
ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DA APLICAÇÃO DA ROBÓTICA E AUTOMAÇÃO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO BRASILEIRA

Thaís Gama Lins de Araújo* ; Silvia Beatriz Beger Uchôa; Patrícia Brandão Barbosa Silva; Elaine Aroxa Pereira Galhoz Florentino; Lucas Almeida Saraiva

Universidade Federal de Alagoas (tglaraujo@gmail.com)

RESUMO

Apesar de apresentar significativa importância econômica para a nação, a indústria da construção civil apresenta-se atrasada em relação a outras indústrias sob diversos aspectos. Este trabalho pretende destacar essa contradição numa área específica, tratando da aplicação da robótica e automação na construção e no ambiente construído. Para tanto, se desenvolve uma fundamentação teórica a partir de artigos, que tratam dessa aplicação em diferentes lugares do mundo, e essas informações são cruzadas com as informações obtidas através da análise das patentes recuperadas na base de dados do INPI. Como resultado desse cruzamento, procura-se estabelecer os possíveis gargalos, que afetam não apenas o Brasil, como também outras nações e também as soluções que já foram propostas por países com considerável investimento em P, D&I, a fim de viabilizar esse tipo de aplicação.

Palavras Chave: indústria da construção; robótica; automação; patentes

ABSTRACT

Despite showing significant economic importance to the nation, the construction industry presents itself lagging behind when compared with other industries. This paper intends to highlight this contradiction in a specific area that focus on the application of robotics and automation in construction and the built environment. In order to accomplish that, it is developed a theoretical basis from articles that address this application in different parts of the world, and this information is cross-linked with information obtained through the analysis of retrieved patents in the INPI database. As a result it is established the possible bottlenecks that affect not only Brazil, but also other nations. Furthermore, it is exposed the solutions that have been proposed from countries with considerable investment in R & D, in order to facilitate this type of application.

Key words: construction industry; robotics; automation; patents

Área tecnológica: Tecnologia da Informação e Comunicação

INTRODUÇÃO

Apesar de sua importância econômica, a construção civil ainda é um setor considerado atrasado em relação a outros setores da indústria. Esse fato fica comprovado quando se faz um comparativo com a indústria manufatureira. Apesar de ambas apresentarem semelhante representatividade econômica, esta apresenta investimentos significativamente superiores em P&D, o que leva a uma grande distância em termos de evolução tecnológica dessas duas indústrias (ABDERRAHIM et al., 2008).

Schwark (2006) observa três subconjuntos de razões que buscam justificar o fato de a indústria da construção civil não apresentar um nível de inovação compatível à sua importância na economia do país (Tabela 1).

Tabela 1: Justificativas para o reduzido nível de inovação na construção civil no país (SCHWARK, 2006).

Organização do setor	Existe um grande número de pequenas empresas atuando no mercado. Apenas as maiores têm porte e estrutura suficientes para poderem dedicar-se com eficácia à inovação.
Conjuntura Brasileira	A inovação apresenta aumento de produtividade, que induz a pensar que necessita menor empenho de mão de obra, portanto menor número de empregos, especialmente da mão de obra não especializada. Apesar disso, de acordo com pesquisa realizada pelo IPEA, no período de 2000 a 2004, empresas inovadoras registraram crescimento de 29% do número de empregos formais. Além disso, se constatou também, que os salários são 23,4% maiores em relação a empresas que não inovam, e 12% maiores quando comparadas a todas as outras empresas.
Cultura da indústria da construção civil e seus agentes	A grande maioria dos profissionais do setor está acomodada e não planeja seu futuro, nem sua própria carreira. Ainda é habitual o orçamento da construção civil se basear numa análise fragmentada dos custos, resumindo-se a composições de custos unitários. Como consequência, a maioria das inovações se mostra inviável, pois fica restrita a alguns minúsculos fragmentos da obra, fisicamente mensuráveis. Os efeitos da inovação devem ser analisados num contexto geral da obra, onde se é possível constatar as reais vantagens de sua implantação como: redução dos riscos, do caos no canteiro, do prazo final de obra com consequente antecipação do retorno sobre o investimento, da motivação da equipe, da qualidade.

Fonte: Autoria própria, 2012.

Esse atraso tem se caracterizado como um problema que necessita soluções imediatas. Afinal, a indústria da construção tem sido pressionada tanto pelo mercado quanto pela legislação. Esses fatores são evidenciados pelas novas exigências feitas pelos clientes, como execução de projetos num período de tempo cada vez mais curto, com custo acessível e qualidade melhorada (BOCK, 2008), e pelas exigências normativas, principalmente no que diz respeito à segurança e sustentabilidade.

Essas tendências mercadológicas e as imposições legais levam não apenas ao incentivo, como também à obrigação de que se tomem providências em termos das tecnologias aplicadas tanto no processo construtivo, como também na própria habitação.

Através da incorporação da robótica e da automação no processo construtivo é possível obter benefícios, como ganho de produtividade, melhora nas condições de trabalho e proteção ao meio

ambiente (BOCK, 2008). Dessa forma pode-se reduzir o atraso atualmente em evidência nessa indústria.

Como observado por Nakamura (2010), atualmente está havendo relevante expansão na área de automação predial. Dentre as vantagens listadas como resultado da implementação de tal tecnologia estão:

- Maior eficiência da edificação;
- Otimização em suas funcionalidades;
- Barateamento da manutenção;
- Maior segurança;
- Racionalização de recursos.

Apesar de já se observar esforços e iniciativas tomadas nesse sentido, a indústria da construção ainda enfrenta grandes dificuldades para implementação tanto da robótica quanto da automação. No caso desta, a maior dificuldade é encontrar mão de obra especializada no Brasil, o que se deve especialmente à falta de cursos de especialização na área e também à carência de profissionais de engenharia comparada à grande demanda no setor (NAKAMURA, 2010).

Quanto à aplicação da robótica, a maior dificuldade encontrada atualmente, é adaptar os protótipos, já desenvolvidos, ao canteiro de obras. Afinal, os robôs, em geral, apresentam limitações como impossibilidade de exposição a chuvas e outros fatores ambientais que lhe são agressivos, existindo ainda a necessidade de ambientes e atividades estruturadas, que não são típicos de canteiros de obras, os quais apresentam características como superfícies irregulares, escadas e materiais de diferentes naturezas, posicionados em localizações incertas (SANTOS, 2002).

Ainda de acordo com Santos (2002), apesar das dificuldades, há um grande potencial para a aplicação da robótica na construção no processo de soldadura. Isso se deve ao grande número e variedade de produtos no processo de construção que necessitam de soldadura, à eliminação do risco na execução de soldas, à repetitividade e grande precisão exigida nesse tipo de operação, além da exigência de operadores bem qualificados.

Com relação à desestruturação presente no processo construtivo, Bernold (1987) sugere que é uma atitude comum superestimar o caos simplesmente porque a lógica organizacional não é aparente. De acordo com o autor existe grande chance de se obter um ambiente estruturado através de observação e entendimento da estrutura não aparente, ou então através da imposição de estrutura.

Já a maioria dos outros autores que tratam dessa dificuldade, mencionam tentativas de transformar o processo construtivo de maneira a assemelhá-lo com uma linha de montagem, onde se tem a produção de partes da construção e montagem em ambiente limpo e organizado, como numa fábrica. Exemplo disso é o edifício Bolder de 10 andares, localizado na Holanda, o qual foi totalmente executado e em seguida transportado pela água, numa operação que durou 3 dias (BALAGAUER et al., 2008).

A Figura 1, baseada em dados fornecidos pelo IBGE, foi gerada a fim de contextualizar a importância e os impactos que podem ser trazidos através da inovação na indústria da construção, que se mostra de significativa importância na contribuição econômica para o país.

As expectativas são de que essa contribuição venha a crescer ainda mais nos próximos anos devido ao aquecimento do setor. Tal aquecimento ocorre tanto em função de programas nacionais, como Minha Casa, Minha Vida e Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), quanto da Copa do Mundo e Olimpíadas. Estes são grandes eventos que têm gerado uma quantidade significativa de empregos, em especial, devido às obras de reforma e reparos das estruturas existentes (PORTAL BRASIL, 2011).

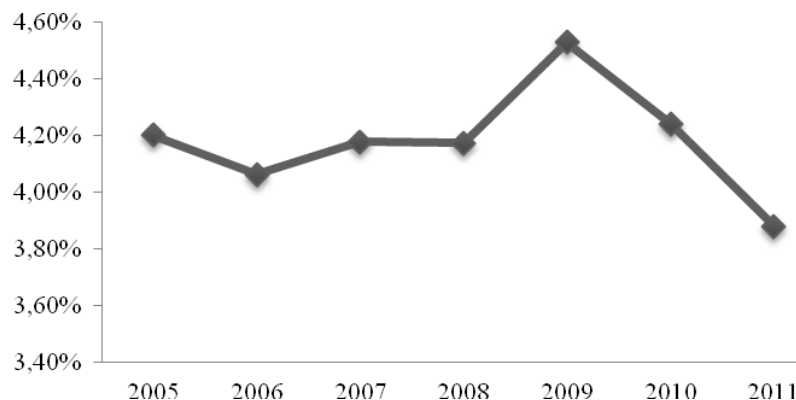


Figura 1: Contribuição da indústria da construção no PIB Brasileiro. Fonte: Autoria própria, 2012.

Este trabalho tem por objetivo identificar patentes depositadas em território brasileiro, que se relacionam com a aplicação da robótica e automação na construção, e realizar uma análise dos documentos recuperados para que se determine o nível de evolução do país nesse sentido. Além disso, procura-se identificar qual a tendência de evolução dessas novas tecnologias, através da determinação da aplicabilidade das patentes analisadas, e os Estados pioneiros na aplicação das mesmas.

DESCRIÇÃO DA TECNOLOGIA

A palavra automação tem por definição “a substituição de trabalho humano ou animal por máquinas; ou a operação automática de uma máquina ou equipamento ou controle remoto” (NAVON apud PARKER, 1996). Já a palavra robô é definida como a máquina automática em si, capaz de executar atividades normalmente atribuídas a seres humanos (GOZZI, [Ca. 1980]).

Baseando-se nesses conceitos, apesar do que muitos podem imaginar, conclui-se que o robô não é um desenvolvimento recente, já que há séculos o homem procura desenvolver alternativas que executam atividades humanas através da imitação das mesmas, tendo-se como exemplo o desenvolvimento, pelos antigos egípcios, de braços mecânicos adicionados às estátuas de seus deuses, que eram utilizados pelos sacerdotes para clamar por uma atuação inspirada nos deuses (SANTOS, 2002).

Dentre os avanços mais significativos relacionados à tecnologia aqui discutida, está a automação e robotização da elevação completa da edificação. Os japoneses são os pioneiros desta técnica, sendo o projeto mais significativo o sistema SMART (Shimizu Manufacturing system by Advanced Robotics Technology) desenvolvido pela Shimizu (MIYATAKE *apud* ABDERRAHIM, 2008), sendo esse sistema utilizado na construção de um edifício comercial de 30 andares.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foi utilizada a base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) focando, portanto, nos documentos de patente depositados em território brasileiro. A Tabela 2 relaciona os termos utilizados na busca, acompanhados dos operadores booleanos, sendo todos buscados no resumo do documento.

Tabela 2: Palavras-chave utilizadas durante a busca.

Palavras-chave	Resultados por busca
Robótica and construção	3
Robô and construção and civil	0
Automação and construção	14
Robô and concreto	0
Robô and alvenaria	0
Robótica	24
Mecanismo and construção civil	17
Solda and robô	4
Construção Inteligente	15

Fonte: Autoria própria, 2012.

Em seguida foi realizada análise de todos os documentos recuperados, sendo os mesmos considerados pertinentes ou não ao assunto em discussão no presente trabalho. Com o cruzamento das informações obtidas durante a revisão bibliográfica e a busca, ficou claro que seria válido incluir algumas das patentes encontradas devido ao seu potencial de aplicabilidade, mesmo que estas não apresentassem em seu conteúdo a aplicação no processo de construção.

Partindo desse pressuposto, foram definidas 3 classes (ambiente construído, utilizadas no processo e potencial para ambas as finalidades) a fim de determinar a aplicabilidade das patentes encontradas, e a tendência potencial ou factível dessas tecnologias.

Foram excluídas deste trabalho patentes que tratavam, por exemplo, dos melhoramentos em acessórios relacionados exclusivamente à área da robótica. Foram consideradas pertinentes as patentes que eram utilizadas no processo construtivo, e também aquelas que se relacionam com a melhora da qualidade e eficiência do ambiente construído.

A seguir, a Figura 2 estabelece o número de patentes por subclasse e na Tabela 3 são apresentadas as descrições das subclasses encontradas em mais de uma patente. Ambos foram utilizados para auxiliar no refino das buscas e também como base para determinar as aplicações das patentes encontradas.

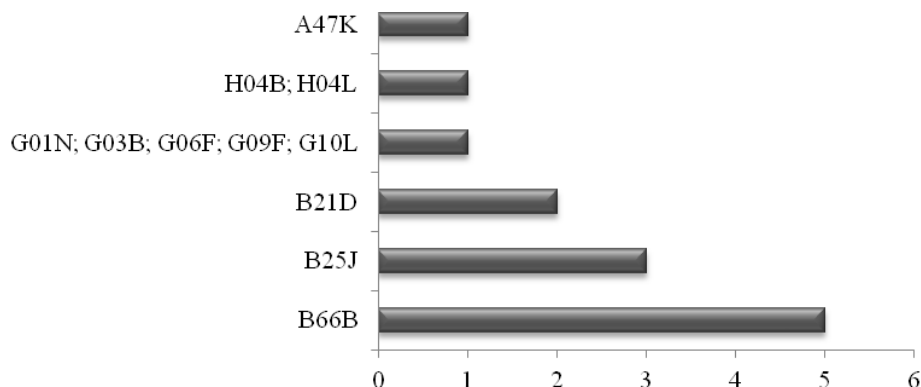


Figura 1: Número de documentos recuperados por subclasse das patentes pertinentes.
Fonte: Autoria própria, 2012.

Tabela 3: Descrição das subclasses que se referem a mais de uma patente.

Sub-classe	Descrição
B66B	Elevadores; escadas rolantes ou passarelas rolantes.
B25J	Manipuladores; compartimentos equipados com dispositivos para manipulação.
B21D	Trabalho ou processamento de metal em chapas ou em tubos, varetas ou perfis de metal sem remoção essencial do material; puncionamento.

Fonte: Autoria própria, 2012.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi recuperado um total de 77 documentos de patente, com a utilização das palavras chave listadas na metodologia deste trabalho. Das patentes recuperadas observou-se que apenas 14 processos se relacionavam com o tema aqui discutido, e dentre esses, apenas 7 são aplicados diretamente ao processo de construção, e 7 foram consideradas como tendo funcionalidades que permitiriam seu uso no processo construtivo, e/ou no ambiente construído. Com isso é observado o pequeno número de patentes que se relaciona com a aplicação da robótica e automação na indústria da construção. Esses dados são expressos de maneira mais detalhada na Figura 2.

É possível observar também, pela Figura, que a tendência atual apresentada pelo país é de desenvolvimento de novas tecnologias destinadas ao processo de execução da obra. Observe-se

ainda que 57% delas tratam apenas de melhoramento de equipamentos já existentes através do uso da automação, conforme mostra o Figura 4.

Além disso, foi percebido pela análise dos documentos que as aplicações encontram-se ainda muito restritas, visto que a totalidade das patentes encontradas destina-se a apenas três finalidades diferentes. Inclusive, no que se trata de novas tecnologias destinadas ao processo construtivo é observada a concentração também para três finalidades, com destaque para o melhoramento de elevadores de obra, destinados à elevação de carga e/ou pessoas, como pode ser observado no Figura 3.

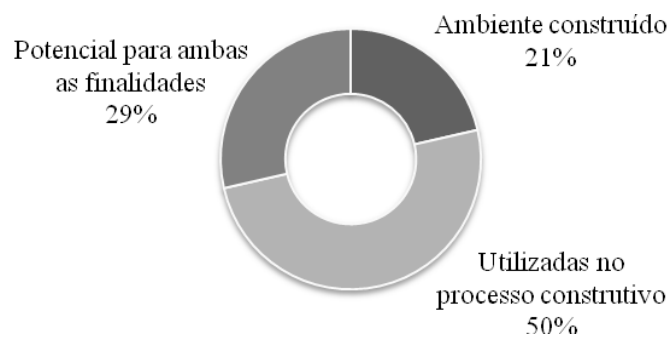


Figura 2: Classificação de acordo com aplicabilidade. Fonte: Autoria própria, 2012.

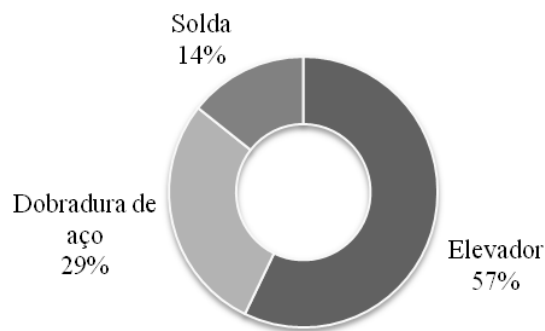


Figura 3: Aplicabilidade das patentes relacionadas a novas tecnologias destinadas ao processo construtivo. Fonte: Autoria própria, 2012.

A aplicação da automação para dobradura de aço e solda é óbvia, afinal são procedimentos repetitivos, que exigem precisão de seus executores e se utilizam de equipamentos de outras indústrias, como a manufatureira. Com relação aos elevadores, foi observado que 2 dos 4 depositantes são empresas que atuam na área de engenharia elétrica e mecânica. Portanto, observa-se que esses desenvolvimentos na construção estão mais ligados a indústrias externas, e os

construtores estão absorvendo essas novas tecnologias de outras indústrias em função de normas mais rígidas relacionadas à segurança.

A Tabela 3, a seguir, mostra a contribuição percentual de cada Estado no número de depósitos de patentes aqui analisadas, e não totaliza 100% pois esta análise trata-se apenas dos estados brasileiros, e os 7,14% faltantes tratam-se de depósito por parte de uma empresa italiana.

O resultado apresentado pela Tabela 4 é compatível com dados divulgados pelo INPI, onde das 27 unidades federativas, São Paulo é o Estado responsável pelo maior número de pedidos de patentes e Minas Gerais e Santa Catarina estão entre os seis maiores depositantes. Além disso, ficam constatados os Estados brasileiros pioneiros na aplicação da automação e robótica na engenharia civil.

Tabela 4 : Contribuição percentual dos estados depositantes.

Estado	Percentual
São Paulo	35.71%
Minas Gerais	28.57%
Santa Catarina	14.29%
Paraná	7.14%
Goiás	7.14%

Fonte: Autoria própria, 2012.

O Figura 5 apresenta a evolução na quantidade de depósitos de patentes no INPI, relativas à aplicação da robótica na construção, entre os anos de 1986 e 2009.

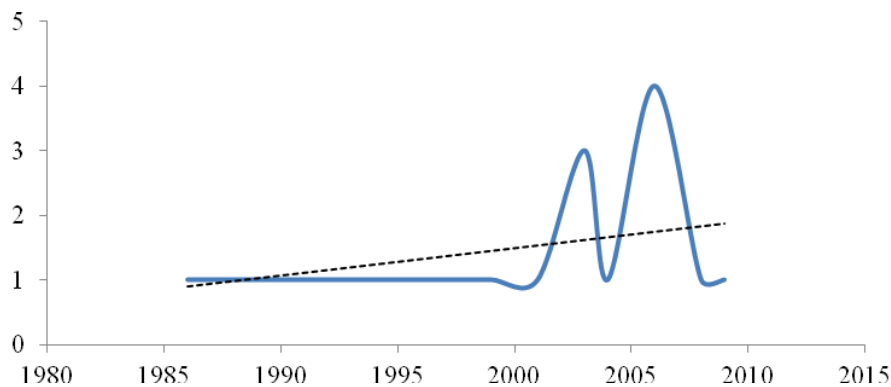


Figura 4: Número de patentes depositadas por ano. Fonte: Autoria própria, 2012.

Na Figura 4, apesar da considerável variação, é possível observar, pela linha de tendência, que há um crescimento suave, ao longo dos anos, do depósito de patentes que se relacionam a aplicação da robótica e automação na engenharia civil.

Durante a realização desta pesquisa foram identificados diversos gargalos, tanto para o avanço tecnológico da indústria quanto para crescimento no número de patentes depositadas. Dentre eles podem ser citadas a visão conservadora dos atuantes da indústria da construção civil, a falta de investimentos em P&D, a falta de mão de obra especializada e as barreiras ainda impostas pelas condições dos canteiros de obra com relação à aplicação da robótica na construção.

Além disso, esperava-se que o número de pedidos de patente, relacionadas à soldagem, estivesse entre os mais elevados, afinal a solda é um processo que tem grande aplicabilidade tanto na construção quanto na indústria manufatureira. Porém, essa suposição não foi compatível com o resultado obtido, visto que o número de patentes relacionados ao processo de soldagem foi o menor.

Essa incoerência pode ser justificada pelo fato de que a maioria dos processos encontrados, que se relacionavam a esse tipo de atividade, trata de modelos de utilidade que tinham como escopo o melhoramento de robôs, ou utensílios para os mesmos. Como observado anteriormente, esse tipo de documento, que lida exclusivamente com melhoramentos voltados para a indústria robótica não foram inclusos no trabalho. Caso contrário, de fato, o número de patentes relacionados ao processo de soldagem seria equiparável ao número de processos relacionados com o melhoramento de elevadores de obra.

CONCLUSÃO

Um dos fatores que interferem na aplicabilidade da robótica e automação na construção é o ambiente desestruturado do canteiro de obras. Esse pode ser considerado um dos gargalos para o crescimento mais expressivo no número de patentes depositadas. Afinal, para que haja de fato a transferência tecnológica, é necessário que além de novidade, o invento apresente também aplicabilidade no mercado, e esta ainda é uma dificuldade enfrentada pelos pesquisadores dessa área.

É observado que a indústria da construção brasileira ainda não adotou uma cultura inovadora, ou, pelo menos, não por conta própria, contudo isso vem ocorrendo devido à motivação de força maior, como legislação, exigência do consumidor e pela competitividade. A globalização tem trazido profissionais e empresas de construção de locais que têm essa cultura inovadora, e acaba por tomar espaço no mercado brasileiro, obrigando as empresas de construção local a tomarem iniciativas para manter-se no mercado.

Também é importante observar que não basta apenas adotar essa cultura inovadora, afinal ainda há muitos desafios para a implementação, especialmente da robótica na construção. Porém, já houve alguns avanços principalmente na área de robótica de serviço, que é aplicada em ambientes construídos, como foi observado pelos resultados apresentados. Conforme o presente trabalho mostrou, o Brasil já possui patentes depositadas nessa área ou com potencial de aplicação na mesma.

Contudo, vale destacar que o país encontra-se muito atrasado quando se passa a analisar a automação e robótica no processo construtivo, pois, como observado, as patentes obtidas estão

concentradas em áreas muito restritas, além de estarem diretamente relacionadas com o desenvolvimento de tecnologias para outras indústrias.

Por fim, cabe ressaltar que a indústria da construção, apesar das variações, apresenta significativa contribuição para o PIB brasileiro, e, portanto, é importante que haja uma relação mais estreita entre essa indústria e pesquisadores, de forma a gerar inovações.

PERSPECTIVAS

Com relação à aplicação da automação e robótica na indústria da construção, espera-se que haja nos próximos anos avanços significativos nessas áreas, principalmente por motivação de fatores externos, dentre os quais pressão de um mercado mais exigente, legislação e a própria economia do país.

Quanto ao desenvolvimento do trabalho em si, pode-se ampliar a busca para outras bases, como a WIPO que, como o INPI é uma base de dados gratuita. Com essa ampliação, além de ser possível observar os avanços de outros países sob o ponto de vista da produção de artigos, seria também possível observar as patentes depositadas por tais países, observando assim as características das tecnologias sob o enfoque das patentes.

Ademais, espera-se obter um considerável acréscimo no número de patentes recuperadas. Isso se deve ao maior número de produções científicas, que tratam do assunto, provenientes de países estrangeiros, especialmente aqueles com maior investimento na área de inovação tecnológica.

REFERÊNCIAS

BALAGUER, C.; ABDERRAHIM, M. (Ed.). Robotics and automation in construction. 1. ed. Croatia: In-Teh, 2008.

BERNOLD L. E. Automation and robotics in Construction: a challenge and a chance for an industry in transition. Civil Engineering Department. **University of Maryland**, v. 5, 1987.

BOCK, T. (Ed.). Robotics and automation in construction. 1. ed. Croatia: In-Teh, 2008.

GOZZI, G. Curso automação industrial: introdução à robótica. 1980. Notas de aula. Disponível em: <<http://www.faatensp.edu.br/publicacoes/aula1a.pdf>>. Acessado em: 25 out. 2012

NAKAMURA, J. Projetista de automação predial. PINI, Ed. 161. 2010. **Revista Técnica**. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/161/carreira-182054-1.asp>>. Acessado em: 19 out. 2012.

PEDUZZI, P. Construção civil será o grande destaque da economia brasileira em 2012, prevê entidade do setor. 2011. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2011-12-08/construcao-civil-sera-grande-destaque-da-economia-brasileira-em-2012-preve-entidade-do-setor>>. Acessado em: 02 abr. 2013.

SANTOS, C. C. **Robótica na construção: uma aplicação prática**. 2002. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2002.

SCHWARK, M. P. et. al. **Inovação em construção civil**, Coletânea – 2006. 2ed. Coleção UNIEMP inovação. p. 43-53, São Paulo-SP, 2006.