



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal do Maranhão
Cidade Universitária Dom Delgado - São Luís
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



Vitor Trovão Sarmento

QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Construção Enxuta: A utilização do método construtivo de paredes de concreto armado moldadas in loco com fôrmas de alumínio em unidades habitacionais

São Luís – MA
Janeiro de 2018



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal do Maranhão
Cidade Universitária Dom Delgado - São Luís
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



Vitor Trovão Sarmento

QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Construção Enxuta: A utilização do método construtivo de paredes de concreto armado moldadas in loco com fôrmas de alumínio em unidades habitacionais

Trabalho de Graduação de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal do Maranhão, como requisito para a obtenção do título de Bacharel do curso Engenharia Civil, sob a orientação do Professor Msc. Fábio Dieguez Barreiro Mafra

São Luís – MA
Janeiro de 2018



Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) avaliado e aprovado em sua versão final pela banca examinadora constituída pelos docentes abaixo assinados:

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Msc. Fábio Dieguez Barreiro Mafra (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Msc. Marcos Aurélio Araújo Santos
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Carlos Alberto Rios Brito Júnior
Universidade Federal do Maranhão



Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal do Maranhão
Cidade Universitária Dom Delgado - São Luís
Centro de Ciências Exatas e Tecnologia
Coordenação do Curso de Engenharia Civil



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me oferecer a oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e estar presente em todos os momentos da minha vida. Agradeço a minha família por todo o suporte que precisei desde o início da minha carreira acadêmica, bem como todos meus amigos que ajudaram diretamente e indiretamente. Sou grato a Universidade Federal do Maranhão, ao Curso de Engenharia Civil e a todos os docentes pela estrutura, suporte e qualidade no ensino fornecido.



RESUMO

Devido ao grande aumento populacional, ocorreu uma grande corrida para aquisição da casa própria, por isso o governo federal incentiva cada vez mais a execução de moradias populares com prazos ainda menores para sua execução. Logo, observou-se a necessidade de inovação nos sistemas construtivos, nos quais possam suprir as exigências desse tipo de construção, ou seja, de forma que a execução se torne mais econômica e com um prazo de execução menor a fim de atender a demanda populacional quanto segurança, conforto e preço.

Dessa forma, são necessárias técnicas e ferramentas que possam acompanhar esse desenvolvimento. Uma dessas técnicas é a execução de paredes de concreto armado com o auxílio de fôrmas de alumínio.

Este trabalho terá o enfoque em Qualidade na Construção Civil, bem como alguns princípios necessários para alcançá-la, que são o da filosofia da Construção Enxuta e Produção Mais Limpa, com uma abordagem sobre o método construtivo de paredes de concreto armado com o auxílio de fôrmas. Por fim, observou-se que esse sistema com fôrmas de alumínio é viável, se for executado de forma planejada e repetida em grandes quantidades, onde é necessário rapidez e produtividade, e se comparado com alguns outros métodos construtivos convencionais pode ser eficaz na busca de melhorias em todos os aspectos em que essa profissão exige, tais como segurança, redução de desperdícios, de custos e serviços, por exemplo.

Palavras-chave: Qualidade, Construção Enxuta, paredes de concreto, fôrmas, redução de desperdícios.



ABSTRACT

Due to the large population increase, a major race took place for the acquisition of own house, so the federal government increasingly encourages the execution of popular housing with even shorter deadlines for its execution. Therefore, it was observed the need for innovation in the construction systems, in which they can meet the requirements of this type of construction, in other words, so that the execution becomes more economical and with a shorter execution time in order to meet the population demand for safety, comfort and price.

In this way, techniques and tools that accompany this development are necessary. One of these techniques is the execution of reinforced concrete walls with the aid of aluminum forms.

This work will focus on Quality in Civil Construction, as well as some principles necessary to achieve it, which are the philosophy of Lean Construction and Cleaner Production, with an approach on the constructive method of reinforced concrete walls with the aid of forms. Finally, it was observed that this system with aluminum forms is viable, if it is executed in a planned and repeated way in large quantities, where it is necessary speed and productivity, and if compared to some other conventional constructive methods it can be effective in seeking improvements in all aspects in which such a profession requires such as safety, waste reduction, costs and services for example.

Key words: Quality, Lean Construction, concrete walls, formwork, waste reduction.



LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Evolução da gestão da qualidade
- Figura 2** Exemplo de selo da ISO
- Figura 3** Fôrmas de Alumínio
- Figura 4** Detalhe da lona plástica e colocação dos espaçadores
- Figura 5** Detalhe da cordoalha para posterior protensão
- Figura 6** Concretagem do radier
- Figura 7** Locação de fundação com auxílio de estação total
- Figura 8** Fundação radier
- Figura 9** Armadura instalada
- Figura 10** Instalações das tubulações hidrossanitárias e elétrica
- Figura 11** Espaçadores nas fôrmas
- Figura 12** Fôrmas identificadas de acordo com o projeto
- Figura 13** Montagem das fôrmas
- Figura 14** Fôrmas já instaladas e prontas para o recebimento do concreto
- Figura 15** Finalização de unidade habitacional com as fôrmas de alumínio
- Figura 16** Slump test
- Figura 17** Corpos de prova no tanque de imersão
- Figura 18** Pontos recomendados de concretagem com auxílio de fôrmas de alumínio
- Figura 19** Boa técnica de concretagem
- Figura 20** Limpeza das fôrmas
- Figura 21** Aspecto da unidade habitacional finalizada
- Figura 22** Conjunto habitacional finalizado



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT** Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ACI** American Concrete Institute
- ARI** Alta resistência inicial
- CEF** Caixa Econômica Federal
- CONAMA** Conselho Nacional do Meio Ambiente
- DTU** Documents Techniques Unifies
- ISO** International Organization for Standardization
- INMETRO** Instituto Nacional de Metrologia
- NBR** Norma Brasileira Registrada
- ONG** Organização Não Governamental
- P+L** Produção mais limpa
- RCC** Resíduo da Construção Civil
- SGA** Sistema de Gestão Ambiental
- TQC** Controle Total da Qualidade



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	12
2.1 Gestão da Qualidade	13
2.2 Certificação de qualidade	16
2.3 Construção Enxuta	20
2.4 Produção Mais Limpa	22
2.5 Dificuldades de implantação da Qualidade na Construção Civil	26
3. PAREDES DE CONCRETO COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO COMO ALTERNATIVA EM RELAÇÃO AO DESPÉRDICIO E MENOR PRODUÇÃO DE RCC'S	28
3.1 Parede de concreto moldada in loco	32
3.1.1 Fôrmas	32
3.1.2 Fundação	33
3.1.3 Armação	37
3.2 Processo executivo	41
3.2.1 Recebimento do concreto	41
3.2.2 Concretagem	43
3.2.3 Procedimento para aplicação do concreto com as formas já montadas	44
3.2.4 Desfôrma e Limpeza das fôrmas	46
3.2.5 Acabamento	47
3.3 Vantagens e Desvantagens	48
3.4 Relação entre o Sistema Gestão de Qualidade e o método de construção das paredes de concreto armado moldadas in loco com formas de alumínio	50
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

Há alguns anos atrás, o processo de globalização impulsionou a competição entre organizações, a abertura de novos mercados, e também incentivou os vários países a adotarem métodos de gestão da qualidade como grande característica para o crescimento e desenvolvimento de suas empresas. E assim, segundo Fraga (2011), aquele conceito errôneo de que qualidade ser apenas subjetiva (dependia da percepção de cada indivíduo) foi abandonado devido à evolução de muitos fatores de sua organização e administração, ou seja, o gerenciamento e estratégias são essenciais para o sucesso de uma empresa.

Este crescimento é visível no setor da construção civil e acompanha o desenvolvimento das cidades brasileiras. A partir desse crescimento, pode-se observar um grande avanço na qualidade da Construção Civil, devido ao investimento em novas tecnologias e procedimentos que tem como intuito promover o aumento da produtividade e redução dos desperdícios de materiais nos canteiros de obras.

Com início nos anos 80 e com estudos mais aprofundados por volta de 1992, a busca pela qualidade na Construção Civil depende de uma Gestão de Qualidade Total (FRAGA, 2011), que é baseada em assegurar a satisfação dos clientes, ou seja, tem como característica suprir as exigências e necessidades do consumidor. A empresa que não está disposta a fazer mudanças constantes por essa qualidade, devido a essas exigências do consumidor, acaba se tornando ultrapassada, acarretando na perda da competitividade.

Atualmente no setor da Construção Civil, a busca por essa qualidade e, conseqüentemente, manter-se competitivo no mercado, está ligado diretamente com a redução de desperdícios e o reaproveitamento, o que maximiza o valor do produto oferecido. Porém, uma grande quantidade de resíduos sólidos é produzida pela Construção Civil devido a falta de “no-hall”, ou seja, a falta de busca por conhecimento e novas tecnologias.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC's) são aqueles que são produzidos em construções, reformas, reparos e demolições de obras e os

resultantes da preparação e da escavação de terrenos onde se possa ter uma obra, comumente chamados de entulhos de obras, segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA.

Grande parte desses RCC's são descartados em locais inapropriados como em bueiros nas cidades, em rios, lagos, lixões e terrenos baldios, ocasionando o entupimento dos bueiros, prejudicando no escoamento da água da chuva, assoreamento dos rios e lagos, aumento do volume dos lixões e poluição de maneira geral.

Diante desta contextualização busca-se responder a seguinte questão: De que forma pode-se inserir a Qualidade na Construção Civil através de novos métodos construtivos a fim de reduzir desperdícios?

Esta pesquisa tem como finalidade alcançar o seguinte objetivo: Apresentar estratégias capazes de inserir a aplicação dos princípios da Construção Enxuta, através de um método de construção, visando a qualidade na Construção Civil.

Para que os objetivos sejam alcançados, utilizou-se a classificação de Vergara (2008) que caracteriza a pesquisa quanto aos fins e aos meios. Quanto aos meios em bibliográfica, pois a pesquisa foi fundamentada com base em autores de destaque da Engenharia Civil e programas de qualidade. E quanto aos fins em descritiva, pois busca descrever a Qualidade na Construção Civil por meio do método construtivo de paredes de concreto moldadas in loco com formas de alumínio, e ainda, explicativa, pois serão estabelecidas relações entre o referencial teórico pesquisado e a realidade percebida.

Para um estudo sistemático, o presente trabalho foi desenvolvido a partir de dois grandes capítulos subdivididos em tópicos, os quais apresentam abordagem sobre a qualidade e gestão e também um estudo bibliográfico do método construtivo de parede de concreto armado moldadas in loco.

No primeiro capítulo, intitulado “Qualidade na Construção Civil”, buscou-se abordar sobre o conceito da Qualidade, a evolução de sua gestão ao longo do tempo, de que forma ocorre sua certificação, a filosofia da Construção

Enxuta e o estudo da Produção Mais Limpa dentro do cenário da construção e as dificuldades da implantação da Qualidade na Construção Civil.

No segundo capítulo, intitulado “Paredes de concreto com fôrmas de alumínio como alternativa em relação ao desperdício e menor produção de RCC's”, buscou-se explicar sobre o processo desse método construtivo, os materiais utilizados, suas vantagens e desvantagens na implantação na indústria da Construção Civil, bem como a sua relação com a Construção Enxuta e conseqüentemente, a Qualidade na Construção Civil.

2. QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

No final da II Guerra Mundial (1945) a qualidade tornou-se bem aceita pelas organizações por meio de técnicas específicas e resultados eficientes e também pelo surgimento de profissionais especializados. “Joseph Moses Juran e William Edwards Deming, ambos matemáticos estatísticos de qualidade, foram os pioneiros em incentivar e expandir essa ideia de qualidade por meio de palestras para líderes mundiais” (HEGEDUS, 2004). Juran dava enfoque na gestão de qualidade e Deming ao controle estatístico da qualidade, complementando suas ideias.

A busca pela evolução da qualidade tomou proporções exorbitantes, obrigando as empresas transformarem seu processo de produção, para que elas se mantivessem competitivas economicamente e atraentes aos olhos dos consumidores através de uma gestão de qualidade. “No Brasil, especificamente, a competitividade entre as empresas passou a ser mais observada a partir da década de 90, provocada pela ampliação da abertura do mercado brasileiro para o acesso de produtos estrangeiros, representando uma ameaça para as organizações brasileiras, pois se viram obrigadas a disputar o mercado com concorrentes estrangeiros que apresentavam grande capacidade para competir em mercados ‘aquecidos’.” (BALDINI, 2015).

Desta maneira entende-se que a qualidade de um produto ou serviço é essencial para atender as necessidades de um consumidor, pois este busca adquirir um produto ou serviço útil, econômico e adequado. Assim como em qualquer outro serviço, na construção civil o conceito de qualidade vem sendo cada vez mais exigido, aprimorado e aplicado, visando proporcionar economia e suprir essas necessidades.

FALCONI apud SOUZA (2001) conceitua um produto ou serviço de qualidade como: “Aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, de forma acessível, de forma segura e no tempo certo às necessidades do cliente”.

O órgão que fiscaliza as diretrizes e requisitos do sistema de gestão da qualidade contidos na ISO 9000, Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), conceitua qualidade como:

Qualidade, no contexto do Inmetro compreende o grau de atendimento (ou conformidade) de um produto, processo, serviço ou ainda um profissional a requisitos mínimos estabelecidos em normas ou regulamentos técnicos, ao menor custo possível para a sociedade (INMETRO, 2016).

Portanto, a Qualidade na Construção Civil não se deve simplesmente da entrega de um produto ou um serviço com qualidade, mas sim um processo todo planejado desde a sua concepção até a entrega do produto final, sempre visando um menor custo tanto na produção quanto o preço de venda, tornando ele acessível para sociedade em geral ou para seu público alvo.

2.1 Gestão da Qualidade

A qualidade pode ter várias interpretações, dependendo do interesse das pessoas e das instituições que a buscam. As várias definições existentes para a qualidade foram descritas por Garvin (1984) em cinco abordagens:

- I. Abordagem transcendental: qualidade é sinônimo de excelência, é o melhor possível nas especificações do produto ou serviço;
- II. Abordagem baseada em manufatura: qualidade é sinônimo de conformidade, produtos que correspondam precisamente às especificações de projeto;
- III. Abordagem baseada no usuário: é incorporado na definição de qualidade, além da preocupação com as especificações de projeto, a preocupação com a adequação às especificações do consumidor;
- IV. Abordagem baseada no produto: qualidade é definida como conjunto preciso e mensurável de características requeridas para satisfazer os interesses do consumidor.
- V. Abordagem baseada no valor: qualidade é definida em termos de custo e preço, defendendo a ideia de que a qualidade é percebida em relação ao preço.

Essas definições de qualidade, no entanto, nem sempre foram assim. Foi com a globalização e, conseqüentemente, com a abertura dos países às negociações entre si que foram surgindo programas específicos de gestão de qualidade como uma forma de melhorar o produto das empresas, bem como a satisfação de seus consumidores.

No início do século XX, na década de 30, havia o método de Inspeção de Qualidade, onde se observava as condições do produto individualmente. Essa inspeção, com o objetivo de evitar a venda de produtos defeituosos resultou na ênfase do sucateamento, onde, segundo AILDEFONSO (2006), resultou em “um raciocínio errôneo, pois, a qualidade implicaria em custo e, como consequência, aumentaria o custo do produto final”.

Pensando nesta problemática, o método de Inspeção deu lugar ao Controle da Qualidade, onde “eram desenvolvidas atividades que obedeciam a um planejamento específico, garantindo que a qualidade desejada seja alcançada através do uso de ferramentas da qualidade orientadas para a produção e processos estáveis” (AILDEFONSO, 2006).

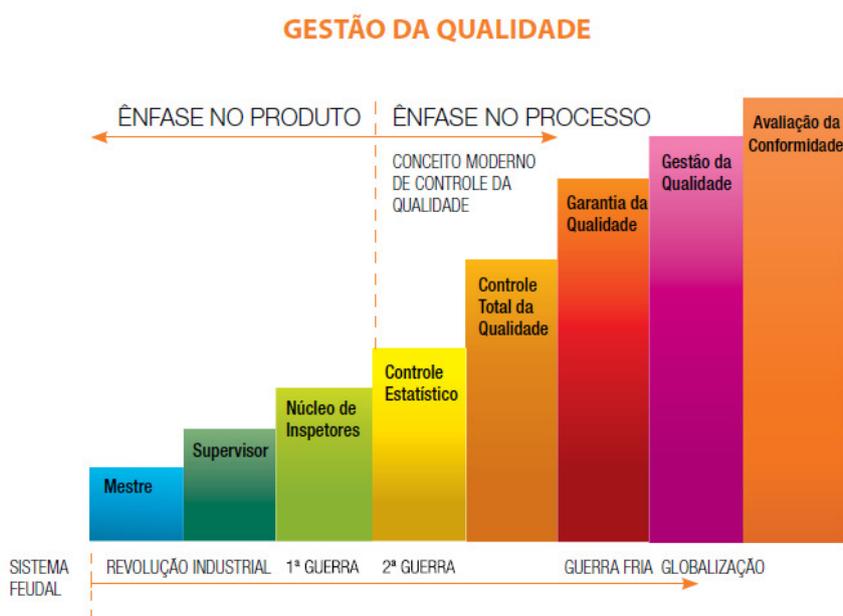
Na década de 60, uma nova era começa a ser consolidada. “Denominada como Qualidade Total ou Controle Total da Qualidade (TQC), as empresas começam a ter como foco o cliente e sua satisfação, a fim de garantirem o atendimento adequado de suas necessidades. Essa era caracteriza-se principalmente por todos os departamentos da empresa serem integralmente responsáveis pela qualidade dos produtos ou serviços ofertados. Dessa forma, torna-se necessário o processo sistemático da gestão da qualidade, considerando a interdependência entre os departamentos e níveis da empresa” (AILDEFONSO, 2006).

Com o passar do tempo, a questão da qualidade alcançou uma nova dimensão. Ela passou de algo “centrado na produção fabril para se ampliar em questões do gerenciamento da produção, dando início à Garantia da Qualidade, já que fora constatado que os problemas na qualidade do produto eram conseqüências, na maior parte dos casos, de falhas gerenciais e não técnicas” (AILDEFONSO, 2006).

A partir desta nova perspectiva, a Qualidade não é limitada ao produto ou serviço prestado pela empresa, nem se restringe a um único setor, mas envolve todos os contextos e faz parte da responsabilidade de todos os envolvidos.

Vista de uma maneira sistemática, a qualidade passa a integrar ações e papéis, máquinas e pessoas, resultando na satisfação não só do cliente, mas também no sentido de atender as demandas econômicas da empresa. Na era da Qualidade Total, o auxílio dos trabalhadores desempenha um papel de destaque na produção, bem como a relação com os fornecedores que passa a receber cada vez mais enfoque. Essas etapas descritas estão evidenciadas na Figura 1.

Figura 1 – Evolução da gestão da qualidade



Fonte: O Movimento da Qualidade no Brasil (2011 - ISBN 978-85-64543-00-3)

Há ainda uma grande preocupação com o desenvolvimento de padrões relacionados às posturas no papel do fornecedor. Neste percurso, surge a ISO 9000 com o objetivo de normatizar etapas do processo da gestão de qualidade a nível internacional. A certificação da ISO 9000 garante uma gestão de qualidade adequada, trazendo ao produto ou serviço requisitos que lhes conferem utilidade, economia e relevância, gerando satisfação aos consumidores e confiança na aquisição desses produtos ou serviços.

Na construção civil, a gestão da qualidade torna-se essencial, visto que esse setor obteve grande crescimento no passado por conta da alta demanda e crescimento econômico. “Isso fez com que os consumidores exigissem um serviço de qualidade, para que suas necessidades fossem contempladas, fazendo com que as certificações da família da ISO 9000 assumissem um papel de suma importância para a garantia da qualidade desse serviço” (FRAGA, 2011).

2.2 Certificação de qualidade

A ISO 9000 consiste em uma certificação e avaliação internacional de fornecedores de produtos ou serviços, sendo uma “garantia fornecida por órgão credenciado de que a empresa contempla os requisitos de controle de qualidade especificados por esta norma, gerando o produto ou serviço adequado e qualificado” (ROESCH, 1994).

Diversas empresas buscam essa certificação devido ao respaldo que lhes é conferido. Em meio a grande concorrência presente no mercado, fornecedores diferenciam-se por meio da qualidade dos produtos ou serviços que oferecem aos consumidores, daí destaca-se a relevância da ISO 9000, fiscalizada e conferida pelo INMETRO.

Ainda nesse contexto, Valls afirma sobre a importância sobre a evolução das normas nas empresas:

“Os avanços da família das normas ISO 9000 e sua incorporação nos diversos países impulsionaram e permitiram a evolução da gestão da qualidade, proporcionando o nível atual de evolução desse processo nas empresas e organizações” (VALLS, 2004).

A normas que determinam requisitos e diretrizes para a gestão da qualidade foram fundamentadas pela *International Organization for Standardization* (ISO), que consiste em uma organização internacional não-governamental (ONG) que fornece padronizações de processos com a finalidade de obter produtos e serviços adequados.

A ISO é uma organização de vasta representação no fornecimento de normas internacionais, presente em diversos países. “Foi fundada oficialmente no dia 23 de fevereiro de 1947 com o intuito de otimizar a unificação de

padrões técnicos e coordená-los no âmbito internacional. Está relacionada também à normalização de padrões de gestão, impactando a área social e econômica no setor da produção de bens e de serviços, contribuindo nos aspectos de segurança e atendimento às exigências legais da sociedade” (VALLS, 2004).

A ISO publicou normas internacionais dos mais diversos setores e aplicações como Agricultura, Construção Civil, engenharias, dispositivos médicos até as tecnologias da informação mais avançadas. Valls (2004) expõe que, desde 1947, a organização publicou mais de 13.700 normas internacionais nesses diversos setores.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), foram desenvolvidas normas específicas para a chamada família NBR ISO 9000, a fim de apoiar organizações, independentes de seu tamanho para uma Gestão da Qualidade a ser operada de forma adequada. A seguir, as normas e suas respectivas especificações:

- A NBR ISO 9000 descreve os fundamentos de sistemas de gestão da qualidade e estabelece a terminologia para estes sistemas.
- A NBR ISO 9001 especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade, onde uma organização precisa demonstrar sua capacidade para fornecer produtos que atendam aos requisitos do cliente e os requisitos regulamentares aplicáveis e objetiva aumentar a satisfação do cliente.
- A NBR ISO 9004 fornece diretrizes que consideram tanto a eficácia como a eficiência do sistema de gestão da qualidade. O objetivo desta norma é melhorar o desempenho da organização e a satisfação dos clientes e das outras partes interessadas.
- A NBR ISO 19011 fornece diretrizes sobre auditoria de sistemas de gestão da qualidade e ambiental.

Figura 2- Exemplo de selo da ISO



Fonte: www.qis.pt

Juntas elas formam um conjunto coerente de normas sobre sistema de gestão da Qualidade, facilitando a compreensão mútua no comércio nacional e internacional. A importância da certificação é evidente e clara, “porque atesta publicamente, por escrito, que determinado produto ou processo está em conformidade com os requisitos especificados. É também uma excelente estratégia de marketing, pois a empresa desfruta de uma boa imagem não apenas frente ao mercado, como também terá o reconhecimento de seus colaboradores, fornecedores, consumidores, comunidade e governo” (BALDINI, 2015).

Ainda segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), os oito princípios que formam a base para a gestão da qualidade por meio da família NBR ISO 9000, podendo ser utilizados pela Alta Direção com o intuito de aumentar o desempenho são demonstrados a seguir:

I. Foco no cliente

Organizações dependem de seus clientes e, portanto, convém que entendam as necessidades atuais e futuras do cliente, e seus requisitos e procurem exceder as suas expectativas.

II. Liderança

Líderes estabelecem unidade de propósito e o rumo da organização. Convém que eles criem e mantenham o ambiente interno, no qual as pessoas possam estar totalmente envolvidas no propósito de atingir os objetivos da organização.

III. Envolvimento de pessoas

Pessoas de todos os níveis são a essência de uma organização, e seu total envolvimento possibilita que as suas habilidades sejam usadas para o benefício da organização.

IV. Abordagem de processo

Um resultado desejado é alcançado mais eficientemente quando as atividades e os recursos relacionados são gerenciados como um processo.

V. Abordagem sistêmica para a gestão

Identificar, entender e gerenciar processos inter-relacionados como um sistema contribui para a eficácia e eficiência da organização no sentido desta atingir os seus objetivos.

VI. Melhoria contínua

Convém que a melhoria contínua do desempenho global da organização seja seu objetivo permanente.

VII. Abordagem factual para tomada de decisão

Decisões eficazes são baseadas na análise de dados e informações.

VIII. Benefícios mútuos nas relações com os fornecedores

Uma organização e seus fornecedores são interdependentes, e uma relação de benefícios mútuos aumenta a habilidade de ambos em agregar valor.

A adoção de um sistema de gestão, geralmente, implica na padronização dos métodos e práticas dentro de uma organização. “Um bom caminho para essa iniciativa é através da implantação das normas ISO, que contêm tópicos diversificados que exigem a padronização das operações críticas da empresa” (FRAGA, 2011). De fundamental importância para a empresa, a padronização permite demonstrar para os clientes, através de documentos e registros, que os termos exigidos em contrato podem ser alcançados e acima de tudo, ela permite a análise e melhoria dos procedimentos e métodos da empresa.

2.3 Construção Enxuta

Também conhecido como *Lean Thinking*, “a Mentalidade Enxuta surgiu a partir do Sistema Toyota de Produção no início da década de 90, onde foi desenvolvido a fim de abarcar as demandas emergentes no ambiente manufatureiro da indústria automobilística” (KUREK et. al., 2013).

Esta nova abordagem surge com a finalidade de caracterizar um novo meio de produção, em contraposição ao sistema tradicional de produção em massa, tendo como principal característica visar à eliminação de desperdícios.

Para Taiichi Ono (1997), a Produção Enxuta tem por meta “reduzir a linha do tempo, do momento que o cliente faz o pedido até o ponto de receber o dinheiro, removendo os desperdícios que não agregam valor ao longo desta linha”. Esta nova abordagem representa uma mudança na gestão de produção.

Na Construção Civil, sua primeira aplicação foi realizada pelo pesquisador finlandês Lauri Koskela em 1992, em um artigo intitulado “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, onde Koskela (1992) critica a forma em que a construção civil convencional é gerenciada e afirma que os métodos utilizados até então vão contra os princípios de fluxo e melhoria de produção, o que acarreta em um considerável desperdício de materiais, produzindo, por conta disso, mais resíduos sólidos da construção.

O termo Construção Enxuta “surgiu na percepção da possibilidade de aplicação dos conceitos desenvolvidos pela indústria automobilística no ramo da construção civil” (BALLARD; HOWELL, 1998), principalmente por influência do trabalho de Koskela (1992). Para Howell (1999) a Construção Enxuta representa “um novo caminho para o gerenciamento na indústria da Construção Civil, com implicações nas relações comerciais e na concepção dos projetos, planejar e controlar técnicas que reduzam o desperdício, melhorando a confiabilidade dos fluxos produtivos”.

E para completar, SANCHEZ e PÉRES (2001) colocam que:

“A Construção Enxuta justifica o interesse despertado na medida em que se comprovam empiricamente evidências relacionadas à competitividade das empresas, na redução dos prazos de obras,

custos e no aumento da qualidade do serviço” (SANCHEZ; PÉRES, 2001)

O que se pode notar é que, com o passar dos anos, a “utilização desse método tem possibilitado destacar a diferença entre construção e manufatura com instalações fixas e tem limitado a difusão de novas tecnologias de produção e filosofias que tem surgido em outras áreas” (KUREK et. al., 2013). “Um sistema de produção focalizado nas informações de fluxos de recursos pode aumentar a produtividade, reduzir a produção de RCC’s e ser aplicado na Construção Civil mesmo com suas peculiaridades” (ALARCÓN, 1997).

A seguir são expostos os 11 princípios heurísticos (estratégias que ignoram parte da informação com o objetivo de tornar a escolha mais fácil e rápida) propostos por Koskela (1992) para otimização do fluxo de processos embasando a construção enxuta, adaptados segundo PERETTI; FARIA; SANTOS (2013):

- I. Reduzir atividades que não agregam valores. Considerando que estas atividades no processo consomem tempo, espaço, material e mão-de-obra, não agregando valor e não atendendo o requisito desejado pelos clientes;
- II. Aumentar o valor do produto, identificando as necessidades dos clientes, tanto internos quanto externos, para projeto do produto e na gestão da produção;
- III. Reduzir a variabilidade da matéria prima (dimensão característica), do processo (tempo para a execução) e na demanda (necessidade dos clientes). A dificuldade de intervenção de cada aspecto, não é variável;
- IV. Reduzir o tempo de ciclo, que pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A eliminação dos tempos improdutivos provocará a compressão do tempo total dessa série de atividades;
- V. Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes, relacionando aos sistemas construtivos a diminuição de elementos ou, principalmente, a padronização destes;

- VI. Aumentar a flexibilidade de saída, possibilitando aumentar as características finais dos produtos, conforme as necessidades dos clientes, vinculando ao conceito como gerador de valor;
- VII. Aumentar a transparência do processo, já que evidencia possíveis distorções no processo, facilitando sua correção e propiciando o envolvimento da mão-de-obra;
- VIII. Manter o foco no controle como um processo, não por partes ou atividades isoladas, contribuindo para eliminar o surgimento de perdas por qualidade;
- IX. Gerar melhorias contínuas, promovendo redução do desperdício;
- X. Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões. O paradigma deve ser abordado tanto nas atividades produtivas quanto nas atividades de transformações; e
- XI. Aplicar o benchmarking, consistindo como um aprendizado; podendo ser um estímulo para alcançar a devida melhoria do processo como um todo (KOSKELA, 1992).

A partir dos princípios da Construção Enxuta, é possível perceber que a redução de desperdícios gera melhoria contínua e promove qualidade para a Construção Civil. Como exemplo, a redução de resíduos sólidos a partir de métodos construtivos inovadores nos canteiros de obras em quase sua totalidade, como sugerido por este princípio, promove aumento da produtividade, redução de custos e redução de impactos ambientais. Esses fatores certificam a qualidade na construção e promovem uma produção mais limpa, já que terá um planejamento e controle adequado.

2.4 Produção Mais Limpa

Na medida em que o mundo se torna cada vez mais próximo através da globalização, as empresas se veem instigadas a buscarem novas alternativas a fim de competirem entre si e a nível internacional. Para alcançarem este objetivo, foi necessário afastar-se da postura que se vinha assumindo no ambiente empresarial, bem como os velhos paradigmas, hierarquização dos cargos institucionais e ideias até então tradicionais, como o de qualidade do produto. Corrêa (2009) complementa que a incorporação de práticas de

sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. Sua adoção é “um caminho sem volta”, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades.

Entre as estratégias adotadas pelas empresas, “como resposta à necessidade de ampliar ou conservar uma posição no mercado, no sentido de permitir gerenciar de forma mais efetiva o sistema produtivo da construção civil está a implantação de programas de qualidade, com o objetivo de sanar problemas que surgem nos seus processos produtivos. Além disso, os clientes estão cada vez mais exigentes quanto aos produtos e serviços oferecidos pelas empresas” (BALDINI, 2015).

Perante o que foi falado, Filho e Sicsú (2003) complementam a ideia:

“Esta nova postura adotada pelas empresas busca transformar dificuldades corriqueiras no ambiente organizacional através de conceitos inovadores e diversificados, como a cadeia de valor, flexibilização de trabalhos, melhoria contínua dos processos e produtos, preocupação com a satisfação dos clientes, consciência ecológica, surgimento da organização virtual e redução do ciclo de vida da fabricação” (FILHO; SICSÚ, 2003).

Neste novo contexto surge, então, a questão ambiental. O modelo de produção adotado pelo segmento industrial, a produção em larga escala, desviou por muito tempo a atenção aos impactos gerados ao meio ambiente. Ao decorrer dos anos, o enfoque foi dado apenas ao crescimento econômico e acreditou-se que esse crescimento seria suficientemente capaz de proporcionar melhorias nas condições de vida da população. Lemos (1998), no entanto, observou que o crescimento econômico descontrolado causava danos irreparáveis aos ecossistemas e que, a médio e longo prazo, estes danos acabariam por tornar o planeta em um conjunto de ecossistemas inabitáveis à humanidade.

Dentro desta perspectiva da necessidade de uma conscientização populacional e industrial, a previsão aos fatos fora evitada na medida em que a sociedade passou a exigir uma indústria que se comprometia com as causas ambientais através da adoção das melhores técnicas no manejo de suas

ações, onde não era “suficiente somente atender a alguns padrões ambientais, mas englobar todas as ações em um conjunto sustentável e de responsabilidade com o meio ambiente” (FIGUEIREDO, 2004).

É a partir desta exigência populacional pela conscientização que novas ações sustentáveis foram surgindo, onde se buscava uma maior integração de práticas responsáveis e ecologicamente corretas com as técnicas de produção e de gestão empresarial, a fim de atender as demandas da sociedade de consumir produtos livres de desperdícios e prejuízos ambientais. Corrêa (2009) deixa claro que é relevante ser notado é que o conceito de sustentabilidade não é fechado, não é possível atingir uma sustentabilidade absoluta. Um projeto poderá sempre adotar soluções que diminuam seu impacto no meio ambiente; analisado sob outros aspectos poderá não ser plenamente sustentável.

Boa parte das indústrias da Construção Civil passou então a estabelecer novos padrões tecnológicos na produção que conseqüentemente resultavam em uma melhoria na Qualidade e por sua vez, na sustentabilidade.

É neste contexto que surge a Produção Mais Limpa (PML ou P+L) que, segundo a UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), consiste na prática de aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica unida aos processos e produtos, que evita a geração, minimiza os resíduos sólidos gerados pelos processos produtivos, com a finalidade de aumentar a eficiência na utilização das matérias-primas, água e energia e de reduzir os riscos para as pessoas e para o meio ambiente.

Fernandes *et. al.* (2001) define a Produção Mais Limpa como:

A aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Produção Mais Limpa também pode ser chamada de Prevenção da Poluição, já que as técnicas utilizadas são basicamente as mesmas. (FERNANDES *et. al.*, 2001)

A Produção Mais Limpa desempenha então um papel de importante método para incentivar a competitividade, a inovação nos processos e principalmente na conscientização e responsabilidade ambiental no setor da

Construção Civil, onde se possa, além de reduzir custos, reduzir o descarte inadequado dos resíduos sólidos da construção e demolição, atender às necessidades e exigências do cliente, aumentando a eficiência e reduzindo riscos ao meio ambiente e para a sociedade.

Para Fernandes *et. al.* (2001), a P+L vem acompanhada de quatro pilares, sendo o primeiro e principal, a busca pela não geração de resíduos no geral, bem como os RCC's, através de determinadas técnicas de racionalização a serem adotadas no processo de produção.

Filho *et. al.* (2007), em suas considerações sobre a Produção Mais Limpa afirma que:

A Produção mais Limpa diferencia-se da abordagem convencional pela forma como enxerga o sistema produtivo no campo ambiental e apóia-se tanto em mudanças tecnológicas quanto na forma de gerenciamento. Enquanto a abordagem convencional não focaliza os processos, nem interpreta suas ações e conseqüências, a abordagem da PML visualiza as atividades, diagnostica-as, efetua análises e indaga sempre as causas e os efeitos das ações. Assim, as tecnologias limpas levam a um aumento de produtividade resultante da economia de custos e racionalização dos resultados nos processos produtivos (FILHO *et. al.*, 2007, *apud.* GETZNER, 2002).

Filho (2007) ainda destaca a dificuldade de alguns profissionais na diferenciação da Produção Mais Limpa com o Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Em ambos é possível trazer melhorias na conduta ambiental das organizações, entretanto, um SGA pode-se tornar mais um recurso administrativo que um recurso como a Produção Mais Limpa, onde se tem como objetivo evitar a geração de resíduos, no qual está diretamente relacionada com o objetivo da filosofia da construção enxuta.

A partir dos conceitos citados sobre a P+L temos como objetivo principal a preservação do meio ambiente através da redução de impactos que a construção civil pode ocasionar. Desta maneira e através dos conceitos expostos foi considerada a necessidade de um estudo voltado à qualidade na Construção Civil sobre um método construtivo de um residencial popular com paredes de concreto utilizando fôrmas de aço, a fim de mostrar o quanto um simples planejamento e a evolução de filosofias como o da Construção Enxuta bem como a evolução de novos métodos construtivos aliado a novas tecnologias são importantes para alcançar a qualidade total e mostrar o quão

importante, não só para as construtoras ou as empresas, mas também para o meio ambiente e a sociedade, porque seu impacto em relação a produção de RCC's é bem menor.

Portanto, é nesse contexto que as inovações são bem vindas, porque é a partir delas que a Qualidade na Construção Civil é iniciada, um exemplo dessas inovações em questão é a execução de paredes de concreto armado moldadas no local com o auxílio de formas de alumínio, onde a redução de materiais, mão de obra e um aumento incrível da produtividade ocorre.

2.5 Dificuldades de implantação da Qualidade na Construção Civil

Apesar de a globalização ter influenciado uma melhora significativa em todos os tipos de empreendimentos, não sendo diferente no setor da Construção Civil, como na qualidade dos serviços e produtos prestados, muitas empresas ainda enfrentam muita resistência e a falta de informações sobre a implantação do Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) e as inúmeras vantagens que ela pode proporcionar.

Baldini (2015) explana bem e de uma forma resumida, as principais dificuldades enfrentadas pelas empresas durante o processo de implantação do sistema de gestão da qualidade são apresentadas a seguir.

a) Cultura organizacional e resistência a mudanças. Talvez seja a maior dificuldade enfrentada, principalmente durante o processo de implantação. Em geral, a maior resistência provém de parte da mão de obra e de alguns mestres de obras quanto ao uso dos procedimentos padronizados. Muitas pessoas apresentam resistência em alterar a forma de realizar os serviços ou a tecnologia utilizada;

b) Burocracia excessiva. A maioria dos programas faz muitas exigências de documentação sem necessidade. O ideal é que as instruções de serviço sejam escritas juntamente com os funcionários, de maneira bem simples, para que haja compreensão e sejam utilizados sem resistência;

c) Baixo nível de escolaridade dos funcionários. A baixa escolaridade dos funcionários não deve representar um problema, uma vez que os

conhecimentos necessários podem ser transmitidos através de treinamentos adequados para a obtenção de um serviço de qualidade;

d) Falta de treinamento: O setor da construção civil apresenta grande necessidade de treinamento devido à baixa qualificação de seus funcionários que, aprendem a profissão na prática e pela observação. Esse ponto também pode ser contornado pelo treinamento oferecido no canteiro de obras, por ocasião da admissão e posteriormente, sempre que houver necessidade;

e) Falta de envolvimento dos funcionários. De modo geral isso se deve à falta de conhecimento do programa e certa resistência ao novo. A colaboração vem à medida que eles percebem as vantagens de trabalhar com melhor qualidade de acordo com os procedimentos. Para isso, é necessário mostrar a maneira mais eficiente de realizar os serviços e explicar as consequências negativas dos erros, tanto para a empresa como para o funcionário. Desta forma, há maior valorização e integração dos trabalhadores, que entendem que fazem parte do mesmo negócio.

f) Falta de participação e conscientização dos colaboradores. Algumas empresas enfrentam dificuldades com relação aos fornecedores de materiais, que não entregam o material conforme especificado, não cumprem prazos, etc.

g) Comunicação deficiente. Em geral, os problemas de comunicação deficiente ocorrem entre escritório e obra, e entre departamentos da empresa. Também há certa dificuldade de comunicação entre a direção e demais setores da empresa.

h) Ansiedade por resultados. Essa ansiedade se deve à alta cobrança por parte da direção por resultados.

i) Falta de comprometimento da alta administração. Em algumas empresas, a alta administração está totalmente comprometida com o programa e participa ativamente de sua implantação. Já em outras, observa-se menor engajamento. Em tais empresas, a diretoria fornece os recursos necessários para a obtenção do certificado, mas se a CEF (Caixa Econômica Federal) não exigisse o certificado, a direção iria abolir o programa.

Pode-se observar que todas as dificuldades mencionadas acima podem ser resolvidas com facilidade, basta um engajamento maior das empresas em buscar por novidades e informações que melhorem seus serviços e produtos.

3. PAREDES DE CONCRETO COM FÔRMAS DE ALUMÍNIO COMO ALTERNATIVA EM RELAÇÃO AO DESPERDÍCIO E MENOR PRODUÇÃO DE RCC'S

O aumento da demanda da casa própria, devido o crescimento populacional em todo país, e conforme Gonçalves (2016) registra significativo déficit habitacional, tornando necessária a construção de moradias em larga escala, e apesar da situação econômica do Brasil, o governo tem iniciado vários programas de moradias populares. Como a demanda é grande e os prazos cada vez menores, observou-se que novos métodos construtivos eram necessários para essa produção e com análise nos projetos fornecidos e as exigências de cada um deles, a construção civil constatou que o método executivo tinha que ser barato, rápido e com qualidade.

Dessa maneira um dos métodos que trouxe o rendimento que as construtoras e os clientes precisavam foi a construção de residências com parede de concreto com fôrmas de alumínio. Nesse trabalho foi analisada apenas unidades habitacionais térreas, com paredes de concreto armado moldados no local através de fôrmas de alumínio. Se for analisada a construção de apenas uma unidade habitacional esse método construtivo com as fôrmas de alumínio se torna inviável devido o seu alto custo de obtenção se comparado com outros métodos, como o de alvenaria (tradicional), Souza (2013) deixa claro que o orçamento deve ser feito a partir de uma análise detalhada do projeto estrutural do empreendimento, porém, como parâmetro, pode-se utilizar o valor de R\$ 1.000,00/m² para a área de fôrma a ser fornecida à obra, ou seja, considera-se a área total de fôrmas para cada face da parede.

No entanto, como esses programas do governo os projetos indicam centenas de unidades habitacionais com o mesmo projeto arquitetônico, esse método executivo torna-se viável, pois essas fôrmas são utilizadas repetidas vezes, já que a vida útil das formas, se usadas adequadamente, é elevada como podemos ver na tabela a seguir.

Tabela 1 – Vida útil e prazos de garantia das formas.

Vida útil e prazos de garantia				
Elemento construtivo	VUP (anos)		Prazos de garantia (anos)	
	Mínimo	Superior	Mínimo	Superior
Paredes estruturais	≥40	≥60	5	7,5
			Segurança e estabilidade global, estanqueidade de fundações e contenções	

Fonte: Silva, 2009.

Quanto ao prazo e a produção de RCC's é claramente menor se comparado aos métodos tradicionais, devido a menor utilização de serviços e conseqüentemente, menos mão de obra. Tudo isso se deve a um planejamento adequado e também de uma gestão de qualidade no canteiro de obras, fazendo que o processo construtivo se torne industrializado e prático.

Alguns anos atrás, em meados de 2010 tornou-se perceptível uma queda acentuada nas construções no Brasil, isso se deve as dificuldades econômicas em que o país vem passando, ocasionando uma queda de confiança no mercado da construção civil. Apesar disso, segundo Gonçalves apud Nakamura (2015), registra significativa queda de produção de moradias, tornando necessária a construção em larga escala, com prazos reduzidos e de baixo custo, a exemplo do Programa Minha Casa Minha Vida.

O programa anunciado pelo governo federal, visando atender famílias de baixa renda, alcançou, inicialmente, "o quantitativo de um milhão de unidades habitacionais contratadas, com investimentos de R\$ 53,3 bilhões. O crescimento elevado da construção de unidades habitacionais destinadas à população de baixa renda" (GONÇALVES, 2016).

Desde a criação do programa "no ano de 2009, foram contratadas 4,1 milhões de unidades habitacionais, onde cerca de 2,5 milhões já foram entregues. Com a 3ª fase do programa iniciada, o investimento, superior a R\$ 270 bilhões feitos anteriormente nas duas fases do programa, passará a ser maior, sendo meta do governo federal a contratação, até o ano de 2018, de aproximadamente 3 milhões de moradias, com previsão de entrega de 500 mil unidades no ano de 2016" (Portal Brasil, 2015).

Como observado, a demanda nesse tipo de moradias é muito grande e o governo dá prazos cada vez menores para que seja entregue este tipo de obra, em torno de 24 meses a 48 meses, dependendo da quantidade de unidades habitacionais. Desta maneira, a busca pela Qualidade Total é necessária, pois envolve pouco tempo, a filosofia da construção enxuta, produção mais limpa e

um excelente planejamento para que tudo isso entre em harmonia e saia do projeto e seja bem executado.

Logo, a busca por novas tecnologias se torna muito importante e necessário, onde a construção de paredes de concreto armado com formas de alumínio é exemplo disso, não apenas pela visão econômica ou pelo prazo, mas também social, pois a produção de RCC's nesse método construtivo é muito menor que os métodos convencionais para produção em larga escala como o programa Minha Casa Minha Vida exige.

Uma vez que os projetos são padronizados, ou seja, os projetos das unidades habitacionais se repetem, o uso desse sistema construtivo é vantajoso, pois há execução simultânea de estrutura e vedação. “Tal sistema possibilitou às médias e grandes construtoras alcançarem uma grande escala de produtividade, bem como a redução de custos em relação à mão de obra, minimizando, também, erros de execução” (Faria, 2009), obtendo, conseqüentemente, um menor desperdício de material e produção de resíduos.

Faria (2009) ainda complementa:

“Quanto à qualidade do acabamento da parede, as fôrmas de alumínio são mais vantajosas, segundo os profissionais ouvidos pela Técnica. Sua estrutura também é mais rígida e os painéis, mais duráveis. Porém, perdem pontos quando o assunto é custo - além de ser mais caro do que o plástico, o alumínio é uma commodity, e seus preços variam de acordo com a demanda mundial pelo produto e outros fatores conjunturais.”

Diante desse fato, Venturini (2012) demonstra em seu artigo que a execução da obra torna-se mais rápida, além de economizar em despesas com o canteiro de obras e oferecer retorno financeiro aos investidores o mais rápido possível. Apesar de a aquisição das fôrmas metálicas oferecerem elevado custo inicial, em contrapartida as fôrmas podem ser utilizadas diversas vezes, podendo um único conjunto de fôrmas produzir cerca de 20 casas ao mês, sendo que ao término da concretagem da 15ª unidade habitacional, a primeira poderá ser entregue, outro exemplo são de pequenos edifícios, onde podem ser feitos 4 apartamentos por dia.

Com o incentivo do governo e o crescimento do método construtivo de paredes de concreto moldado in loco em meados de 2009, houve a necessidade de um estudo para o cálculo estrutural adequado, essencial para o planejamento do empreendimento. Em 2012, foi criada a NBR 16055 – Paredes de concreto moldadas no local para construção de edificações – Requisitos e procedimentos, logo, as empresas que se interessarem e

necessitarem de tal método deve consultar essa norma, com intuito de promover uma padronização e qualidade ideal para sua construção. Pois a norma traz em si conteúdos importantes, tais como requisitos de qualidade da estrutura a ser construída, qualidade no projeto, diretrizes para a durabilidade do concreto utilizado, diretrizes para o dimensionamento de armadura e etc. Para que essa norma fosse formulada foi usada como base a ABNT NBR 6118, a norma norte-americana ACI (American Concrete Institute) 318 e a norma francesa DTU (Documents Techniques Unifies) 23.1 (Missurelli e Massuda, 2009).

Como o concreto é o elemento principal desse sistema construtivo, deve-se obedecer a norma NBR 15.576 de 2013 - Edificações Habitacionais, que descreve sobre as normas de desempenho do concreto após diversos testes, onde é exposto o melhor concreto que servirá para o método construtivo analisado. Um ponto em que essa norma exige é que as paredes de concreto devem atender aos desempenhos acústicos, térmicos, de permeabilidade e de resistência.

Missurelli e Massuda (2009) colocam que no Brasil é recomendado a utilização de quatro tipos de concreto:

- Concreto Celular
- Concreto com aditivo de ar (alto nível de ar incorporado)
- Concreto com agregados leves (baixa massa específica)
- Concreto Autoadensável ou convencional

Tabela 2- Tabela resumo das tipologias de concreto.

Tipo	Concreto	Massa específica (kg/m ³)	Resistência mínima à compressão (MPa)	Tipologia usualmente utilizada
L1	Celular	1500 - 1600	4	Casa até 2 pavimentos
L2	Com agregado leve	1500 - 1800	20	Qualquer tipologia
M	Com alto teor de ar incorporado	1900 - 2000	6	Casa até 2 pavimentos
N	Convencional ou Auto-adensável	2000 - 2800	20	Qualquer tipologia

Fonte: <http://www.comunidade-da-construcao.com.br>

3.1 Parede de concreto moldada in loco

3.1.1 Fôrmas

O tipo de método construtivo analisado utiliza fôrmas de alumínio (Figura 3), porque após estudos foi constatado que o alumínio é o melhor material para resistir a força que o concreto imprime durante a sua cura, principalmente pelo seu peso. Para Silva (2009), as fôrmas são constituídas por painéis fabricados em perfis estruturais de alumínio, as dimensões das fôrmas podem variar de acordo com o projeto do cliente. Logo, cada projeto possui um padrão de formas. Dessa maneira, fica claro que essas formas não podem ser alugadas, apenas vendidas, pois são feitas sob medida. Os fabricantes, visando uma maior produtividade e qualidade na execução das paredes de concreto, eles limitam as larguras das fôrmas em 60 cm de largura, em geral, com intuito de melhorar a montagem e desmontagem das mesmas. Um exemplo das formas utilizadas nas construções pode ser visto na imagem abaixo:

Figura 3 – Fôrmas de Alumínio



Fonte: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/formas/execucao/31/formas.html>

As fôrmas em questão possuem um peso médio de 18 kg/m^2 incluindo os vãos das esquadrias e portas, podendo variar de acordo com o projeto. Silva (2009) coloca que devido aos esforços ocasionados pelo empuxo do concreto, o sistema de fôrmas de alumínio é travado a partir de pinos e cunhas, com

espaçadores internos reutilizáveis, assegurando o espaçamento correto entre as fôrmas interna e externa.

Por ser um material (alumínio) muito resistente e por suas características de durabilidade, as fôrmas obtêm uma vida útil muito maior que as formas convencionais (madeira, compensado e etc.), podendo ser reutilizadas várias vezes, na ordem de grandeza na casa dos milhares.

Silva (2009) descreve que nos vãos das portas e janelas as formas têm placas para evitar a perda de material e também gabaritos que possuem uma pequena abertura pra saída de ar, evitando imperfeições na concretagem. Em construções de múltiplos pavimentos, com as fôrmas já instaladas corretamente, a laje pode ser concretada simultaneamente com as paredes de uma só vez.

3.1.2 Fundação

Como em toda e qualquer construção, seja ela de pequenas residências ou obras de artes como pontes gigantescas, a fundação é uma parte fundamental no processo executivo das paredes de concreto com fôrmas, bem como o estudo do solo (resistência e características) e as condições climáticas. Tudo isso pra garantir a estabilidade, segurança e durabilidade da construção. Em casos de utilização de radier, não é necessário a execução de laje/piso, aumentando a produtividade e facilidade na montagem das fôrmas, já em casos que se precise a utilização de estacas, é recomendado a execução de piso na cota em que o projeto exige.

Geralmente, esse método é utilizado radier, portanto para esse tipo de fundação as instalações elétricas e hidrossanitárias devem ser de antemão instaladas como o projeto exige, nessa etapa observa-se o quanto um planejamento adequado é essencial para uma boa e rápida execução, de forma que os gastos e desperdícios sejam minimizados ou sanados, para que no futuro não cause problemas como recalques, infiltrações, pequenos desmontes e etc.

Missurelli e Massuda (2009), listam em seu artigo alguns fatores que são importantes na etapa da fundação, são eles:

- A locação e o nivelamento das fundações devem estar de acordo com o projeto arquitetônico e as fôrmas (Figura 7).
- Deve-se tomar todas as precauções para evitar que a umidade do solo migre para a edificação;
- Recomenda-se a cura úmida do concreto por um período mínimo de sete dias para fundações do tipo radier (Figura 8);
- A concretagem das fundações tipo radier (Figura 6) é feita de forma convencional, diretamente do caminhão-betoneira sobre uma lona plástica que cobre uma camada nivelada de brita, com espessura mínima de 3 centímetros.

Para esse tipo de construção, o uso de fundação tipo radier protendido se faz bem mais econômica e rápida. Para isso ocorrer tem que ser ter alguns cuidados como a impermeabilização com lona plástica para evitar a perda de umidade para o solo, manter a linearidade das cordoalhas de protensão (Figura 5), bem como sua posição correta de projeto e o espaçamento da armadura (Figura 4). Normalmente, é necessário molhar o concreto para o auxílio em sua cura, e com 28 dias de cura do concreto, aplica-se a protensão com a ajuda de um macaco hidráulico específico.

Figura 4 – Detalhe da lona plástica e colocação dos espaçadores



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 5 - Detalhe da cordoalha para posterior protensão



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6 - Concretagem do radier



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 7 - Locação de fundação com auxílio de estação total



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 8 – Fundação radier



Fonte: <http://www.construpor.com/index.php?p=item7-1>

3.1.3 Armação

Em todo tipo de construção o aço é um material muito utilizado, e nas paredes de concreto armado com fôrmas de alumínio não é diferente. E como em toda obra, devem se ter alguns cuidados com esse material, desde seu recebimento, para que sejam evitadas patologias no futuro, como a oxidação que causa perda de resistência das barras e do concreto armado, e atenção à aplicação das barras, evitando erros.

Como essas paredes também são estruturais exige-se uma checagem criteriosa nas peças, a fim de que se identifique se elas estão de acordo com o pedido e o projeto. De modo geral o acondicionamento e organização desse material também é importante para não haver danificação no material e também para a facilidade na montagem e diminuição de erros na execução.

A armação das paredes de concreto é a tela soldada posicionada na vertical (Figura 9) em cada parede. As bordas, e os vãos que a unidade habitacional precisar, recebe armaduras convencionais ou reforço na armadura. Em edifícios com mais de um andar, as paredes recebem tela dupla.

Missurelli e Massuda (2009) ainda reforçam que as armaduras devem atender a três requisitos básicos: resistir a esforços de flexotorção nas paredes, controlar a retração do concreto e estruturar e fixar as tubulações de elétrica, hidráulica e gás. Usualmente, utilizam-se telas soldadas posicionadas no eixo das paredes ou nas duas faces, dependendo do dimensionamento projetado, além de barras em pontos específicos tais como cinta superior nas paredes, vergas, contravergas etc.

Figura 9 – Armadura instalada



Fonte: Arquivo pessoal

Logo após a fixação devida da armadura principal (tela soldada), instalam-se as tubulações hidrossanitárias e elétrica (Figura 10), atentando-se ao projeto de forma criteriosa, evitando dessa maneira qualquer tipo de erro no encaixe posterior das formas.

Figura 10 – Instalações das tubulações hidrossanitárias e elétrica

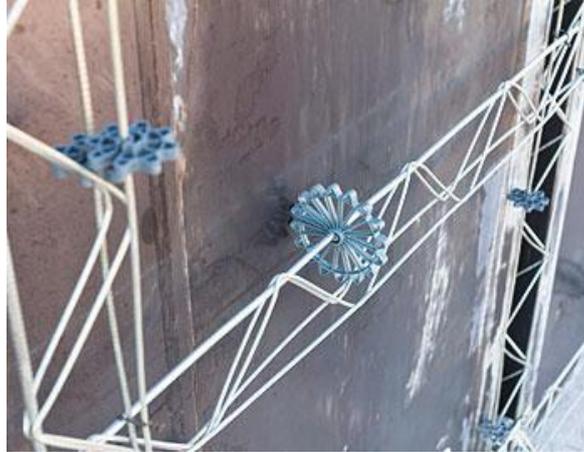


Fonte: Arquivo pessoal

A colocação dos espaçadores plásticos (Figura 11), responsável pelo espaçamento da cobertura mínima que envolve e protege a armadura, é crucial

nesse sistema a fim de evitar a exposição do aço, das tubulações e possíveis patologias que danifiquem a estrutura.

Figura 11 – Espaçadores nas formas



Fonte: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/casas-com-paredes-de-concreto-220698-1.aspx>

Como todo planejamento é feito para que a qualidade ideal no processo seja atingida, os painéis passam por um rígido projeto de montagem onde se tem uma sequência exata para instalação, de forma básica instala-se primeiro as fôrmas internas e depois as externas e sempre passando desmoldante nas faces internas das fôrmas que entrarão em contato com o concreto, e cada placa é identificada (Figura 12) de acordo com o projeto para eliminar erros. Os gabaritos dos vãos de janela e portas são instalados juntamente com a execução das fôrmas das paredes, sendo previsto também nos cortes da tela soldada (Silva, 2011).

Figura 12 – Formas identificadas de acordo com o projeto.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 13 - Montagem das formas



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 14 – Fôrmas já instaladas e prontas para o recebimento do concreto



Fonte: https://www.portaldosequipamentos.com.br/guia/e/formas-metalicas-para-concreto_18_65_405_1_0

Figura 15 – Finalização de unidade habitacional com as formas de alumínio



Fonte: Arquivo pessoal

3.2 Processo executivo

3.2.1 Recebimento do concreto

Para que haja um controle adequado do material que vai ser recebido na obra, tem que ser tomado algumas precauções, ou seja, fazer o controle

tecnológico (exige um rigoroso controle de qualidade do concreto e dos insumos) mesmo se tiver uma central dosadora na própria obra, como a vistoria prévia do caminhão betoneira para saber se ele está em boas condições, observar as condições climáticas, quantidade pedida e a que contém no caminhão, análise da nota fiscal, onde tem a hora da dosagem na central, hora de saída, hora de chegada e etc. Se o concreto recebido não estiver de acordo com a norma e nem com o projeto, ele não deverá ser recebido.

Para isso, o Slump test (Figura 16) deve ser feito, bem como a coleta de corpos de prova (Figura 17) para a cura em tanques de imersão para a cura perfeita, para posteriormente o teste de resistência com prensa hidráulica com 7, 14, 21 e 28 dias (SILVA; SANTOS; BARROS, 2013). Portanto, o controle de qualidade é essencial para averiguar as características da mistura.

A NBR 7212:1984 mostra que o teste de slump é especificado quando feita a solicitação do concreto, especificando também a característica quanto à dimensão máxima do agregado graúdo e à compressão. Venturini (2011) coloca que o slump test pode variar entre ± 4 a 6 cm. Com sua chegada à obra é preciso de aditivo no concreto para que aumente o slump test e não necessite de vibração para o seu assentamento.

Figura 16- Slump test



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 17- Corpos de prova no tanque de imersão



Fonte: Arquivo pessoal

3.2.2 Concretagem

Última etapa e talvez a mais importante do processo de construção das paredes de concreto armado com fôrmas de alumínio, a concretagem é necessário uma atenção maior para garantir a qualidade do processo. Dessa maneira, a normas como a NBR 15575 (Desempenho), a NBR 14931:2004 (Execução de estruturas de concreto - Procedimento) e a NBR 6118:2014 (Projeto de estruturas de concreto) devem ser seguidas (SILVA; SANTOS; BARROS, 2013). Portanto, é essencial que o concreto utilizado no tipo de obra em questão seja produzido em centrais especializadas, com controle tecnológico eficaz e que seja entregue por meio de caminhões betoneiras, para que seja produzido um concreto eficiente e com menor possibilidade de erro possível.

O tempo da produção e recebimento do concreto na obra também é de suma importância, quando a obra não possui sua própria central dosadora, e esta parte do processo tem que estar no planejamento desse método construtivo, onde vai ser colocado todo cronograma de entrega e recebimento, tempo de concretagem das paredes, cura do concreto, retirada das fôrmas e etc.

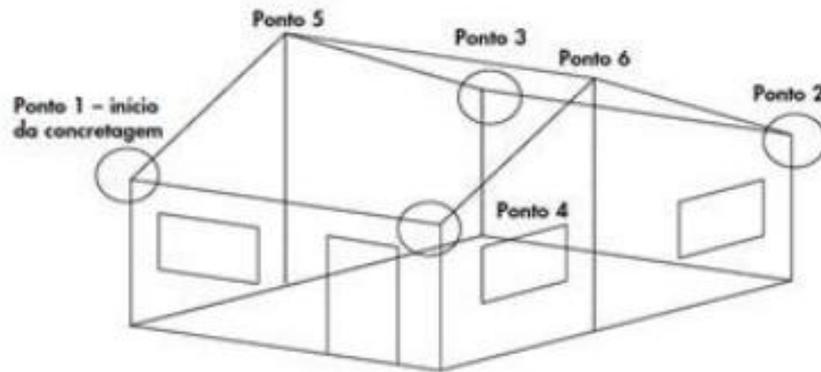
Reforçando o que foi dito, Misurelli e Massuda (2009) colocam em seu artigo que “o tempo decorrido entre o início da mistura e a entrega do concreto no canteiro deve ser inferior a 90 minutos; e o tempo decorrido entre o início da mistura na central de produção e o final da descarga do concreto na obra não deve ultrapassar 150 minutos. No caso de concreto autoadensável (Tipo N), o bombeamento e lançamento devem ocorrer no máximo 40 minutos após a colocação do aditivo hiperfluidificante, o que geralmente é feito na obra. Já o concreto celular (Tipo L1) deve ser lançado na fôrma em até 30 minutos após a conclusão do processo de mistura da espuma.”

3.2.3 Procedimento para aplicação do concreto com as formas já montadas

Quando o concreto apresenta as características desejadas, então ele já pode ser bombeado para dentro das fôrmas, levando em torno de ± 40 a 60 minutos para o total preenchimento das partes vazias, segundo Venturini (2011). Para evitar juntas frias que é formada pela interrupção do lançamento do concreto, além do tempo de início de pega – Medeiros (2010) e a correta aplicação do concreto, se devem considerar as suas características, as fôrmas que serão utilizadas, a planta arquitetônica, entre outros. Misurelli e Massuda (2009) descrevem alguns pontos importantes para o procedimento adequado de aplicação do concreto, como iniciar por um dos cantos da construção até que as paredes próximas estejam completamente concretadas. Desse modo, os pontos iniciais desse procedimento de concretagem são listados abaixo:

- Seguir mesmo procedimento no canto oposto, continuando de forma análoga os outros dois lados;
- O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição final;
- A utilização de bombas para o lançamento do concreto reduz as possibilidades de falhas de concretagem;
- Não deve ter interrupções com duração superior a 30 minutos.

Figura 18- Pontos recomendados de concretagem com auxílio de formas de alumínio



Fonte:<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/concreto/execucao/3/3/concreto.html>

O uso do concreto autoadensável (Tipo N) e celular (Tipo L1) ou concreto comum com aditivo hiperfluidificante é o recomendável para esse método construtivo de paredes de concreto armado com fôrmas de alumínio (SILVA; SANTOS, BARROS, 2013), porque não é necessário o uso de vibradores para o adensamento do concreto. Esse tipo de escolha faz parte do planejamento bem feito pelas construtoras, uma vez que esse tipo de execução é mais produtivo e não danifica a estrutura já executada. Porém, pode ser utilizado concreto usinado com alta resistência inicial (ARI).

Figura19- Boa técnica de concretagem



Fonte:<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/2/concreto/execucao/3/3/concreto.html>

3.2.4 Desfôrma e Limpeza das fôrmas

Como é feita nas construções que utilizam fôrmas em geral para a concretagem, a retirada das fôrmas é feita de maneira sistêmica e só pode ser feita após a sua cura (SILVA; SANTOS, 2013), ou seja, só depois que a resistência mínima do concreto é alcançada, ou pelo que o projeto demanda, evitando fissuras. Como diferencial do método executivo em questão, as fôrmas são reutilizadas no pavimento (ou na unidade habitacional) seguinte, para manter a produtividade elevada, e conseqüentemente, a redução de resíduos.

Para a qualidade e desempenho do processo, é necessário ter alguns cuidados com as fôrmas de alumínio, devido sua reutilização contínua, quando o projeto das unidades habitacionais não muda. Silva (2009), descreve bem os procedimentos básicos a serem tomados:

“Recomenda-se a lavagem das fôrmas após cada concretagem, com jatos de água, para evitar que o concreto fique impregnado nas fôrmas, dificultando a sua remoção posterior, bem como o uso de espátulas, embora o tipo a ser utilizado não seja especificado pela empresa. Recomenda também evitar quedas e impactos na superfície de contato.” Silva (2009)

Basta que elas sejam limpas adequadamente, recomenda-se que seja feita uma limpeza superficial com jato d'água para evitar que o concreto impregne nelas. O concreto atinge a resistência mínima para desfôrma em torno de 12 a 15 horas, podendo assim dar início a desfôrma sem causar patologia, onde a resistência mínima para desfôrma varia de acordo com o pedido em projeto (VENTURINI, 2011), o tipo de concreto e o aditivo utilizado.

Figura 20- Limpeza das fôrmas



Fonte: soluçõesparacidades.com.br

3.2.5 Acabamento

Após ser feita toda a desmontagem das fôrmas, as paredes são vistoriadas para caso haja qualquer tipo de defeitos de execução, seja feita a reparação através de graute (VENTURINI, 2011). Porém, existem furos dos pinos de ancoragem, onde se deve aplicar argamassa de cimento e areia com a finalidade de recuperar os furos deixados pela desfôrma e também nas fresas entre um painel e outro onde há pequenas partes do concreto, tendo que ser removido através de espátulas momentos após a desfôrma (GONÇALVES, 2016).

Devem-se tomar alguns cuidados para que não se forme bolhas provenientes da infiltração de ar, deixando a superfície da parede porosa. Para tanto, aplica-se uma técnica chamada feltragem que tem por objetivo retirar os sinais superficiais das fôrmas, tamponamento de pequenos poros e bolhas de ar superficiais, proporcionando um melhor acabamento estético (Massuda; Misurelli, 2009).

Observa-se que a construção de unidades habitacionais com esse método ocorre a eliminação de etapas necessárias em acabamento de paredes de alvenaria como reboco e chapisco, logo, a parede de concreto apresenta-se mais espessa e a obra bem mais limpa, sem RCC's.

Figura 21– Aspecto da unidade habitacional finalizada



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 22- Conjunto habitacional finalizado



Fonte: Arquivo pessoal

3.3 Vantagens e Desvantagens

Como foi exposto no estudo mostrado neste trabalho há muitas vantagens nesse método construtivo de parede de concreto armado com fôrmas de alumínio algumas delas são:

- Rapidez na execução
- Industrialização no processo
- Maior controle de qualidade
- A mão de obra tem que se qualificar
- Eliminação de algumas fases de acabamento
- Redução da produção de RCC's
- Boa resistência à infiltrações
- Disponibilidade de matérias primas
- Conforto térmico e acústico
- Redução do valor devido a grande quantidade de unidades habitacionais

Além do que foi listado acima, as fôrmas utilizadas nesse sistema podem ser recicladas evitando o descarte inadequado desse material, contribuindo significativamente para a redução de RCC.

Diminuição considerável na quantidade de serviços (eliminação de revestimento com argamassa, por exemplo) e conseqüentemente, da

quantidade de mão de obra se comparado com o sistema de construção com blocos cerâmicos, por exemplo. Silva (2009) descreve que um só pedreiro pode concluir e conferir o serviço de quarenta ajudantes de pedreiro, pois a montagem é de fácil assimilação e exige pouco grau de escolaridade. Porque como são projetos menos complexos, os colaboradores conseguem desenvolver além da montagem das formas de alumínio, também desenvolvem aplicação de eletrodutos referente à instalação elétrica, aplicação de tubos e conexões da instalação hidro sanitária e aplicação de malha de aço, desenvolvendo algumas atividades de armador. Conseqüentemente reduzindo o quadro de funcionários e distribuindo logicamente as atividades e diminuindo o tempo ocioso dos mesmos.

Para que fique claro uma das dúvidas mais frequentes sobre esse método que é sobre o desempenho térmico e acústico, o desempenho aceitável não depende somente do concreto utilizado, mas sim de uma mistura de elementos como das características do ambiente construído, como telhado, forro, ventilação, acabamento externo e de mais variáveis (WENDLER, 2009).

Porém, como nenhum processo é perfeito, há algumas desvantagens que devem ser listadas, pois a partir disso e com um bom planejamento, será constatado o uso ou não desse método em sua obra. Algumas desvantagens são:

- Necessidade de mão de obra especializada no método executivo ou a sua capacitação
- Pouca disponibilidade de mão de obra e de construtoras capazes de executar
- Alto custo de aquisição
- Dificuldade de modificações no futuro

A pouca flexibilidade de reformas no futuro como o método convencional de execução (com tijolos cerâmicos) tem, porque toda unidade habitacional funciona como estrutura (SILVA; SANTOS, 2013).

3.4 Relação entre o Sistema Gestão de Qualidade e o método de construção das paredes de concreto armado moldadas in loco com formas de alumínio

Com as características e descrição desse método construtivo e a partir dos conceitos de SGQ, onde o produto ou serviço prestado não é limitado e nem se restringe a um único setor, mas envolve todos os contextos do gerenciamento, ou seja, faz parte da responsabilidade de todos os envolvidos. Esse método se mostra um exemplo de Construção Enxuta, que por sua vez tem como os objetivos principais e de forma bem resumida, a produtividade e a redução de desperdícios, tanto de tempo, como financeiro e de resíduos provenientes da construção.

Dessa maneira e com o breve conceito de Qualidade que o INMETRO propõe, “um produto, processo, serviço ou ainda um profissional a requisitos mínimos estabelecidos em normas ou regulamentos técnicos, ao menor custo possível para a sociedade”, observa-se o quanto este método construtivo está atrelado e é um bom exemplo de Qualidade, porque sua essência no processo construtivo é exatamente o que a Qualidade tem como objetivo, que é a excelência em seus serviços, de maneira que atenda altas demandas sem prejudicar o tempo de execução e principalmente a qualidade do produto final.

Claro que esse método construtivo só vai ser interessante e viável, do ponto de vista econômico, em uma grande quantidade, devido seu alto custo de obtenção. E para que ele cumpra com os objetivos da SGQ é necessário motivação e envolvimento de todos colaboradores, fazendo que cada um se sinta responsável e saiba sua importância para obter essa qualidade e não somente um mero executor de tarefas. Para que isso ocorra, é necessário acima de tudo um planejamento e controle adequado, em que todo o processo, todos os serviços, materiais, pessoas, possíveis atrasos e etc, sejam descritos e caracterizados, sanando as falhas e elencando suas possíveis soluções.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral e a partir de conceitos como o da Construção Enxuta, como Gestão de Qualidade, Qualidade Total e das bibliografias analisadas, pode-se concluir que o método construtivo de paredes de concreto moldadas in loco com fôrmas de alumínio é um método que exige um planejamento e uma gestão adequada, junto com uma mão de obra qualificada para trabalhar nesse tipo de obra. Esse método se encaixa perfeitamente na filosofia da Construção Enxuta, porque se trata de uma execução que visa não somente produtividade, mas também na redução de desperdício tanto financeiro como o de material e equipamento utilizado, ou seja, trata-se de um planejamento inteligente e eficiente.

Uma vantagem interessante no método construtivo apresentado é que ele economiza muito tempo por se tratar de um método industrial, pelo fato de reutilizar as fôrmas de alumínio usadas em uma unidade habitacional, isso quando os projetos se repetem de uma unidade habitacional para outra, como acontece nas obras do governo de “Minha casa minha vida”. De acordo com os estudos de Gonçalves (2016), ele comparou a construção de unidades habitacionais de paredes de concreto moldado in loco com fôrmas de alumínio e paredes com alvenaria de vedação em blocos cerâmicos, onde constatou que por causa da diferença dos serviços utilizados em cada um desses métodos, o tempo de execução de uma unidade habitacional de pequeno porte feita com concreto e fôrmas de alumínio caiu pela metade, comparado com as unidades que foram feitas com alvenaria.

Mesmo com tantas inovações disponíveis atualmente, ainda há muita resistência da indústria da Construção Civil brasileira ou até mesmo desconhecimento dos programas de Gestão de Qualidade. Um fator que contribui para isso é a mão de obra com baixo nível de escolaridade e informação, Baldini (2015) reforça que por conta disso, os colaboradores aceitam quaisquer condições de trabalho e que relações contratuais, geralmente de caráter provisório, os baixos salários, as condições inadequadas de trabalho e a falta de uma boa relação com os superiores, são impedimentos

para a formação de uma equipe de trabalho comprometida com metas de qualidade.

Outra dificuldade da implantação do sistema de Qualidade na Construção Civil é a heterogeneidade do setor. Cada obra, cada construção se diferencia uma das outras, cada uma apresenta uma singularidade que serve de resistência e vai contra o conceito de produção contínua e industrializada onde é bem mais simples a atuação de uma gestão adequada, conseqüentemente, qualidade e controle durante todo o processo. Com a falta de um planejamento e uma gestão de qualidade dentro das construtoras, sendo elas de pequeno ou de grande porte, podemos observar uma grande deficiência na produtividade, o tempo de execução e na diminuição de resíduos provenientes das obras. Isso tudo resulta em “produtos” mais caros (obras superfaturadas, por exemplo) e/ou de um produto de pouca qualidade, devido a necessidade de manutenções constantes (retrabalho).

Como foi mencionado, há também a falta de informação suficiente para o gerenciamento adequado que a Qualidade Total exige e a negligência e comprometimento por parte de algumas construtoras por essa busca pela qualidade. A cultura de centralização e autoritarismo do setor da Construção Civil é a causa da falta de informações que ocorre em todos os níveis hierárquicos. Outras dificuldades encontradas estão a indefinição de objetivos e metas em longo prazo e a descontinuidade das ações de melhoria da qualidade (BALDINI, 2015).

Logo, Qualidade na Construção Civil através de planejamentos e administração bem feita nos traz diversas vantagens como organização, segurança tanto dos trabalhadores em obra como a de produto com qualidade ideal para consumo, produtividade, menor desperdícios de maneira geral, menores preços de venda, menores gastos com manutenção, gerando maior lucro. Mas isso só é possível quando há motivação dos envolvidos, desde o servente até o presidente da organização, como Baldini (2015) frisa : “Portanto, um grande potencial de aumentar sua eficiência produtiva, uma vez que as obriga a definir formalmente autoridades e responsabilidades, a formalizar seu

processo de produção e seus processos administrativos e a controlá-los formalmente”.

Portanto, fica evidente que esse método construtivo é um dos exemplos que existem para a inserção da Qualidade na Construção Civil. Porque além da redução do tempo, dos serviços, há também uma drástica redução de RCC's, tudo isso só é possível com um planejamento e gestão adequada e bem pensada, o que nos aproxima ainda mais dos princípios da Construção Enxuta e dos objetivos da Gestão de Qualidade, que é a redução de desperdícios, de custos, de prazos e melhoria da qualidade no produto final e que agrada o cliente. Conseqüentemente, isso traz para a empresa uma importante característica perante o mercado, aonde ela irá se destacar, e para a sociedade, já que as diretrizes da produção mais limpa também são alcançadas, diminuindo ainda mais os impactos no meio ambiente. Afinal, a Construção Civil necessita muito mais da sua fonte de matéria prima (meio ambiente) do que o contrário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **Fôrmas de alumínio para moldagem de paredes estruturais no local.** *Revista Técnica*, São Paulo, 18 jul. 2010. Edição 160, p. 84-87.

AILDEFONSO, E. C. **Gestão da qualidade.** Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo. CEFETES. 2006. Disponível em: <<ftp://ftp.cefetes.br/cursos/CodigosLinguagens/EAildefonso/HIST%D3RIA%20D A%20QUALIDADE.pdf>>. Acesso em: 28 Julho 2017.

ALARCÓN, L. (Ed.). **Herramientas para identificar a reduzir perdas em projetos de construcción.** *Revista de Ingeniería de Construcción*, n. 15, p. 37-45, enero/julio. 1997.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica - USP. São Paulo, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575:2013 – **Norma de Desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS- ABNT. **Sistemas de gestão da qualidade – fundamentos e vocabulário: NBR ISO 9000.** Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<https://qualidadeuniso.files.wordpress.com/2012/09/nbr-iso-9000-2005.pdf>>. Acesso em: 06 Julho 2017.

BALDINI, Renato R. **A Importância da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade na construção civil.** *Revista Especialize on-line IPOG – Goiânia*. Edição nº 10 Vol. 01/2015 Dezembro/2015. ISSN 2179-5568 . Disponível em: <<file:///C:/Users/Vitor%20Trov%C3%A3o/Downloads/renato-rossi-baldini-311193.pdf>> Acesso em: 15 de Dezembro de 2017.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding production: an essential step in production control.** *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 124, n 1, p. 11-17, 1998.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2010/lei/l12305.htm>. Acessado em: 05 Julho 2017.

CHIU, S. et. al. **Applications of a corporate synergy system to promote cleaner production in small and medium enterprises.** *Journal of Cleaner Production*, Great Britain, v. 7, p. 351-358, 1999.

Comunidade construção. **Parede de concreto - Materiais.** Disponível em: <<http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/materiais/qualidade/26/materiais.html>> Acesso em: 30 de Outubro de 2017.

CORRÊA, Lázaro R. **Sustentabilidade na Construção Civil**. Escola de Engenharia Civil- CECC. UFMG. 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/Vitor%20Trov%C3%A3o/Downloads/SustentabilidadenaConstrucaoCivil%20(1).pdf> Acesso em: 17 de julho de 2017.

FARIA, RENATO. **Fôrmas metálicas convencionais, painéis em alumínio e em aço são opções oferecidas para execução de paredes de concreto**. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/143/artigo286570-3.aspx> . Edição 143 – Fevereiro/2009. Acesso em: 24 de Julho de 2017.

FERNANDES, J. V. G et al. **Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 06, n. 03, jul/dez. Rio de Janeiro, 2001. p. 157-164.

FIGUEIREDO, V. F. **Produção mais limpa nas pequenas e micro empresas: elementos inibidores**. In: XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2004, Florianópolis. Anais do XXIV ENEGEP, 2004.

FILHO, J. C. G. S. et. al. **Aplicação da Produção mais Limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua**. Prod. vol.17 no.1 São Paulo Jan./Apr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000100008>. Acesso em: 06 Julho 2017.

FILHO, J. C. G; SICSÚ, A. B. **Produção Mais Limpa: uma ferramenta da Gestão Ambiental aplicada às empresas nacionais**. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção, 2003, Ouro Preto. Anais do XXIII ENEGEP, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR1005_0001.pdf>. Acesso em: 06 Julho de 2017.

FRAGA, Samira Vitalino. **A qualidade na construção civil: uma breve revisão bibliográfica do tema e a implementação da ISO 9001 em construtoras de Belo Horizonte**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

GONÇALVES, Luis Felipe. **Análise comparativa de custos e execução entre dois sistemas construtivos aplicados em programas sociais: parede de concreto armado moldado in loco com fôrmas de alumínio e alvenaria de vedação com blocos cerâmicos**. Universidade de Brasília, 2016.

HEGEDUS, Clovis. E. **Os gurus da Qualidade**. Página 20, Cap.3. Escola de Administração de Mauá. 2004. Disponível em : <<http://www.ifba.edu.br/professores/antonioclodoaldo/02%20HIST%C3%93RIA%20E%20PRINC%C3%8DPIOS%20GQT/Gurus01.pdf> > Acesso: 28 de Novembro de 2017.

HENRIQUES, L. P.; QUELHAS, O. L. G. **Produção Mais Limpa: Um exemplo para sustentabilidade nas organizações**. 2007. Disponível em:<http://www1.sp.senac.br/hotsites/sigas/docs/20071016_CAS_ProducaoMaisLimpa.pdf>. Acesso em 06 Julho 2017.

HOWELL, G. **What is Lean Construction. Proceedings...**In: 7th Conference of International Group of Lean Construction. Brekerley, CA, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INMETRO. **Avaliação da conformidade.** Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/qualidade/>>. Acessado em: 20 de Julho. 2017.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Technical Report, Filand, CIFE, 1992.

KUREK, Juliana; PANDOLFO, Luciana Marcondes; PANDOLFO, Adalberto; RINTZEL, Rodrigo; TAGLIARI, Leandro. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora.** Revista de Arquitetura da IMED, v. 2, n.1, 2013, p. 20-36, ISSN 2318-1109.

LEMOS, A. D. C. **A produção mais limpa como geradora de inovação e competitividade: o caso da fazenda Cerro do Tigre.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1998.

MEDEIROS, Giovana. **Junta Fria.** Massa Cinzenta – Itambé. 2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/junta-fria/>>. Acesso em: 06 de Novembro de 2017.

MISSURELI, Hugo & MASSUDA, Clovis. **Paredes de concreto.** Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/147/artigo285766-2.aspx>> . Acesso em: 30 de Outubro de 2017.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1997.

PERETTI L. C.; FARIA A. C.; SANTOS I. C. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo.** XXXVII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, 7 a 11 de setembro de 2013. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GOL681.pdf>. Acesso em: 02 de julho de 2017.

PORTAL BRASIL, **Minha cada minha vida vai contratar 500 mil unidades em 2016.** Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/10/minha-casa-minha-vida-vaicontratar-500-mil-unidades-em-2016>> . Acesso em: 24 de Out. de 2017.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **ISO 9000: caminho para a qualidade total ?.** Revista de Administração, São Paulo v.29, n.4, p.13-21, outubro/dezembro 1994. Disponível em: <www.rausp.usp.br/download.asp?file=2904013.pdf>. Acesso em: 06 julho de 2017.

SILVA, Fernando. **Fôrmas de alumínio para paredes estruturais de concreto armado moldadas no local**. Revista Técnica, São Paulo, 17 dez. 2009. Edição 153, p. 53-57.

SILVA, D.V.R; SANTOS, P.J.S; BARROS, P.G.S. **Execução de paredes de concreto armado moldadas in loco com formas de alumínio: estudo de caso de conjunto residencial popular edificado no município de rio largo, alagoas**. Anais do 55º Congresso Brasileiro de Concreto CBC2013. IBRACON. Outubro,2013.

SOUZA, Roberto; et al. **Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras**. São Paulo: Pini. 291 p.

UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME INDUSTRY AND ENVIRONMENT. **Voluntary Initiative for Responsible Entrepreneurship: a question and answer guide**. Industry and Environment, v. 21, n. 1-2, p.4-9. jan./jun. 1998.

VALLS, Valéria Martin. **O enfoque por processos da NBR ISO 9001 e sua aplicação nos serviços de informação**. Ci. Inf., Brasília, v. 33, n. 2, p. 172-178, maio/ago. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ci/v33n2/a18v33n2.pdf>>. Acesso em: 06 de julho. 2017.

VENTURINI, JAMILA. **Casas com paredes de concreto**. Revista Equipe de Obra, São Paulo, v. VII, n. 37, julho. 2011. Disponível em : <<http://www.equipedeeobra.com.br/construcao-reforma/37/artigo220698-2.asp>> . Acesso em: 30 de Outubro de 2017.

WENDLER, Arnoldo. **Sistema Construtivo em PAREDE DE CONCRETO: Um sistema com bom desempenho: Mitos e verdades**. São Paulo: ABCP, 2009.