

## INSERÇÃO DE CÉLULA ROBOTIZADA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA

Lucas de Carvalho Rocha<sup>1</sup>, Milton Bastos de Souza<sup>2</sup> e Oberdan Rocha Pinheiro<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SENAI/CIMATEC, E-mails: engmec.lucasrocha@gmail.com

<sup>2</sup>SENAI/CIMATEC, E-mails: milton.bastos.black@gmail.com

<sup>3</sup>SENAI/CIMATEC, E-mails: oberdan.pinheiro@gmail.com

### RESUMO

*Este trabalho propõe um modelo de uma célula robótica nos diversos aspectos da manufatura digital, com uma abordagem de simulação gráfica de robô, baseado nas necessidades das indústrias de cerâmica vermelha do Município de Guanambi – Bahia, sendo essa aplicada em uma etapa do processo que restringe a maximização da produção. O trabalho foi proposto visto que a automação amplia a capacidade das pessoas de operarem vários equipamentos simultaneamente, levando a indústria a uma redução de custos e ocasionando um aumento da produtividade, mostrando tudo isso através da simulação gráfica de robôs. Dessa forma a instalação da célula robótica na indústria de cerâmica vermelha mostra-se viável tanto na perspectiva técnica e econômica, levando uma realidade tecnológica e uma possibilidade de melhoria as condições de trabalho para a região.*

**Palavras-chaves:** *Automação; bloco; Simulação gráfica;*

### ABSTRACT

*This paper proposes a model of a robotic cell in various aspects of digital manufacturing, with a robot graphical simulation approach based on the needs of red ceramic industries of the municipality of Guanambi - Bahia, this being applied in one step of the process that restricts maximizing production. The work was proposed as the automation extends people's ability to operate multiple devices simultaneously, leading the industry to a reduction of costs and leading to increased productivity, showing all through the graphical simulation of robots. Thus the installation of the robotic cell in the clay industry proves to be feasible both in technical and economic perspective, taking a technological reality and a possibility of improving the working conditions for the region.*

**Keywords:** *Automation; block; graphic simulation;*

### 1. INTRODUÇÃO

A Associação Brasileira de Cerâmica <sup>[1]</sup>, define cerâmica como sendo materiais de origem inorgânica, não metálica, obtidos, na sua maioria, após tratamento térmico em temperaturas elevadas. Sendo o setor cerâmico amplo e heterogêneo e classificado em sub-setores ou

segmentos em função de diversos fatores como matérias-primas, propriedades e áreas de utilização, assim sendo tem-se dentro a classificação o sub-setor de Cerâmica Vermelha a qual compreende de fabricação de materiais que possuem coloração avermelhada e esses são empregados na construção civil e também utensílios de uso doméstico e de adorno, como exemplo; tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas.

Este setor tem por objetivo fornecer insumos para as indústrias da construção de imóveis residenciais, comerciais ou governamentais, sendo, portanto, fornecedor de materiais para a indústria da construção civil. A grande cadeia da construção civil é formada por 61,2% construção e 18% pela indústria de materiais <sup>[2]</sup>.

A indústria de cerâmica vermelha é formada a partir da mistura de materiais argilosos e materiais não argilosos, e é responsável pela produção de telhas e tijolos, blocos, lajetas e tubos entre outros. Estudos indicam que a fabricação destes materiais é bem antiga, por exemplo, os primeiros tijolos de barro foram fabricados por volta de 10.000 A.C. e eram utilizados pelas civilizações Assíria e Persa que os secavam ao sol, já por volta de 3.000 A.C. surgiram os primeiros tijolos queimados em fornos <sup>[3]</sup>.

No Brasil, segundo o Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, do Banco do Nordeste do Brasil S/A (ETENE) <sup>[4]</sup>, existem 5.500 empresas que trabalham com cerâmica. Já a Associação Brasileira de Cerâmica (ABCeram) <sup>[5]</sup> contabiliza cerca de 11 mil empresas, o que corresponde mais com a realidade, uma vez que somente no Estado de Minas Gerais, segundo maior produtor de cerâmica vermelha do Brasil, possui aproximadamente mil empresas relacionadas a cerâmicas. Entretanto, os mesmos informam que apenas 626 empreendimentos estão cadastrados no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) do referido Estado.

Grande parte das empresas ceramistas produtoras de cerâmica vermelha do Brasil, são classificadas como empresas de pequeno e médio porte, utilizam tecnologias e equipamentos ultrapassados tanto no processo de produção (extração e preparo de matérias-primas, conformação, secagem e queima), quanto em relação ao maquinário e nível de automação <sup>[5]</sup>. Mesmo sendo um setor de pequeno e médio porte, ele enfrenta grandes desafios para a manutenção e o aprimoramento do seu parque industrial, como, inovação na produção; investimento em tecnologias que melhorem e facilitem o processo de produção da cerâmica incentivando o desenvolvimento tecnológico do setor <sup>[2]</sup>.

A Cerâmica Vermelha tem um baixo valor agregado, por isso seu transporte normalmente não ultrapassa 500 km, o que dificulta sua exportação, a não ser na região Sul que exporta para Argentina e Uruguai por estar próxima a fronteira <sup>[6]</sup>. Segundo a diretora de Negócios para a América Latina, o Mercosul é o principal cliente internacional do Brasil em compras de materiais para a construção civil <sup>[7]</sup>.

Outro fator que contribui para as poucas exportações é a falta de certificação dos produtos. A certificação do produto no Brasil deve ser o primeiro passo para quem quer exportar, pois cada país tem a sua exigência em relação a qualidade do produto, e em muitos a exigência é semelhante a do Brasil. O CCB (Centro Cerâmico do Brasil) é o organismo credenciado pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) que fornece o certificado as cerâmicas brasileiras <sup>[6]</sup>.

Tais evidências justificam a baixa produtividade, que no Brasil, gira em torno de 2.000 peças/operário/mês, que quando comparada com a produtividade europeia atinge a média de

200.000 peças/operário/mês, e a necessidade da automação nos setores que estão sendo restritivos para o aumento da produtividade [2].

Para melhor entender a automação, deve-se ver o conceito de Just In Time (JIT) que foi considerado por Ohno [8]. Fazendo a tradução direta da expressão pode obter-se “no momento certo”. No entanto, o termo significa mais que a concentração no tempo de entrega, ou seja, no conceito Toyota Production System (TPS) [9], significa dizer que cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária e no momento necessário.

Um dos pilares do TPS é a automação. Ohno [8] define automação como sendo a forma de dar inteligência humana às máquinas.

Com o processo mais eficiente, o operador deixa de ser necessário junto da máquina enquanto ela trabalha normalmente e pode supervisionar várias máquinas em simultâneo, aumentando a produtividade do processo.

Algumas vantagens da automação referidas por João Paulo Pinto são [10]:

Apoio à produção celular e ao colaborador polivalente, a automação amplia a capacidade das pessoas de operarem várias máquinas em simultâneo;

Redução do Inventário em curso, através da eliminação de stocks intermédios entre operações;

Redução do Lead Time, através da eliminação de tempos não produtivos entre operações e pelo aumento da velocidade dos materiais.

Aumento da produtividade, como consequência da melhor utilização dos recursos.

Menor investimento, utilizando os equipamentos já existentes.

Além de auxiliar no projeto de células de manufatura, a simulação gráfica pode ser usada para programação off-line de robôs, onde a saída fornecida pelo simulador é transformada através de um pós-processador, no programa de controle do robô [10].

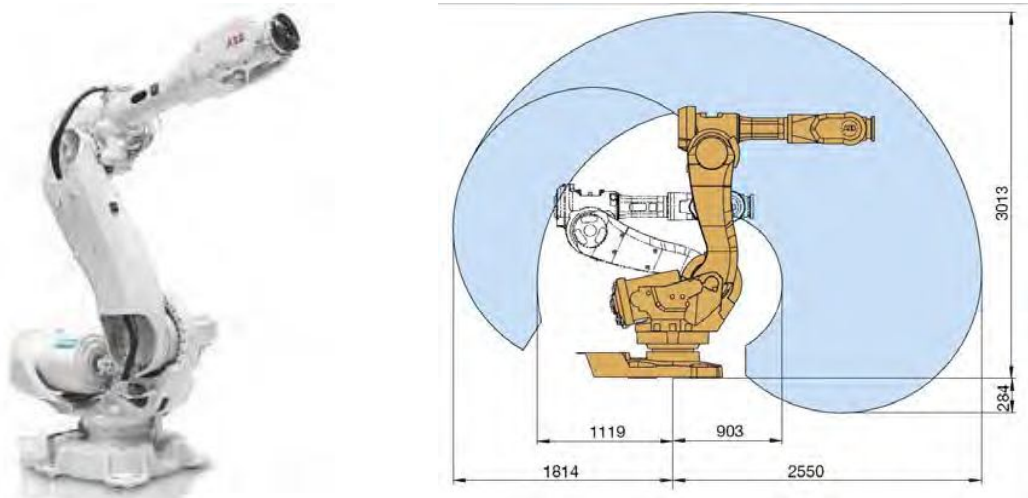
Desta forma, o trabalho se objetiva a propor um modelo de uma célula robótica e os diversos aspectos da manufatura digital, este trabalho também abordara a simulação gráfica de robôs aplicada à indústria de cerâmica vermelha.

## 2. METODOLOGIA

O projeto desenvolvido foi baseado nas necessidades da indústria de cerâmica vermelha do município de Guanambi – Bahia, em automatizar uma etapa do processo que restringia a maximização da produção, devido a baixa eficiência durante as etapas de transporte para secagem e novamente ao forno, desta forma foi analisado a necessidade de automatizar essa parte descrita do processo, contudo devido as questões de custos, e a necessidade de avaliações e alterações na planta para tal finalidade esse trabalho vem apresentar uma proposta alternativa de cunho teórico.

Romano [11] define quatro componentes básicos para a formação de um robô industrial, manipulador robótico, atuadores, sensores e unidade de controle.

O robô utilizado nesse experimento é o IRB 6640-150 (ABB), que possui capacidade de carga de 150 kg e dois metros e meio de raio de alcance (figura 1) [12].



**Figura 1.** (A) Robô IRB 6640-150 (ABB) e (B) esquema demonstrativo do raio de atuação.  
Fonte: ABB, 2015.

Os atuadores utilizados foram esteiras transportadoras, ferramenta de manipulação tipo garra com acionamento pneumático (figura 2) [13].



**Figura 2.** Esteira transportadora e ferramenta de manipulação tipo garra.  
Fonte: SABO, 2015

Os sensores utilizados foram sensores de posicionamento encoder Rockwell Automation, que se encontram ligado às esteiras para referenciar o posicionamento, e sensores foto elétricos de presença com finalidade de identificar o produto para realizar os acionamentos do robô e da ferramenta de manipulação (figura 3) [14] e [15].



**Figura 3.** (A) Sensores de posicionamento encoder Rockwell (B) Sensor foto elétrico Sick  
Fonte: Rockwell, 2015 e SICK, 2015.

As unidades de controle utilizados foram IRC 5 e PLC Allen Bradley SLC 1200 (figura 4) [12] e [14].



**Figura 4.** (A) Unidades de controle IRC 5 e (B). PLC Allen Bradley SLC 1200.  
Fonte: ABB, 2015 e Rockwell, 2015.

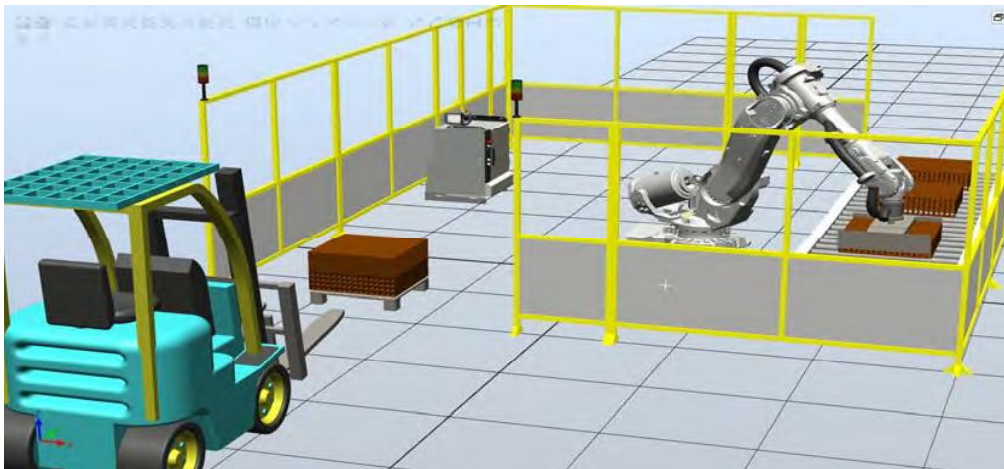
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Layout Da Célula Robotizada:

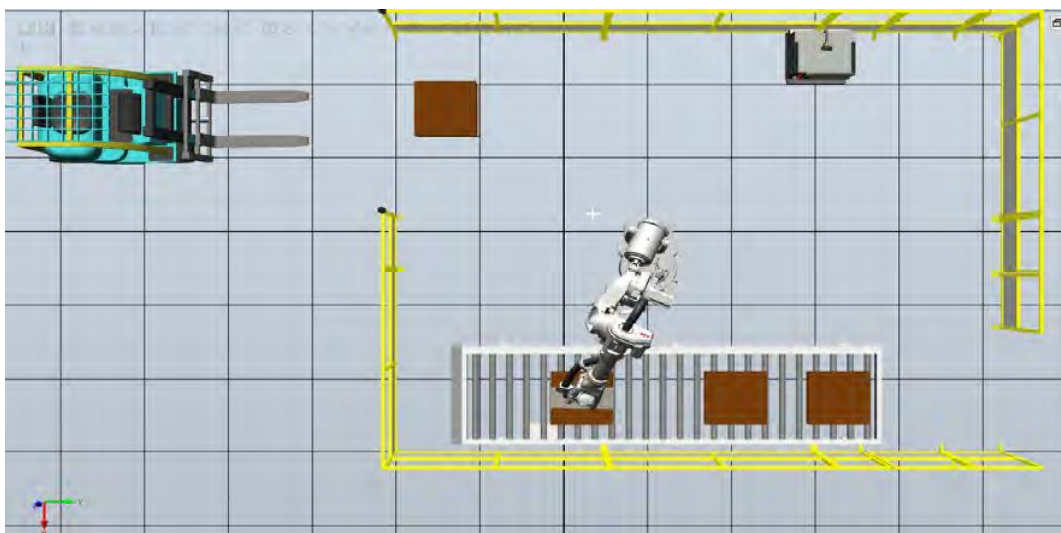
Desde a instalação do primeiro robô, “Unimate” na GM em Detroit ano de 1961, cada vez mais, os robôs fazem parte dos processos industriais destacando-se, na automatização da produção. A tendência para este aumento, está relacionada com a justificação funcional, tais como, para a proteção dos operários em ambientes perigosos, redução de tempos de operação, maior produtividade e redução de custos [16].



Para construir um modelo de robô para atender a demanda da indústria de cerâmica vermelha. Comprimentos de ligação e massas, limitações de posições e velocidades 'juntas foram obtidos com base nos dados disponíveis no manual do robô. Massas de caixas de velocidades e relações de redução são tomadas a partir da caixa de velocidades manuais. Motores pesos e inércias são obtidos a partir dos manuais motores, etc. No entanto, outros parâmetros, tais como links inércias, centro de massas, fricção, limitações de juntas acelerações e torques de atuadores são calculados usando testes no robô em ambiente virtual, o RobotStudio<sup>[17]</sup>. Sendo o layout da célula robotizada estudada (figuras 5 e 6), desenvolvido no RobotStudio, com a intenção de utiliza um controlador virtual semelhante ao instalado no robô real e realizar de testes em ambiente virtual semelhante à dos testes em robôs reais da ABB.



*Figura 5. perspectiva isométrica frontal do layout.  
Fonte: Autor,(2015)*



*Figura 6. perspectiva Superior do layout.  
Fonte: Autor,(2015)*

Segundo Cruz <sup>[18]</sup>, Uma das vantagens da automação é a produção continuada e com a possível substituição de até 12 funcionários.

A empresa estudada na região de Guanambi – Bahia, pretendia em vez de demitir 6 funcionários, redirecioná-los para atividades que estejam de acordo com a NR 17 <sup>[19]</sup>, que visa estabelecer parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente. Uma vez que esse trabalho é classificado pela empresa com alto índice de penosidade para o trabalhador, desta forma estando fora dos parâmetros da NR 17.

Ainda segundo Cruz <sup>[18]</sup>, a empresa italiana *Ficola*, que está presente no mercado brasileiro, desenvolveu um robô capaz de transportar mais de 18 mil blocos por hora, com maior precisão e redução do risco de perdas na produção. Segundo os representantes da empresa, além da economia gerada pela diminuição do desperdício, o robô também diminui o risco de acidentes de trabalho.

O robô em aplicação transportará 10 mil blocos por hora com alta precisão e redução do risco de perdas na produção, o que segundo a empresa duplicaria a produção. Desta forma viabilizara financeiramente o custo de implantação da célula robotizada.

#### 4. CONCLUSÃO

Conforme observado no trabalho, é possível concluir que a instalação de uma célula robótica aplicada à indústria de cerâmica vermelha no Município de Guanambi – Bahia é viável tanto na perspectiva técnica e econômica, trazendo uma nova realidade tecnológica e uma possibilidade de melhoria as condições de trabalho nas cerâmicas da região, o que implica na eliminação dos gargalos produtivos, que são devido à manipulação desses produtos, o que constitui um alto índice de penosidade para o trabalhador, devido às atividades realizadas nas seguintes etapas: de secagem, queima e estocagem, que hoje tem um custo muito elevado, pois os mesmo estão diretamente ligados as condições físicas dos colaboradores, visto que a NR 17 visa proporcionar ao funcionário um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente nas atividades desenvolvidas durante a produção. Além disso, o uso do robô reduz o desperdício, o tempo do processo, o risco de acidentes de trabalho e os riscos de perdas na produção, viabilizando financeiramente o custo do robô.

#### 5. REFERÊNCIAS

- 1- ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. Cerâmica no Brasil - Normas Técnicas. Disponível em <<http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4>>. **Acessado em 19 maio 2015.**
- 2- FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais. **GUIA TÉCNICO AMBIENTAL DA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA.** Belo Horizonte - 2013
- 3- Jaisson P. dos. **Incorporação de resíduos industriais em massa cerâmica usada na fabricação de tijolos.** Santa Catarina: UDESC, 2007.

- 4- ETENE – Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, do Banco do Nordeste do Brasil S/A, - conjuntura econômica. Disponível em <<http://www.bnb.gov.br/banco-do-nordeste-conjuntura-economica>>. **Acessado em 19 maio 2015.**
- 5- Mariano, C. A. M.; Lucena, C. A. **História, Trabalho e Educação: um estudo sobre a Indústria de Cerâmica Em Monte Carmelo–MG (1980 – 2008)**. Universidade federal de Uberlândia-MG. 2008.
- 6- Revista Mundo Cerâmico. Ano XI, **Edição n. 94**, out/dez, p. 24. 2003.
- 7- Revista da ANICER. Ano 7, **Edição 31**, jun, p. 6. 2004.
- 8- Ohno, T. **Toyota Production System, Beyond Large-Scale Production**. Productivity Press. 1988.
- 9- Shingo, S. **O Sistema Toyota de Produção - Ponto de vista de engenharia da produção**. Porto Alegre: Bookman. 1996.
- 10- Pinto, J. P. **Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços**. Lidel. 2006.
- 11- Romano, V.F. **Introdução a Robótica Industrial**. Rio de Janeiro, 2002.
- 12- ABB - Sítio Empresa ABB. Disponível em: <<http://new.abb.com/products/robotics/industrial-robots/irb-6640>>. **Acessado em 19 maio 2015.**
- 13- SABO - Sítio Empresa SABO. Disponível em: <[http://www.sabo.gr/assets/files/SABO\\_B&T\\_PORT\(1\).pdf](http://www.sabo.gr/assets/files/SABO_B&T_PORT(1).pdf)>. **Acessado em 19 maio 2015.**
- 14- Rockwell - Sítio Empresa Rockwell Automation. Disponível em: <[http://www.rockwellautomation.com/pt\\_BR/overview.page](http://www.rockwellautomation.com/pt_BR/overview.page)>. **Acessado em 19 maio 2015.**
- 15- SICK - Sítio Empresa SICK. Disponível em: < <http://www.sick.com/br/pt-pt/home/Pages/Homepage1.aspx>>. **Acessado em 19 maio 2015.**
- 16- Aguiar, H.T. **Desenvolvimento de um sistema de paletização robotizado**. 2013.
- 17- Hatem Al-Dois; Jha, A. K.; Mishra, R. B. **Application of Industrial Robots for Producing Cores in a Foundry: Task Time Optimization**. Journal of Applied Science and Engineering, Vol. 16, No. 2, pp. 177186 2013.
- 18- Cruz, C. Os rumos da robótica na cerâmica. **Revista da ANICER** ano XV, N° 76. p. 34-40, 2012.
- 19- NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 - Ergonomia**. 2009.