. A PARC contribui para a modernização dos processos industriais, ao mesmo tempo em que incentiva a inclusão digital e social — um diferencial importante para tecnologias desenvolvidas no contexto educacional e profissionalizante.

Conclui-se que a PARC não apenas cumpre seus objetivos técnicos, mas também representa um exemplo de como a tecnologia pode ser aplicada de forma responsável, inclusiva e transformadora. Seu potencial de aplicação em ambientes industriais e educacionais confirma a relevância e o impacto positivo que soluções automatizadas podem gerar na sociedade contemporânea.

4. REFERÊNCIAS

ABREU, Andréia Santos de; MESQUITA, Jam Alves; ANCHIETA, José de. **Abordagens do processo ensino-aprendizagem e o professor**. 1997. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/ak2/jamalves/Abordagem.html>>. Acesso em: 03 set. 2018.

MORETTO, V. P. **Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. 8. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

BISHOP, Robert. **The Mechatronics Handbook**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2019.

BOLTON, William. **Programmable Logic Controllers**. 6. ed. Oxford: Newnes, 2015.

CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara; NIJKAMP, Peter. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*, v. 18, n. 2, p. 65–82, 2011.

GROOVER, Mikell P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing**. 4. ed. Upper Saddle River: Pearson, 2015.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. *Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2016.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. **Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0**. Acatech – National Academy of Science and Engineering, 2013.

KUO, Benjamin C.; GAINER, Farid. **Automatic Control Systems**. 10. ed. New York: McGraw-Hill, 2020.

LEMOS, André. **Tecnologias digitais, inclusão e sociedade conectada**. São Paulo: Paulus, 2020.

MORETTO, Vasco Pedro. **Prova: um momento privilegiado de estudo, não um acerto de contas**. 8. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

NISE, Norman S. **Control Systems Engineering**. 7. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

PARR, E. A. **Industrial Control Handbook**. 5. ed. Oxford: Newnes, 2016.

PETRUZZELLA, Frank D. Programmable Logic Controllers. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2016.

RUSS, John C. The Image Processing Handbook. 7. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016.

SLACK, Nigel et al. Administração da Produção. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

SZELISKI, Richard. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2. ed. London: Springer, 2022.