

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Jone Anderson Machado Tavares

**IMPLANTAÇÃO DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA PRODUÇÃO
DE EDIFÍCIOS: ESTUDO DE CASO**

**Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de pós-
graduação *lato-sensu* em Tecnologia
e Gestão na Produção de Edifícios**

**Orientadora: Prof.^a Dra. Mercia Maria
Bottura de Barros**

**São Paulo
2015**

Catálogo na publicação

Tavares, Jone Anderson Machado

Implantação de inovações tecnológicas na produção de edifícios: estudo de caso / J. A. M. Tavares -- São Paulo, 2015.

72 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

RESUMO

O estudo apresentado nesse trabalho foi estimulado pelo cenário da construção civil em que se observam empreendimentos atrasados e com enormes listas de revisão pós-obra, causados, mormente, pelas dificuldades de gestão da produção. Tais dificuldades decorrem, sobretudo, da adoção de atividades extremamente artesanais, muito focadas no saber fazer da mão de obra que, nem sempre, é devidamente formada para os trabalhos necessários. Tais dificuldades propiciam buscar mudanças no processo de gestão, em particular pelo emprego de inovação tecnológica. Para o autor, a construção civil favorece o cenário ideal à inovação, visto que, podem ser aplicadas principalmente para se fugir de gargalos de prazo e de qualidade de produção.

A proposta nesse trabalho é a implantação de uma inovação em uma empresa construtora, onde atua o autor, a partir de uma metodologia conhecida. Também visa à síntese de roteiro para futuras implantações de inovações tecnológicas na empresa, proporcionando um direcionamento na condução desse processo, motivando a criação de um departamento de desenvolvimento tecnológico na construtora estudada.

As implantações realizadas como estudo de caso ocorreram a partir de metodologia proposta pela literatura. Foram duas as inovações estudadas: a primeira focou o “kit hidráulico para banheiros” e a segunda, a melhoria do desempenho acústico das unidades do pavimento tipo. Pesquisou-se sobre a construtora escolhida, investigando sua cultura, seu método construtivo, situação atual tecnológica e abertura para novas tecnologias. Através disso, traçou-se uma diretriz de trabalho de estudo e pesquisa.

A conclusão traz o resultado dos dois estudos realizados. Sugere-se a continuidade no processo de implantação por meio do acompanhamento, treinamento, aprimoramento e divulgação da tecnologia. Finalmente, considera-se que os objetivos iniciais foram alcançados, com a implantação da metodologia, para atendimento às normas, competitividade e ganhos na produtividade.

SUMÁRIO

RESUMO.....	3
SUMÁRIO	3
LISTA DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	7
1. INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA	8
1.2 OBJETIVOS	8
1.3 MÉTODOS	8
1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	8
2. FUNDAMENTOS DA INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	9
2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS.....	9
2.1.1 Por que inovar	9
2.1.2 Como mensurar a inovação.....	11
2.2 A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	11
2.2.1 Benefícios e impactos da inovação	13
2.2.2 Tipos de inovações	14
2.3 ELEMENTOS INDUTORES DA INOVAÇÃO	16
2.3.1 Programas da Qualidade.....	16
2.3.2 Programa de produtividade	17
2.3.3 Programa de Sustentabilidade	18
2.3.4 Programa de desempenho	18
3. IMPLEMENTAÇÃO DAS INOVAÇÕES	21
3.1 MODELO DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	21
3.2 GESTÃO DAS INOVAÇÕES.....	22
3.2.1 Acompanhamento dos resultados obtidos	22
3.2.2 <i>Follow-up</i> das implementações	23
3.2.3 Planejamento, estratégia e metodologias	24
3.2.4 Treinamento dos envolvidos.....	25
3.2.5 Considerações sobre a revisão da literatura	26
4. CONSTRUTORA ESTUDADA	27

4.1	APRESENTAÇÃO DA CONSTRUTORA.....	27
4.2	DEPARTAMENTAÇÃO	28
4.2.1	Presidência / Diretores (filhos)	28
4.2.2	Departamento comercial / incorporação.....	29
4.2.3	Gerência administrativa	29
4.2.4	Recursos humanos	29
4.2.5	SAC: Serviço de atendimento ao cliente	30
4.2.6	Coordenação de projetos	31
4.2.6.1	Projetistas	31
4.2.7	Diretor técnico.....	32
4.2.8	Gerente de Planejamentos	32
4.2.9	Engenheiros de campo.....	33
4.2.9.1	Engenheiro A	33
4.2.9.2	Engenheiro B	33
4.2.9.3	Engenheiro C	34
4.2.10	Suprimentos.....	34
4.2.11	Operacional	35
4.3	SITUAÇÃO TECNOLÓGICA DA CONSTRUTORA.....	35
5.	ESTUDO DE CASO.....	36
5.1	KIT HIDRÁULICO PARA BANHEIRO.....	36
5.1.1	Requisitos e critério de desempenho	36
5.1.2	Proposta da nova tecnologia: kits hidráulicos para banheiros	40
5.1.3	Conclusões e resultado do estudo de caso.....	41
5.2	DESEMPENHO ACÚSTICO DA EDIFICAÇÃO	43
5.2.1	Caracterização dos requisitos e critério de desempenho	43
5.2.1.1	Desempenho acústico de sistema de piso: Ruído de impacto	44
5.2.2	Caracterização do estudo do piso entre pavimentos	46
5.2.3	Proposta da nova tecnologia	47
5.2.3.1	Ensaio de campo do isolamento de ruído aéreo em pisos.....	48
5.2.3.2	Ensaio de campo do isolamento de ruído de impacto em pisos.	51
5.2.4	Característica da construtora e contratação de consultor	54
5.2.5	Conclusões e resultado do estudo de desempenho acústico	56
5.3	CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE TECNOLOGIAS	57
5.3.1	Manta Antirruído Sistema Acústico de 5mm (Viapol).....	57
5.3.2	Mantas Acústicas Sound Soft de 5 mm (Aubicon)	59

5.3.3 Manta em Polietileno Standard de 10mm (Neotérmica)	61
5.3.4 Manta EcoSilenzio de 4 mm (AcusticPiso)	63
5.3.5 Isolante Acústico Joongblock de 5,00 mm (Joongbo)	65
5.3.6 Quadro resumo das características.....	67
5.3.7 O emprego de tela soldada no contrapiso acústico	68
5.3.8 Resultados do emprego do sistema acústico em construtoras	68
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
7. REFERÊNCIAS	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do conceito da qualidade ampliada (PICCHI apud BARROS, 1996)	16
Figura 2: Produtividade da mão de obra (SOUZA Apud PALIARI, 2008).....	17
Figura 3: Adaptação da Ilustração das fases e etapas da metodologia para o desenvolvimento de MPSCConst (BRITTEZ, 2014).	21
Figura 4: O treinamento como um processo contínuo (CHIAVENATO apud HOLANDA 2003).....	26
Figura 5: Organograma da construtora estudada.....	28
Figura 6: ilustração de como é realizada a abertura dos ramais e posterior instalação da tubulação (fonte autor, 2015)	37
Figura 7: ilustração da tubulação e registros instalados (fonte autor, 2015)	38
Figura 8: ilustração da tubulação instalada e parede revestida (fonte autor, 2015) ..	39
Figura 9: Figura ilustrativa de kit hidráulico. O modelo estudado é com tubulação de cobre (Fonte autor, 2014).....	40
Figura 10: Equipamento padronizado para ensaios de ruídos de impacto em pisos	45
Figura 11: A foto à esquerda ilustra a aplicação de camada adesiva. A foto à direita ilustra a talisca, como referência de nível	47
Figura 12: A foto à esquerda ilustra a compactação do contrapiso com um peso de madeira. A foto à direita ilustra o sarrafeamento do contrapiso com uso de uma régua de alumínio.....	47
Figura 13: Sistema de piso (Laje de 12 cm e contrapiso de 4,0 cm)	49
Figura 14: Planta pavimento tipo.....	49
Figura 15: Sistema de piso (Laje de 12 cm e contrapiso de 4,0 cm)	52
Figura 16: Planta pavimento tipo.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado da pesquisa realizada com a pergunta: “Até que ponto a sua organização obtém os seguintes resultados da inovação (nota: de 1 a 5)?” [ABBOTT, 2010]	13
Tabela 2: Diferenças expressivas entre melhoria e inovação (DAVENPORT apud BARROS, 1996)	15
Tabela 3: Custo do modelo atual de ramal hidráulico para banheiro 01	41
Tabela 4: Custo do novo modelo proposto de ramal hidráulico para banheiro 01.....	42
Tabela 5: Intensidades sonoras características em dB(A) CBIC (2013)	43
Tabela 6: Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado, L'nT,w, ABNT NBR 15.575-3/2013	44
Tabela 7: Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, DnT,w ABNT NBR 15.575-3/2013	46
Tabela 8: Resultados do ensaio de campo do isolamento de ruído aéreo em piso ..	50
Tabela 9: Resultados do ensaio de campo do isolamento de ruído de impacto em piso.....	53
Tabela 10: Matriz das simulações acústicas	55
Tabela 11: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Viapol)	58
Tabela 12: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Aubicon)	60
Tabela 13: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Neotérmica)	62
Tabela 14: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (AcusticPiso)	64
Tabela 15: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Joongbo)	66
Tabela 16: Matriz com as principais características e desempenho de cada manta pesquisada	67
Tabela 17: Matriz do sistema acústico usado em construtoras	68

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

A motivação para a realização deste trabalho originou-se da realidade das construções realizadas no Brasil nos últimos anos, em que se busca rapidez nos processos construtivos sem que haja investimentos no desenvolvimento tecnológico da empresa e na formação de sua mão de obra.

Sendo o autor um profissional atuante na área de suprimento e orçamento de uma empresa construtora de edifícios com quase seis décadas de atividade, buscou-se a realização da pesquisa visando à implantação de tecnologias construtivas que possibilitem principalmente redução de custo e aumento na produtividade.

1.2 OBJETIVOS

Desenvolver os estudos iniciais para implantação de inovações tecnológicas em uma empresa construtora, a partir de metodologias conhecidas aplicadas a dois estudos de caso.

1.3 MÉTODOS

Através de leitura de material técnico referente a processos de implantação de novas tecnologias em empresas construtoras, com vistas a se identificar casos de sucesso no mercado, como também, ferramentas de implantação das inovações tecnológicas, que pudessem ser implementadas na construtora escolhida para este trabalho junto à qual se propuseram realizar dois estudos acerca da implantação de novas tecnologias: uso de kit hidráulico em banheiros e melhoria do desempenho acústico de impacto em pisos.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em seis capítulos que contemplam introdução, desenvolvimento, estudo de caso e considerações finais. Por fim são apresentadas as referências. O primeiro é de caráter introdutório e está dividido em quatro partes. Já o Desenvolvimento é separado em dois capítulos, seguidos por mais dois do estudo de caso. As considerações finais apresentam a análise crítica e a conclusão do trabalho. Finalmente, são indicadas as referências utilizadas para o desenvolvimento desta pesquisa.

2. FUNDAMENTOS DA INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

2.1 CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Inovação é um ato ou efeito de inovar por meio de introdução de qualquer novidade na gestão ou no modo de fazer algo (Dicionário Porto Editora, 2015).

Para Abbott (2010) a inovação é um processo complexo e multidimensional que tem contribuição para o crescimento econômico, para competitividade e qualidade de vida. Inovação é a criação de novos conhecimentos para aprimorar os produtos, processos e serviços. “Inovação é a exploração com sucesso de novas ideias e é o processo chave do negócio para competir no ambiente global cada vez mais competitivo”.

“Criar inovações tecnológicas na construção de edifícios pode, para muitos, parecer bastante simples. Basta ter uma ideia original, materializá-la no papel (no que se denomina projeto) e aplicá-la na construção de edifícios. E pronto, mais uma solução "sensacional" para antigos problemas estará disponível. Evidentemente, para quem se dispuser a assumir os riscos”. (SABBATINI, 1989).

2.1.1 Por que inovar

O *start* para a inovação pode ter inúmeras portas de entrada: pela exigência cada vez maior do cliente, pela necessidade de redução de preço de custo (produção), para acompanhar o mercado e ser competitivo na disputa, pela busca de melhoria da qualidade ou ainda para se adequar a determinada norma ou pela busca de sustentabilidade. Estas variáveis são, usualmente, o ponto de partida para se modificar um processo e/ou produto. Ou seja, inovação vem de uma necessidade.

Moura (2013), com uma visão de consumo sustentável, alerta sobre o consumo desordenado de material: “A cadeia da construção civil é uma das maiores

consumidoras de matérias primas naturais. Estima-se que a construção civil utilize em torno de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade”.

Para o Manual de Oslo (2004), *“o desenvolvimento tecnológico e a inovação são cruciais para o crescimento da produtividade e do emprego. A necessidade de obter um melhor entendimento dos mecanismos que propiciam ou prejudicam o processo de inovação levou a importantes avanços durante a década de 1980, tanto no nível teórico, quanto no empírico. Foi neste trabalho que se basearam, em geral, as políticas de inovação da maioria dos países da OCDE - Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico”*.

Moreira; Queiroz (2007)¹ apud Stoeckicht (2012) afirmam que o setor da construção civil, no que se refere à inovação, é marcado por diferenças importantes. Nesse mercado convivem empresas que utilizam muitas técnicas construtivas muito ultrapassadas e as que estão preocupadas na busca por melhorias e inovação dos processos e produtos, atendendo o mercado consumidor com preços competitivos e qualidade.

A partir de uma visão de estratégia de construtoras e indústrias de materiais e componentes, Martins (2004) identificou as principais tendências desses segmentos no que se refere à inovação, destacando:

- a construtora usualmente não desenvolve algo novo, mas busca no mercado uma tecnologia ou sistema novo e o insere no seu sistema de produção;
- caso surja a necessidade de se atender algum requisito a construtora desenvolve uma tecnologia dentro de seu sistema para atendê-lo;
- parcerias são formadas com o interesse de estudar tecnologias; e
- a indústria induz a construtora a uma necessidade convencendo-a de sua aplicação e depois oferta esta à construtora.

“Aceita-se atualmente que o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias são essenciais para o crescimento da produção e aumento da produtividade” (MANUAL DO OSLO, p15).

¹ MOREIRA, D.; QUEIROZ, A. **Inovação Organizacional e Tecnológica**. 1º Edição. São Paulo, Editora Thompson, 2007.

2.1.2 Como mensurar a inovação

Abbott (2010) considera que as métricas sistêmicas de inovação são essenciais para situar o contexto em que as organizações estão inseridas e suas expectativas de competitividade e capacidade de inovar. Esse autor ressalta, ainda, que as métricas, além de medir as entradas e saídas de inovação, os processos e as variáveis contextuais, devem ser investigadas e também seus impactos, buscando a plenitude dos benefícios da inovação.

O Manual de Oslo (2004) considera que os indicadores podem ser fornecidos periodicamente, organizados em escala ordinal, com seus pesos de grau de importância.

2.2 A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Esta é uma área que está sendo explorada; porém, ainda há muito para se estudar. A construção civil favorece o cenário de inovação, embora haja resistência de cultura e falta credibilidade na sua eficiência; a inovação tecnológica poderá proporcionar redução de tempo nos processos construtivos. Estas lacunas poderão ser exploradas com a implantação de novas soluções construtivas. A construção civil está atualmente em ritmo acelerado e as implementações de novas tecnologias tendem a colaborar para seu crescimento, de modo econômico e sustentável.

YAZIGI (2013) apud COSTA et al.(2013) defende utilizar tecnologias construtivas racionalizadas visando à redução de custo e tempo, sem perder a qualidade ou aumentando-a. Recomenda também que as melhorias sejam primícias de projeto concebidas na produção do projeto, de modo racional.

Barros (1996) destaca que embora o assunto pareça ser novo no setor, já é motivo de estudos há mais de cinco décadas. Essa autora registra que o Segundo Congresso do CIB, datado de 1962, Amsterdam, destaca que:

“As construções de edifícios têm passado por um período de mudanças mais rápidas do que vinha ocorrendo em tempos anteriores. Novos materiais, novos sistemas estruturais e novos métodos de construção têm surgido a partir do avanço em ciência e tecnologia. Sua adoção tem sido, e está sendo, estimulada por pressões econômicas na indústria, para incrementar sua produtividade e ter a mesma velocidade de avanço dos outros setores industriais. O crescimento gradual, que todas as nações almejam, no padrão de vida e os novos requisitos de desempenho exigidos pelos usuários estão incrementando e alterando a demanda na indústria da Construção”. (CIB, 1962)

Ghio; Bascuñan (1995)² apud Barros (1996) destacam alguns elementos que devem estar presentes para construir um ambiente favorável para implementação de inovações tecnológicas no setor da construção civil:

- estabilidade de mercado, favorecendo o crescimento industrial;
- busca por menores prazos e menor custo;
- demanda por qualidade, buscando incorporar novas tecnologias e aprimorar os métodos construtivos; e
- demanda por redução do impacto ao meio ambiente, exigido pela legislação.

² GHIO, Virgílio, A.; BASCUÑÁN, Roberto. Nuevas oportunidades para la innovación tecnológica en la industria de la construcción en Chile. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE LA INDÚSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, 6., Santiago, 1995. **Innovación e transferencia tecnológica en la construcción: principios, aplicaciones y casos: anais.** Santiago, Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción/Pontificia Universidad Católica de Chile, 1995.

2.2.1 Benefícios e impactos da inovação

Abbott (2010) afirma que os benefícios mais importantes da inovação são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Resultado da pesquisa realizada com a pergunta: “Até que ponto a sua organização obtém os seguintes resultados da inovação (nota: de 1 a 5)?” (ABBOTT, 2010)

Benefícios e impactos da inovação	Nota
Melhor imagem da empresa	4.7
Melhor serviço	4.4
Melhoria da satisfação do cliente	4.4
Melhoria da qualidade do produto	4.4
Melhoria de processos	4.3
Aumento da capacidade técnica	4.3
Aumento da eficácia organizacional	4.2
Novos serviços	4.1
Novos produtos	4.1
Novos processos	4.1
Penetração no mercado e crescimento	4.0
O crescimento da receita devido ao novo produto / serviço	3.8
Rentabilidade de curto e longo prazo	3.6
Melhoria da estrutura organizacional	3.6
Melhoria de recursos humanos	3.5
Propriedade intelectual (Patentes, marcas, projetos)	3.5

2.2.2 Tipos de inovações

Tatum apud Barros (1996) propõe três tipos de inovações, segundo o seu impacto sobre o sistema econômico:

1. As decorrentes de sistema complexo, envolvendo diversos elementos que têm efeitos amplos a ponto de afetar a economia;
2. As decorrentes de uma alteração radical que muda as características da indústria, como os computadores. Elas são eventos descontínuos, resultados de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento;
3. As do cotidiano (corriqueiras) que ocorrem no interior da empresa, fruto do progresso tecnológico de aperfeiçoamento contínuo, pesquisas, trabalho da engenharia da empresa e sugestões dos usuários.

Almeida apud Barros (1996) cita o cenário favorável para a ocorrência dos três tipos de inovações. Para ele o primeiro precisa de investimentos significativos com planejamentos assegurando a disponibilidade da tecnologia própria no momento próprio; o segundo tipo são casos raros e imprevisíveis através de inventores ou de empresas especializadas fora da indústria que receberá a mudança; o terceiro trata da busca da melhoria do produto, redução de custo, controle de qualidade e o aumento do leque da linha dos produtos.

Davenport apud Barros (1996) destaca, através da tabela 2, as importantes diferenças entre melhoria e inovação.

Tabela 2: Diferenças expressivas entre melhoria e inovação (DAVENPORT apud BARROS, 1996)

	MELHORIA	INOVAÇÃO
Nível de mudança	Incremental	Radical
Ponto de partida	Processo existente	Novo processo
Frequência de mudança	Uma vez ou contínua	Uma vez
Tempo necessário	Curto	Longo
Participação	De baixo para cima	De cima para baixo
Escopo típico	Estreito, interno às funções	Extenso, através das funções
Risco	Moderado	Elevado
Agente ativador primário	Controle estatístico	Tecnologia da informação
Tipo de mudança	Cultura	Cultural e estrutural

Uma inovação tecnológica se considera implantada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou empregada em um processo produtivo (inovação de processo). A inovação tecnológica compreende uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizativas, financeiras e comerciais (MANUAL DE OSLO apud UNIEMP, 2006).

2.3 ELEMENTOS INDUTORES DA INOVAÇÃO

2.3.1 Programas da Qualidade

A qualidade consiste nas características do produto que atendem às necessidades dos clientes proporcionando satisfação em relação ao produto (JURAN apud BARROS 1996).

O conceito de qualidade tem evoluído rapidamente e vem sendo cada vez mais ampliado, incorporando novos elementos e mantendo os anteriores. A figura 1 ilustra o conceito da qualidade ampliada (PICCHI apud BARROS, 1996).

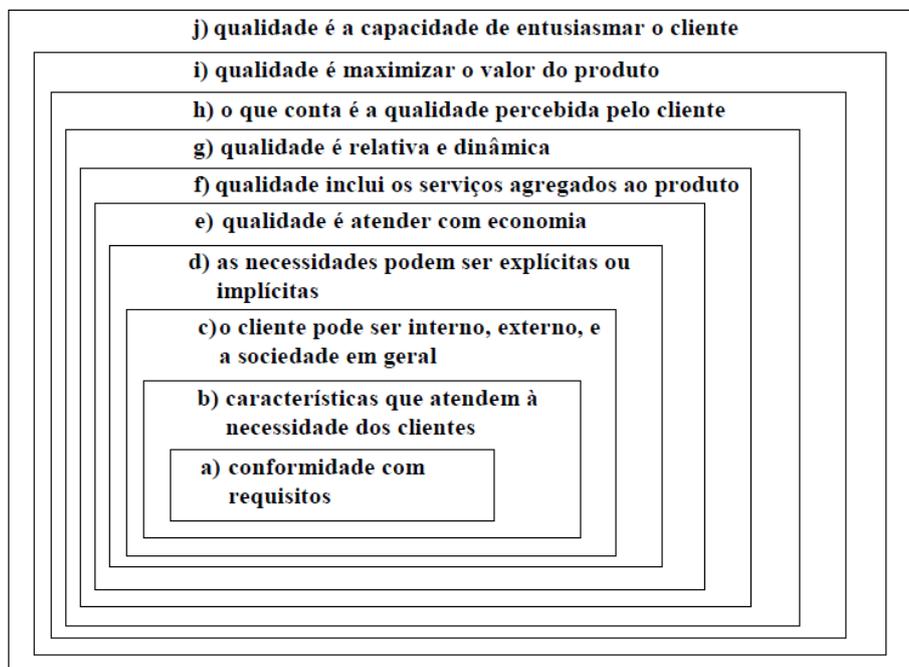


Figura 1: Representação do conceito da qualidade ampliada (PICCHI apud BARROS, 1996)

A qualidade tem em sua estratégia de gestão a melhoria contínua, com o comportamento da empresa toda e envolvendo diretores, gerentes, operários, etc.

Moreira apud Stoeckicht (2012) valoriza o trabalho feito por programas de qualidade afirmando haver melhoria de desempenho na construção civil com a inserção das novas tecnologias implantadas no canteiro a partir da implantação de sistemas de gestão da qualidade.

2.3.2 Programa de produtividade

Paliari (2008) define produtividade como sendo a combinação entre a efetividade (alcance dos resultados) e a eficiência (recursos utilizados) para um determinado sistema produtivo. A produtividade resume-se na relação entre as entradas de um processo (material, mão de obra e outros) e a saída do mesmo (Ex.: m² de alvenaria, m³ de concreto e metros tubulações).

Quando se refere à mão de obra, a produtividade resulta na eficiência da transformação do esforço humano em serviço. A figura 2 representa esse conceito.

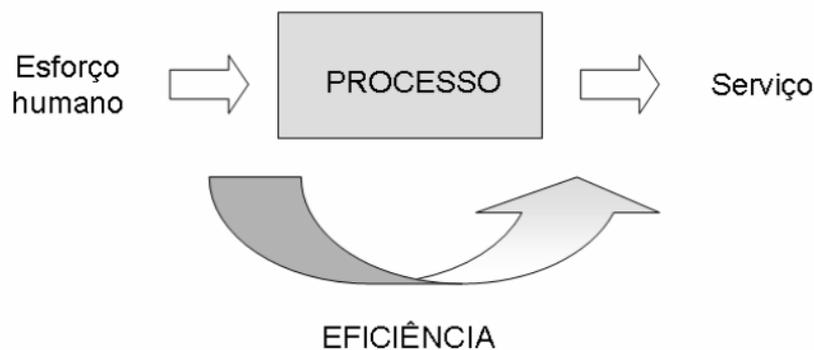


Figura 2: Produtividade da mão de obra (SOUZA Apud PALIARI, 2008)

A produtividade poderá ser medida ou mensurada pelo indicador denominado Razão Unitária de Produção (RUP), relacionando os homens-hora (Hh) despendidos (entrada dos processos) às quantidades de produtos obtidos (serviços). No cálculo da RUP considera-se a quantidade apurada dos serviços executados e o tempo despendido na execução dos serviços (PALIARI, 2008).

Para o Manual de Oslo (2004) o lucro é o motivador para o inovador, resultando uma vantagem sobre seus concorrentes.

Para fomentar a produtividade, as atividades de desenvolvimento dos modos de construir são importantes para se buscar otimizar os recursos, elevando o nível de produção (SABBATINI, 1989).

“A produtividade está intrinsecamente relacionada ao lucro, uma vez que empresas com melhores índices de produtividades terão menores custos de produção, podendo assim, oferecer produtos a preços mais competitivos ou trabalhar com maior margem de lucro” Souza (1999)³ apud Paliari 2008.

2.3.3 Programa de Sustentabilidade

O termo sustentabilidade aparece fortemente em 1987, em uma reunião da ONU (Organização das Nações Unidas), registrada no Relatório de Brundtland. A partir daí, as preocupações com a manutenção do globo sobre os efeitos do uso inadequado dos recursos naturais passam a ser motivação mundial. O termo tem como pivô central a ideia de que para o desenvolvimento sustentável, deve-se atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas (MOURA, 2013).

Moura (2013) afirma que a inovação é a chave de sucesso para o aperfeiçoamento contínuo, para a manutenção do sistema de construção sustentável.

Stoeckicht (2012), por sua vez, cita o desenvolvimento de materiais alternativos em conformidade com os critérios de sustentabilidade ambiental como uma das soluções inovadoras para enfrentar os desafios impostos pelo contexto atual da sociedade.

2.3.4 Programa de desempenho

Sabbatini (1989) define o conceito de desempenho como: “Comportamento de um produto em utilização”. O desempenho de um produto pode ser entendido como o resultado do equilíbrio dinâmico que se estabelece entre o produto e o meio.

O Manual de Oslo (2004) apresenta como definição de desempenho o aprimoramento de um produto de forma expressiva, própria para empresa.

³ SOUZA, U. E. L. et al. Cartilha da produtividade da mão-de-obra na construção civil: fôrmas, armação, concretagem e alvenaria. São Paulo, EPUSP/SECOVI, 1999.

O conceito de desempenho estrutura-se em uma hierarquia, iniciando pela necessidade do usuário e de todos que possam vir a ser afetados pelo projeto, planejamento e execução do edifício. A partir daí, são definidas as exigências do usuário, ou seja, “conjunto de necessidades a serem satisfeitas pelo edifício, a fim de que este cumpra a sua função”. Estas estão relacionadas com a finalidade para qual o edifício é projetado e para cada tipo específico de edifício (SABBATINI, 1989).

Com base nas exigências do usuário, são definidos os requisitos de desempenho, expressando qualitativamente os atributos que o edifício deve possuir, a fim de que possa satisfazer às suas exigências. Busca-se em geral que um determinado requisito seja expresso em termos de quantidades mensuráveis, isto é, os critérios de desempenho (SABBATINI, 1989).

O Manual de Oslo (2004) afirma que “A distinção entre novidade tecnológica e outras melhorias, reside em grande parte, nas características de desempenho dos produtos e processos envolvidos”. A inovação tecnológica objetiva um aperfeiçoamento no desempenho de um produto ou no formato que este será entregue.

Avaliar o desempenho dos sistemas construtivos estabelece o caminho para a evolução do setor. Para isso, foi desenvolvida a atual norma de desempenho ABNT NBR 15.575, válida a partir de julho de 2013.

A norma de desempenho é estabelecida buscando atender às exigências dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos. Referem-se a sistemas que compõem edificações habitacionais, independentemente dos seus materiais constituintes e do sistema construtivo utilizado.

As normas gerais, visam de um lado incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico e, de outro, orientar a avaliação da eficiência técnica e econômica das inovações tecnológicas.

Por sua vez, a norma de desempenho expressa as exigências dos usuários em requisitos e critérios, e são consideradas como complementares às demais normas, sem substituí-las. A utilização simultânea delas visa atender às exigências do usuário com soluções tecnicamente adequadas (ABNT NBR 15.575/2013).

Portanto, qualquer inovação que se pretenda introduzir no sistema de produção da empresa deverá atender a exigências e requisitos de desempenho estabelecidos pela ABNT NBR 15575 (2013), sendo esta uma importante referência normativa.

3. IMPLEMENTAÇÃO DAS INOVAÇÕES

3.1 MODELO DE PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Para se implementar uma inovação tecnológica, pode-se estabelecer uma metodologia ou fluxograma definindo as atividades ou suas etapas. Este fluxograma tem sua importância principalmente por auxiliar a selecionar as etapas eliminatórias e classificatórias.

A metodologia utilizada é adaptada das fases e etapas da metodologia para o desenvolvimento de MPSCConst proposta por Britez (2014) apresentada na figura 03.

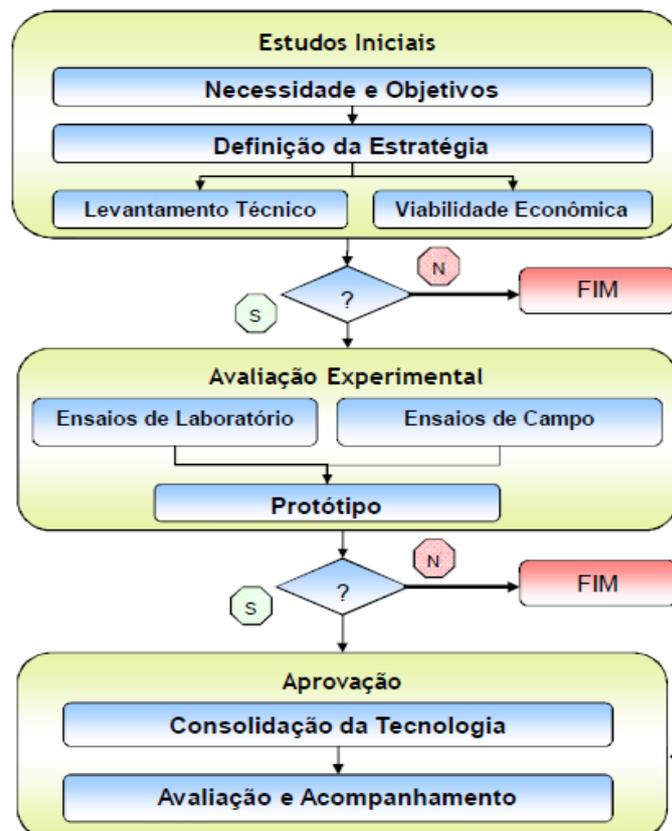


Figura 3: Adaptação da Ilustração das fases e etapas da metodologia para o desenvolvimento de MPSCConst (BRITTEZ, 2014).

3.2 GESTÃO DAS INOVAÇÕES

Dentro do ciclo de inovação está o gerenciamento da inovação, de forma que, a análise dos resultados apresentados até o momento permita avaliar seu desempenho. Zawislak apud Barros (1996) propõe que as inovações tecnológicas sejam gerenciadas com o propósito de:

- manter o bom funcionamento dos processos de inovação tecnológica já estabelecidos;
- levar empresas, cujos processos de inovação tecnológica parecem estar aquém de suas necessidades, a patamares superiores de organização; e
- adequar cada tipo de empresa e de processo produtivo a um tipo específico de organização da atividade produtiva.

A participação dos principais gestores atrelada a um sistema de gerenciamento das informações, com subsídios de segurança na tomada de decisões, são fatores imprescindíveis no sucesso do processo de inovação; (BARRA apud BARROS, 1996).

3.2.1 Acompanhamento dos resultados obtidos

“O processo da gestão da inovação possibilita a melhoria contínua a cada estágio, orienta para o estudo dos resultados da mudança, para tentar aprender como melhorar o produto ou o processo de amanhã, ou do próximo ano” (DEMING apud BARROS, 1996).

Para Barros (1996) os resultados positivos obtidos de uma implantação bem sucedida poderão incentivar os membros da empresa, fazendo-os participar nas próximas etapas de implantações. A autora ainda salienta que deverão ser minuciosamente analisados.

Os resultados obtidos poderão ser o divisor de águas, pois a partir deles define-se se o processo deve ser mantido ou não (BARROS, 1996). Estes resultados devem ser utilizados como retroalimentação em projetos, para que as informações sejam incorporadas nos próximos empreendimentos.

Quando os resultados obtidos não estiverem dentro do inicialmente esperado, a autora sugere que se faça um diagnóstico da situação, com o propósito de identificar os “gargalos”, para que estes sejam eliminados e a implantação siga livremente, sem gerar transtornos na estrutura organizacional da empresa (BARROS, 1996).

Para Stoeckicht (2012) o processo de inovação poderá resultar em até seis iniciativas distintas:

- Novo produto e/ou serviço;
- Novo processo organizacional;
- Novo modelo de gestão;
- Nova abordagem de marketing e comercialização;
- Novo modelo de negócio;
- Inovação de caráter estratégico, ou a melhoria deste.

3.2.2 Follow-up das implementações

A implantação de inovações tecnológicas é o primeiro passo para a mudança de uma empresa, mas não o último. Exige-se um controle, manutenção e acompanhamento periódicos, submetendo-as a teste para avaliar os resultados e, quando necessário, inovar a inovação.

Barros (1996) salienta que o acompanhamento das implantações piloto é de suma importância e poderá ser realizada pela equipe responsável pela implantação. Esta equipe será responsável pelo *follow-up* das etapas de implantação, observando e registando os resultados obtidos. À equipe responsável cabe observar os diversos objetos de controle, tais como:

- O processo de elaboração de projeto incorporou as recomendações contidas nos procedimentos?;
- Houve dificuldades na elaboração do projeto?;
- Os projetos foram elaborados em tempo de atender à produção?;
- A obra utilizou o projeto como fonte de informação para a realização da atividade?;

- Houve alteração na obra, com relação ao que foi projetado?;
- A gerência conduziu adequadamente a implantação: realizou os treinamentos, fez a aquisição dos materiais, preparou a aplicação?;
- Houve dificuldades de treinamento da mão-de-obra?;
- Houve resistência dos operários com relação à nova tecnologia?;
- A obra está realizando o controle de produção e aceitação? Se não estiver, deve-se identificar as razões;
- Existem deficiências nos procedimentos?

“Uma das dificuldades encontradas na análise da mudança tecnológica e do aumento da produtividade é que costuma ser extremamente difícil acompanhar os fluxos da inovação e da mudança tecnológica...” (Manual do Oslo, p46).

3.2.3 Planejamento, estratégia e metodologias

O planejamento é parte essencial para o processo de implantação de inovações. Barros (1996) defende que após definida a tecnologia a ser utilizada, deve-se elaborar um planejamento para sua utilização e aprimoramento. Essa autora afirma que fica sob a responsabilidade da equipe de implantação a efetivação da tecnologia no sistema de produção da empresa.

A definição de uma estratégia voltada à inovação é um fator determinante para que os resultados dos processos de inovação evoluam dentro da organização. A estratégia focada na inovação aborda o planejamento necessário para que a inovação se concretize, ou seja, que a ideia ou o produto se agregue ao sistema de produção e tenha um valor de mercado (STOECKICHT, 2012).

“A partir da estratégia estabelecida, cada empresa poderá montar o seu planejamento, o seu “plano de ataque”, adaptando as ações que deverão ser empreendidas, segundo a sua realidade e particularidades (características internas) e as condições externas que direcionam a tomada de decisões.” (BARROS, 1996).

3.2.4 Treinamento dos envolvidos

“Não há uma “fórmula” que possa ser seguida pelas empresas, de maneira a envolver todas as pessoas que participam do processo de produção”. Cada empresa poderá definir seu modelo de estratégia para capacitar e motivar suas equipes. Todavia, é imprescindível a participação dos envolvidos, principalmente a equipe de mão de obra operacional. Sem estes, dificilmente o processo de inovação evoluirá (BARROS, 1996).

Quando se refere ao treinamento dos envolvidos na implantação de novas tecnologias, nota-se que os investimentos destinados para formação e reciclagem dos profissionais, ainda são muito reduzidos. Não é suficiente ter o propósito de querer evoluir, deve-se investir em treinamentos e preparo dos profissionais. Este aprendizado deverá ser viabilizado por investimentos de novas tecnologias e na sua incorporação aos projetos (BARROS, 1996).

Treinamento é conceituado por HOLANDA (2003) como educação específica, dentro da escola, ou no trabalho para ajudar a pessoa a desempenhar bem as tarefas profissionais.

CHIAVENATO (1989) apud HOLANDA (2003) conceitua treinamento profissional como educação de curto prazo utilizando procedimentos sistemáticos e organizados, pelos quais se aprendem conhecimentos e habilidades técnicas para ajustamento ao trabalho na empresa. Aquele autor afirma também que o treinamento deve seguir uma ordem organizada de eventos, como um processo cujo ciclo se renova a cada participação dos envolvidos (figura 4).

“O treinamento é uma atividade de inovação quando for necessária para implantação de um produto ou processo tecnologicamente novo ou aprimorado” (Manual do Oslo, p69).

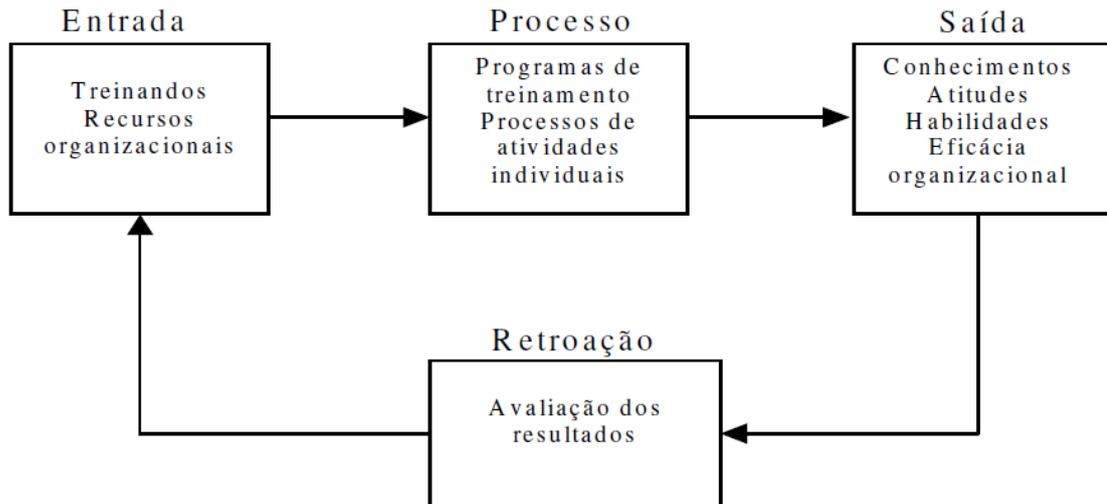


Figura 4: O treinamento como um processo contínuo (CHIAVENATO apud HOLANDA 2003)

3.2.5 Considerações sobre a revisão da literatura

A proposta desse trabalho é, por meio de metodologias conhecidas, desenvolver os estudos iniciais para a implantação de inovações tecnológicas no sistema de produção de uma empresa construtora. Para atingir esse objetivo, foram explorados os conceitos básicos, buscando-se compreender por que inovar. O assunto foi delimitado no campo de inovações tecnológicas na construção de edifícios, tendo-se pesquisado sobre quais benefícios e impactos elas trazem para o setor, assim como os modelos de inovações que podem ser empregados.

Na segunda parte desse capítulo abordaram-se os elementos motivadores da inovação, que são: qualidade, melhoria contínua; produtividade, combinação entre a efetividade e a eficiência; sustentabilidade, emprego de materiais alternativos e construção sustentável; desempenho, comportamento de um produto em utilização.

Concluindo, para iniciar a implantação das inovações, tomou-se como referência uma metodologia para as fases de estudos iniciais, proposta por Britez (2014) e apresentada na figura 03.

A implementação de uma inovação constitui somente o primeiro degrau. O processo de inovação deverá ser gerenciado em seu ciclo de resultados, com vistas a se planejar o processo de acompanhamento e aperfeiçoamento.

4. CONSTRUTORA ESTUDADA

4.1 APRESENTAÇÃO DA CONSTRUTORA

Este trabalho foi realizado a partir de um estudo de caso em uma construtora da cidade de São Paulo com tradição de quase 60 anos, construindo, majoritariamente, edifício residencial de alto padrão.

Foi fundada em 1955 e, desde então, seu fundador encontra-se em atividade e toma parte das decisões da empresa. A construtora construiu mais de 115 edifícios, sempre entregues no prazo e construídas com recursos próprios. Quando da realização deste trabalho, sete empreendimentos estavam em andamento.

Os produtos da construtora são caracterizados por possuírem:

- Fachada revestida com cerâmica e/ou pastilha;
- Varanda gourmet com bancada, cuba, grill e ponto de gás para *cooktop*;
- Previsão para instalação de condicionador de ar tipo *Split system*;
- Unidade autônoma de luz de emergência na copa-cozinha;
- Tubulação de cobre para água quente e fria;
- Paredes da garagem revestidas com placa cerâmica.

Tem como característica reter seus profissionais por longos períodos. Parte da equipe de produção é constituída por mão de obra própria, particularmente, as equipes de: hidráulica; elétrica; revestimentos de argamassa internos e externos.

É uma construtora sólida, com independência financeira e processos construtivos definidos, o que garante uma estabilidade aos seus funcionários.

Ela tem como missão atender com excelência absoluta a todos os clientes, atingindo e superando as expectativas de cada um deles. Seus valores são alcançar a: excelência, qualidade e integridade. O compromisso da empresa é conduzir os negócios de forma transparente e íntegra. Por fim, ela espera que seu cliente adquira um produto de qualidade ímpar, que a marca oferece.

A hierarquia da construtora está ilustrada na figura 5.

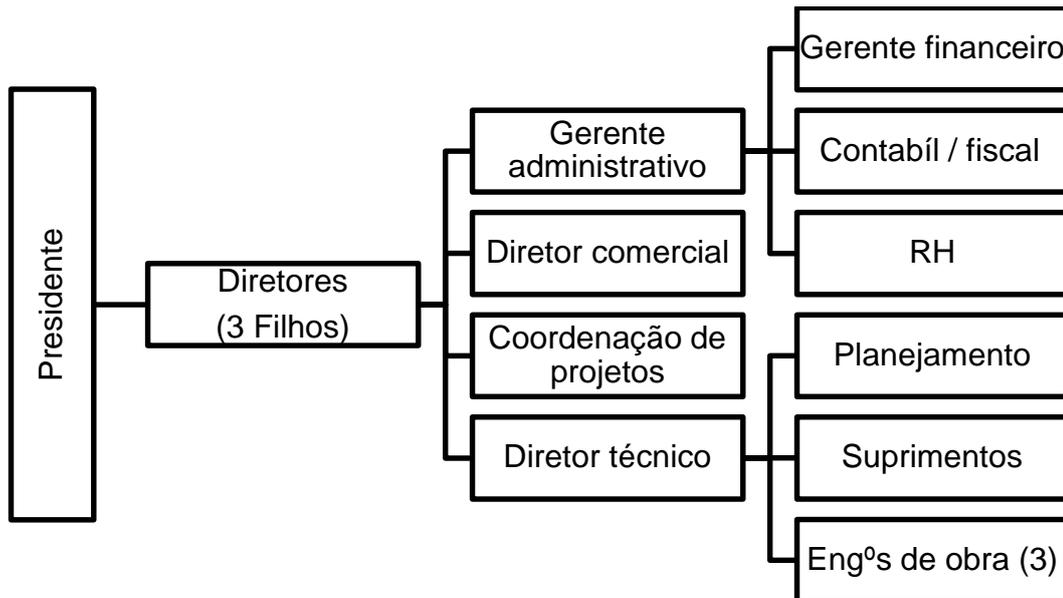


Figura 5: Organograma da construtora estudada

4.2 DEPARTAMENTAÇÃO

4.2.1 Presidência / Diretores (filhos)

O presidente da construtora com seus 86 anos é participativo, principalmente pela influência que exerce nas decisões e aprovações de compras de maiores valores. Ele faz visitas periódicas às obras e diariamente está no escritório. Algumas compras de materiais de peso significativo no orçamento estão sob “suas mãos”, como é o caso de esquadria de alumínio. Na escolha do terreno e da formação de areado do produto, sua participação e aprovação são fundamentais. Ele, com sua experiência na região, costuma dizer: “Pode comprar que aqui vende” ou ainda: “Aqui não venderá, desista do negócio”. Ele não quer crescer muito, pois como ele mesmo diz: “só se almoça uma vez”. Sua cultura contagia os que trabalham com ele de maneira que todos seguem seu modo de trabalho. Ele quer saber de tudo o que acontece; mas, naturalmente não é possível.

Seus três filhos estão voltados à área comercial, financeira, administrativa e jurídica. Não se envolvem, ou se envolvem muito pouco com os processos construtivos. Entretanto, quando se decide aprovar algo ou mudar algum produto/serviço, eles são consultados, ou ainda se colocam no papel de “advogados” destas causas, quando o presidente se opõe e está resistente.

4.2.2 Departamento comercial / incorporação

Todos os empreendimentos se iniciam pela incorporação de terrenos, para se formar uma área para um novo projeto. Como destacado, a escolha dos terrenos é feita com participação da presidência da empresa, que tem papel decisivo. Entretanto, o estudo preliminar de viabilidade técnico-financeira é feita pelo departamento comercial, também responsável pela publicidade e comercialização do produto.

Para a definição do produto não se exige trabalho e rigor, porque há pouca variação de um empreendimento para outro. O que se diferenciam são alguns acabamentos externos, como revestimento cerâmico, textura e outros. Todavia, o sistema construtivo não se altera, ou se altera muito pouco.

4.2.3 Gerência administrativa

Essa gerência é responsável pelos departamentos administrativos, financeiro, recursos humanos, jurídico, contábil e fiscal. Os processos administrativos são rotineiros, como contas a pagar e contas a receber.

4.2.4 Recursos humanos

Esse departamento tem sua atuação na seleção, contratação e demissão de pessoal; administração de pessoal; participação em processos trabalhistas e controle de documentação de funcionários e empreiteiros.

A contratação de pessoal, na maior parte das vezes, ocorre por indicação dos colaboradores do operacional, limitando-se a uma entrevista prévia no canteiro com o engenheiro e/ou encarregado. Depois disso, envia-se a aprovação ao departamento de recursos humanos. A seleção também pode se dar por esse departamento; porém, limita-se a alguns cargos específicos. Quando se recebe a carta de aprovação para contratação, este departamento busca a documentação necessária junto ao candidato, fazendo a administração dos processos.

O RH é participativo quando se tem necessidade de sua presença em processos trabalhistas, demandados por funcionários de empreiteiros ou da própria construtora.

A participação do RH nestes processos se faz no sentido de fornecer a documentação, contratos de trabalho e outras fichas.

É responsável também pela organização da documentação dos funcionários da construtora e acompanhamento dos mesmos na obra. A documentação, ficha de EPI, treinamento e cópia de contratos também são de responsabilidade do RH na obra e no escritório.

4.2.5 SAC: Serviço de atendimento ao cliente

Atualmente há nove empreendimentos em período de garantia, perfazendo um total de mais de 500 unidades.

O departamento de atendimento ao cliente é composto por uma pessoa no escritório para coletar as “entradas” de solicitações. Este canal de entrada exerce as seguintes funções:

- Ouve atenta e criticamente os clientes e transforma as informações coletadas em base para desenvolvimento de ações. São geradas ordens de serviço que são entregues ao engenheiro de manutenção;
- Envolve as diversas áreas internas da empresa nas questões trazidas pelos clientes, possibilitando o aperfeiçoamento dos produtos;
- Realiza acompanhamento dos “vícios” antes e após a entrega, analisando a reação dos clientes, identificando e prevenindo eventuais problemas, repassando as informações às áreas competentes;
- Facilita o acesso dos consumidores ao fabricante, solucionando reclamações com rapidez e eficiência.

Oficialmente há um único funcionário para atender todas as unidades. Porém, quando necessários serviços específicos, um dos funcionários da produção é escolhido para a realização da tarefa. Por exemplo, para solucionar o problema de um determinado apartamento o funcionário tal será designado para assentar os revestimentos na parede da cozinha. Há também as tarefas terceirizadas, contudo, apenas quando intervenções são de grande monta, como por exemplo, reforma de fachadas.

As manutenções mais comuns são as que envolvem esquadrias de alumínio (terceirizada), esquadrias de madeira, pintura, granito e impermeabilização. As instalações hidráulicas e elétricas (mão de obra própria) são minoria. Quando sucedem, são anomalias isoladas, principalmente em se tratando de instalações hidráulicas. A baixa demanda por manutenção nas instalações hidráulicas ocorre em função do emprego de mão de obra própria e também por se usar tubo de cobre em rolo, isto é, flexível, o que reduz o número de conexões.

4.2.6 Coordenação de projetos

Este departamento é administrado por uma arquiteta que recebe os projetos para conferência, compatibilização e validação, para liberação para execução. Como os empreendimentos são similares entre si, não há muitos comentários, pois não sofrem alterações. As análises focam principalmente as interfaces entre subsistemas. Quando necessário, as observações são feitas visando à melhoria do projeto.

Esse departamento também define ou valida especificações dos revestimentos e acabamentos.

4.2.6.1 Projetistas

A construtora tem uma característica de fidelização com seus parceiros de negócios; isto também ocorre com seus projetistas. Muitos deles são fornecedores há muito tempo. Há os que estão na segunda geração projetando para esta construtora. Entretanto, parte desses escritórios de projetos tem uma característica comum, em especial os de: elétrica; hidráulica; estrutura e fundações: estão desatualizados com as tendências de mercado e usam ferramentas antigas de trabalho. Todavia o custo do seu serviço está bem aquém do mercado. Há casos em que seu custo está 50% abaixo do que se é praticado no mercado.

4.2.7 Diretor técnico

Este cargo é ocupado por um engenheiro civil de formação. É responsável por tudo o que está relacionado à engenharia de produção, manutenção, suprimentos e custos. Sua atuação não ocorre diretamente na ponta, na produção, mas somente na gestão de suas equipes.

Nas obras, suas visitas são para verificar o estágio de obra, acompanhar prazo e resolver conflitos. Periodicamente ocorrem reuniões para aprovações de promoções, exigência de prazos e outras rotinas.

O escritório é sua base e é o local onde as aprovações de suprimentos, planejamento e estratégias são decididas. O planejamento base e o cronograma físico-financeiro são feitos na obra, elaborado pelo engenheiro responsável.

A construtora não tem um modelo ou caderno de procedimento definidos. Por serem poucas as obras e poucos os engenheiros de campo, as tarefas são “controladas”, embora algumas técnicas construtivas sejam distintas de um engenheiro para outro.

4.2.8 Gerente de Planejamentos

Embora o título do cargo seja planejamento, as funções não são completamente inerentes ao cargo. O gerente de planejamento tem formação em engenharia civil, com quase vinte anos de empresa, dez anos em atividades de execução de obras e outros dez no escritório. Suas responsabilidades são:

- Custos: controle de custo e previsões financeiras;
- Orçamentos: elaboração;
- SAC: Participativo nas tomadas de decisões e orientações de direcionamento dos serviços;
- Suprimentos: Participativo nas tomadas de decisões e orientações.

4.2.9 Engenheiros de campo

São somente três engenheiros de obras. Dois tiveram sua formação e experiência somente nesta construtora, participando dela desde sua formação acadêmica. Eles têm hoje ao menos quinze anos de empresa. Seus métodos de trabalho e de administração são distintos. Suas principais características são sintetizadas a seguir.

4.2.9.1 Engenheiro A

Este engenheiro, hoje com o cargo de coordenador de obras, atua nesta construtora há mais de vinte anos, tendo entregado cerca de dez empreendimentos. Hoje é responsável por duas obras em andamento. Entre suas características destacam-se seu conhecimento técnico e dinamismo de trabalho. Seu foco está na produção; seu estilo é prático e descomplicado; prima pela redução de custo, buscando seguir as primícias de projeto.

Tendo em vista que esta construtora não tem um caderno de procedimentos oficial, a larga experiência deste engenheiro tem grande importância para o sucesso dos empreendimentos. Ele é tão conservador quanto o presidente da construtora. No início da obra, ou quando recebe a obra, elabora um cronograma físico com previsões de início e fim de cada tarefa, procurando segui-lo até a conclusão da obra. Este é o seu modelo de trabalho, do qual são tirados o planejamento e estratégia para coordenar a obra.

4.2.9.2 Engenheiro B

É um engenheiro sênior que está finalizando seu sexto empreendimento, sendo responsável por duas obras em andamento. Trata-se de gestor completamente focado nos resultados. Preocupado com a gestão da obra e acompanhamento financeiro, busca a redução de custo nas tarefas. Segue as primícias de projetos, porém, com questionamentos quando necessário.

Na produção, busca construir como acredita ser correto, para evitar vícios ou manutenções corretivas. Preocupa-se com o cronograma e dedica-se no acompanhamento cotidiano, realimentando e replanejando. Planeja a obra utilizando as ferramentas disponíveis e sua equipe de trabalho; estabelece cronograma físico

com previsões de início e fim de cada tarefa, procurando segui-lo até a conclusão da obra. Replaneja, quando e se necessário.

4.2.9.3 Engenheiro C

É um engenheiro pleno, com mais de quinze anos de atuação na empresa; porém, com quatro anos como engenheiro. Na condição de engenheiro entregou dois empreendimentos; porém, participou de pelo menos cinco empreendimentos. Responsável por duas obras em andamento. Destacam-se como suas características: foco na produção, exigência de resultados e atendimento de prazos. Sua base de trabalho está centralizada na produção e na gestão da obra, buscando otimizar as tarefas.

Na produção busca os conhecimentos dos Engenheiros **A** e **B**, com tendência de modelo de trabalho ao do Engenheiro **A**. Usa geralmente um cronograma físico como base, todavia não se prende muito a ele.

4.2.10 Suprimentos

O departamento está estruturado com um responsável, engenheiro civil, e mais duas pessoas, um estudante de engenharia e o outro estudante de gerenciamento de processos, que auxiliam nas compras e processos administrativos.

O departamento tem responsabilidade por: planejar aquisição de suprimentos, por meio de cronograma pré-definido; comprar insumos com qualidade e custos competitivos com os que foram inicialmente previstos e contratar empreiteiros com reputação saudável. Este departamento colabora nas definições de produtos e busca por novos.

Sua tarefa diária é o foco na redução de custo, não abrindo mão da qualidade desejada. Conhecer o momento da compra é fundamental, para não se perder oportunidades.

4.2.11 Operacional

Há por volta de 450 funcionários na construtora, sendo que aproximadamente 70 são administrativos e 380 são operacionais. Em geral, os operários têm mais de 10 anos de empresa. A maior parte deles é formada no interior da empresa; ou seja, entraram como ajudantes e hoje são encanadores, encarregados e até mestres de obras. A construtora tem uma política de promoções por meritocracia, isto é, funcionários que se empenham são reconhecidos e promovidos. A construtora não tem uma “escola” de aprendizado, pelo menos não oficial, mas seus funcionários transmitem a sua cultura por meio do conhecimento adquirido, que é transmitido dos mais velhos para os mais novos.

O projeto é utilizado na obra, pela equipe técnica e a operacional. Entretanto, alguns da equipe operacional ousam dizer que alguns dos projetos (citam-se hidráulica e elétrica) são meramente indicativos. O projeto não está bem resolvido, abrindo-se uma brecha para muitas decisões durante a produção.

4.3 SITUAÇÃO TECNOLÓGICA DA CONSTRUTORA

De acordo com Barros (1996), conhecer o cenário atual da construtora no que tange à tecnologia, aos métodos e aos processos construtivos praticados, antes do processo de implantação de uma nova tecnologia, é indispensável.

A identificação da situação tecnológica deverá ser pautada por parâmetros que reflitam os objetivos da construtora, ou seja, aqueles relacionados ao mercado que se busca alcançar bem como a satisfação do cliente. Deverá ser feito um diagnóstico que envolva a produção, explorando os métodos construtivos empregados e questões que identifiquem o cenário atual da construtora, como por exemplo:

- Quem domina os métodos e técnicas empregados no canteiro de obra?
- Há um modo mais racional de se executar os serviços?
- Por que o orçamento executado não coincide com o inicial?
- Os projetos são detalhados suficientemente para atender às necessidades da produção?

Enfim, é preciso que se realize um diagnóstico de como está a situação atual da empresa.

5. ESTUDO DE CASO

Este capítulo aborda os estudos de caso realizados na construtora escolhida. Buscou-se explorar as práticas para implantação de metodologias, através de estudo de “Kit hidráulico” e sistema acústico. A tipologia do empreendimento para o estudo de caso é considerada como “padrão” pela construtora, em outras palavras, há uma similaridade entre os empreendimentos.

5.1 KIT HIDRÁULICO PARA BANHEIRO

5.1.1 Requisitos e critério de desempenho

Este estudo foi desenvolvido tendo como propósito inicial a implementação de “kits hidráulico para banheiros”, fabricados e montados fora do canteiro de obra, visando ganhos financeiro e temporal. Também, se cogitou a evolução da metodologia aplicada na execução dos ramais hidráulicos, tendo por finalidade redução da matéria prima e tempo usualmente desperdiçados nas etapas construtivas das atividades realizadas. Trabalhou-se com o propósito de entender o atual método usado na produção dos ramais no canteiro, explorando o conhecimento que o profissional possui sobre a metodologia atual.

As tubulações do empreendimento para água quente, fria e gás são todas de cobre, em barra ou flexível. O cobre no formato flexível, ou rolo, é amplamente utilizado nos ramais dos banheiros e cozinha. Para a construtora o uso do cobre nas tubulações hidráulicas é um diferencial de venda, embora não se acredite que seja decisivo no momento da compra.

O método construtivo nos ramais dentro do *shaft* atual é realizado na seguinte ordem:

- Executa-se a alvenaria e a camada de revestimento;
- Após a marcação dos ramais hidráulicos com uso de serra circular é feito o traçado da área demarcada por meio de ferramentas tradicionais, como a talhadeira e a marreta (figuras 6);
- Os registros e a tubulação hidráulica são instalados com o uso de conexões (figura 7);
- Após o fechamento do traçado com argamassa se aplica o revestimento cerâmico, finalizando o ciclo (figura 8).



Figura 6: ilustração de como é realizada a abertura dos ramais e posterior instalação da tubulação (fonte autor, 2015)



Figura 7: ilustração da tubulação e registros instalados (fonte autor, 2015)



Figura 8: ilustração da tubulação instalada e parede revestida (fonte autor, 2015)

5.1.2 Proposta da nova tecnologia: kits hidráulicos para banheiros

O kit hidráulico é um produto feito por meio de método construtivo dentro da indústria sobre a supervisão de profissionais habilitados para atender requisitos e desempenhos requeridos por normas de instalações hidrossanitárias.

Neste estudo de caso optou-se pelo uso do kit hidráulico com tubulações de cobre montada em uma moldura de *steel-frame* galvanizado. Não se alterou o material cobre por outro, pois, como já citado, acredita-se ser um diferencial de venda. A fornecedora estudada foi a Potenza Materiais Hidráulicos. A figura 10 é um exemplar de um kit hidráulico com tubulação de pex; não é o kit estudado é uma ilustração.

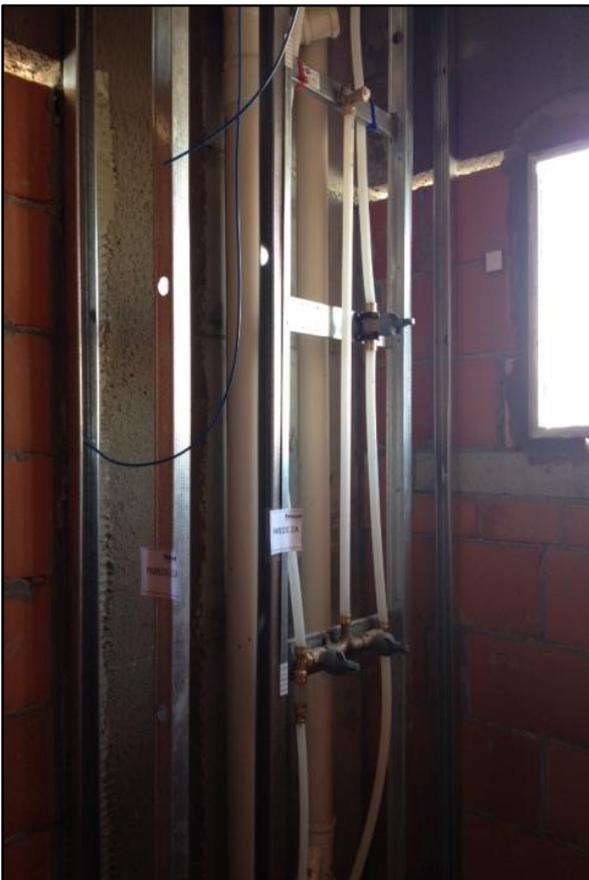


Figura 9: Figura ilustrativa de kit hidráulico. O modelo estudado é com tubulação de cobre (Fonte autor, 2014)

5.1.3 Conclusões e resultado do estudo de caso

Embora seja uma tecnologia empregada com sucesso em algumas construtoras, na construtora estudada desse trabalho o uso de kit hidráulico não poderá ser implantado, pois o custo de modelo atual é mais baixo que o novo modelo.

Nas tabelas 3 e 4 estão detalhados os custos do modelo atual e do novo modelo proposto.

Tabela 3: Custo do modelo atual de ramal hidráulico para banheiro 01

Custo do modelo atual - Shaft de Banheiro 01			
Alvenaria de bloco cerâmico de 9 cm			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Parede frontal (registros e chuveiro) 2,45 x ,85 m (Mat +MO)	2,083 m ²	R\$ 64,35	R\$ 134,01
Parede Lateral (Ducha Higiénica) 2,45 x ,37 m (Mat +MO)	0,907 m ²	R\$ 64,35	R\$ 58,33
Massa para Alvenaria (Chapisco + Massa única+ Talisca)			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Parede frontal (registros e chuveiro) 2,45 x ,85 m (Mat +MO)	2,083 m ²	R\$ 27,27	R\$ 56,79
Parede Lateral (Ducha Higiénica) 2,45 x ,37 m (Mat +MO)	0,907 m ²	R\$ 27,27	R\$ 24,72
Entulho + Massa para Alvenaria			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Remoção do entulho + custo de caçamba (Mat)	0,009 m ³	R\$ 350,00	R\$ 3,15
Remoção do entulho + custo de caçamba (MO)	0,500	R\$ 10,42	R\$ 5,21
Massa para reconstruir	0,900 m ²	R\$ 27,27	R\$ 24,54
Material hidráulico			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Tubo de rolo de 15 mm	9,00 m	R\$ 10,67	R\$ 96,04
Conectores 603 Macho de 15 mm	6,0 Unid	R\$ 2,87	R\$ 17,22
Conectores 604 fêmea de 15 mm	4,0 Unid	R\$ 2,33	R\$ 9,32
Têe de 15 mm	4,0 Unid	R\$ 1,38	R\$ 5,52
Cotovelo de 90° de 15 mm LT	1,0 Unid	R\$ 1,08	R\$ 1,08
Registros de pressão de ½	4,0 Unid	R\$ 14,61	R\$ 58,44
Registros de gaveta de ½	2,0 Unid	R\$ 12,97	R\$ 25,94
Mão de obra			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Mão de obra marcalção para abertura (Lider)	0,167	R\$ 27,66	R\$ 4,61
Mão de obra de abertura para encaixar a tubulação (Ajudante)	1,000	R\$ 10,42	R\$ 10,42
Mão de obra de instalação de tubulação (Lider)	1,833	R\$ 27,66	R\$ 50,71
Mão de obra de montagem (Central de montagem)	1,500	R\$ 10,42	R\$ 15,63
Mão de obra supervisão	1,500	R\$ 27,66	R\$ 41,49
Total			R\$ 643,18

Tabela 4: Custo do novo modelo proposto de ramal hidráulico para banheiro 01

Custo do novo modelo sistema - Shaft de Banheiro 01			
Alvenaria "seca" com isolamento acústico			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Parede frontal (registros e chuveiro) 2,45 x ,85 m (Mat +MO)	2,083 m ²	R\$ 100,00	R\$ 208,25
Parede Lateral (Ducha Higiênica) 2,45 x ,37 m (Mat +MO)	0,907 m ²	R\$ 100,00	R\$ 90,65
Massa para Alvenaria (Chapisco + Massa única+ Talisca)			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Parede frontal (registros e chuveiro) 2,45 x ,85 m (Mat +MO)	2,083 m ²	R\$ 27,27	R\$ 56,79
Parede Lateral (Ducha Higiênica) 2,45 x ,37 m (Mat +MO)	0,907 m ²	R\$ 27,27	R\$ 24,72
Material hidráulico			
	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Kit Hidráulico	1,00 m	R\$ 323,43	R\$ 323,43
		Total	R\$ 703,84

Conforme detalhado nas tabelas 3 e 4, o custo do sistema atual está abaixo do sistema proposto, com uma diferença de 9,43%. Desse modo, seguindo a metodologia das fases e etapas de implantação adotada, o estudo não ganhará força, não somente pela diferença financeira, mas por não se conhecer o desempenho no novo sistema no que se refere à acústica, estanqueidade e resistência a fogo.

A etapa financeira não é a barreira principal, embora participativa. Conforme já apresentado, a construtora tem como sua característica formar seus próprios profissionais, e muitos deles fizeram carreira na construtora. Nota-se que esses profissionais têm um pouco de vaidade e se sentem donos do processo produtivo. Desta maneira, a implantação poderia ter outra barreira à ser ultrapassar: a cultura profissional. Certamente essa barreira deveria ser transposta caso o resultado financeiro da inovação fosse expressivo; em não sendo, no momento atual, não valerá a pena o risco do enfrentamento da mão de obra.

5.2 DESEMPENHO ACÚSTICO DA EDIFICAÇÃO

5.2.1 Caracterização dos requisitos e critério de desempenho

As exigências de conforto acústico estão cada vez mais presentes no dia-a-dia das pessoas; há um público interessado em empreendimentos que ofertem esse benefício, com o propósito de ter uma vida mais calma e desfrutar de um descanso tranquilo. Os ruídos podem ser provenientes de automóveis, crianças brincando na área externa, música do vizinho e até o som das pisadas no apartamento superior. O ruído poderá ser de natureza aérea ou ruídos transmitidos por impacto.

Uma conceituação geral de ruído é feita por CBIC (2013) em que se afirma que sons são resultados de movimentos vibratórios que se disseminam através do ar ou outros meios. A frequência é expressa em ciclos por segundo, Hertz (Hz). Disseminando-se através do ar, a onda pressiona o tímpano humano, atingindo seus ouvidos provocando sons e ruídos. A unidade da intensidade sonora é o Bel, sendo o Decibel um derivado deste. 1 (um) Decibel corresponde 10 Bels. O símbolo é o dB. Fazendo-se uma correlação com situações do dia-a-dia, pode-se comparar esta unidade com algumas correspondências, conforme a tabela 05.

Tabela 5: Intensidades sonoras características em dB(A) CBIC (2013)

Nível de desempenho		Correspondência aproximada
Pa	dB (A)	
20	120	Martelete pneumático, turbina de avião
2	100	Veículos com escapamento aberto (motos, autos)
0,2	80	Avenidas com trânsito intenso, gritos de pessoas
0,02	60	Rádio em volume normal, rua com pequeno trânsito de veículos
0,0002	20	Limite para o repouso tranquilo
0,00002	0	Limite de audição para jovens, frequência 1.000 a 4.000Hz

5.2.1.1 Desempenho acústico de sistema de piso: Ruído de impacto

Este tópico trata do desempenho acústico do sistema de piso a partir de sons gerados por impactos e sons aéreos. A ABNT NBR 15.575-3/2013 considera como isolamento de ruído de impacto no sistema de piso (caminhamento, queda de objetos e outros) e o isolamento de ruído aéreo (conversas, som proveniente de TV e outros).

O atendimento a essa norma prevê que a avaliação seja realizada apenas em dormitórios da unidade habitacional. As medições devem ser realizadas com as portas e janelas fechadas, tal como foram entregues pela construtora ou incorporadora. **A avaliação deve considerar o sistema de piso, conforme entregue pela construtora.**

Os níveis mínimos de desempenhos indicados pela ABNT NBR 15.575/2013 são apresentados na tabela 06.

Levando-se em consideração a possibilidade de melhoria da qualidade da edificação, com uma análise de valor da relação custo/benefício dos sistemas, a ABNT NBR 15.575/2013 indica os níveis de desempenho intermediário (I) e superior (S) e mínimo (M). A tabela 06 apresenta estas recomendações.

Tabela 6: Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado, $L'_{nT,w}$, ABNT NBR 15.575-3/2013

Elemento	$L'_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	66 a 80	M
	56 a 65	I
	≤ 55	S
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	51 a 55	M
	46 a 50	I
	≤ 45	S

Os ruídos aéreos, relativos ao sistema piso entre unidades habitacionais, são os provenientes de conversas, aparelhos de televisão, músicas e uso eventual (áreas comuns e áreas de uso coletivo).

Também neste caso o foco de avaliação são os dormitórios da unidade habitacional. As medições devem ser realizadas com as portas e janelas fechadas, tal como foram entregues pela construtora ou incorporadora. O equipamento utilizado para gerar o impacto do piso no momento do ensaio é o *Tapping Machine*, ilustrado na figura 10.



Figura 10: Equipamento padronizado para ensaios de ruídos de impacto em pisos

Para isolamento de ruído aéreo dos sistemas de pisos entre unidades habitacionais, a possibilidade de melhoria é aplicável para atendimento nos níveis de desempenho intermediário (I) e superior (S) e repetido o nível mínimo (M). A tabela 7 apresenta estas recomendações.

Tabela 7: Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, DnT,w ABNT NBR 15.575-3/2013

Elemento	DnT,w (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S

5.2.2 Caracterização do estudo do piso entre pavimentos

O sistema de piso da construtora estudada é descrito conforme segue:

Considerando que o empreendimento é padronizado, observou-se que a maior parte das lajes dos andares tipos é de 12 cm de altura. Entretanto, algumas são de 10 cm de altura. O sistema construtivo é o de laje maciça, feita com o auxílio de fôrmas de madeira com concreto com F_{ck} de 30 MPa.

O contrapiso é composto por areia, cimento e cola PVA (Branca). É aplicada uma camada adesiva sobre a laje e após são feitas as taliscas, servindo como nível de altura. Na sequência, é lançado o contrapiso (“farofa”) e depois é compactado e sarrafeado. A espessura média do contrapiso na área molhada está em torno de 3,5 cm, enquanto nas demais áreas por volta de 4,5 cm. As figuras 11 e 12 ilustram as etapas.



Figura 11: A foto à esquerda ilustra a aplicação de camada adesiva. A foto à direita ilustra a talisca, como referência de nível



Figura 12: A foto à esquerda ilustra a compactação do contrapiso com um peso de madeira. A foto à direita ilustra o sarrafeamento do contrapiso com uso de uma régua de alumínio.

5.2.3 Proposta da nova tecnologia

O interesse de inovar no seu modo construtivo baseia-se na preocupação de atendimento à norma de desempenho. Embora o grau de reclamação seja pequeno, a construtora optou por conhecer seu real desempenho acústico contratando um laboratório credenciado para a realização dos ensaios de verificação. Os ensaios foram realizados em um empreendimento concluído, da forma que é entregue ao proprietário (Ex.: Com o porcelanato na sala e contrapiso nos quartos). Na sequência são apresentados os resultados dos ensaios.

5.2.3.1 Ensaio de campo do isolamento de ruído aéreo em pisos

Caracterização do ensaio:

As medições foram executadas de acordo com o padrão da norma ISO 140-4, com fonte sonora dodecaédrica normalizada, situada em 2 (duas) posições diferentes por cada amostra testada, medindo-se com sonômetro classe I nos dois recintos separados pelo piso em teste (emissor e receptor) os níveis de pressão sonora padronizados em bandas de terço de oitava de frequências entre 100 Hz e 3150 Hz, em 5 (cinco) posições normatizadas, totalizando 10 (dez) medições, de forma a obter resultados totais médios (HARMONIA, 2014) ⁵.

Para cada ambiente receptor testado, foi medido o tempo de reverberação sonora pelo método impulsivo, nas mesmas frequências de interesse.

Foram também medidos os níveis de ruído de fundo para os eventuais ajustes. Todos os vãos de janelas e portas permaneceram fechados no recinto receptor e emissor. Os ambientes já contavam com as portas e janelas definitivos do edifício.

Amostra A:

Piso Suíte 01 Apto 118 x Suíte 01 Apto 117

Laje de concreto maciço esp.= 12 cm e contrapiso de cimento e areia de 4,0 cm de espessura.

⁵ Akkerman, D. Avaliação Normalizada para ensaio de campo do isolamento de ruído aéreo em pisos. São Paulo, 2014.

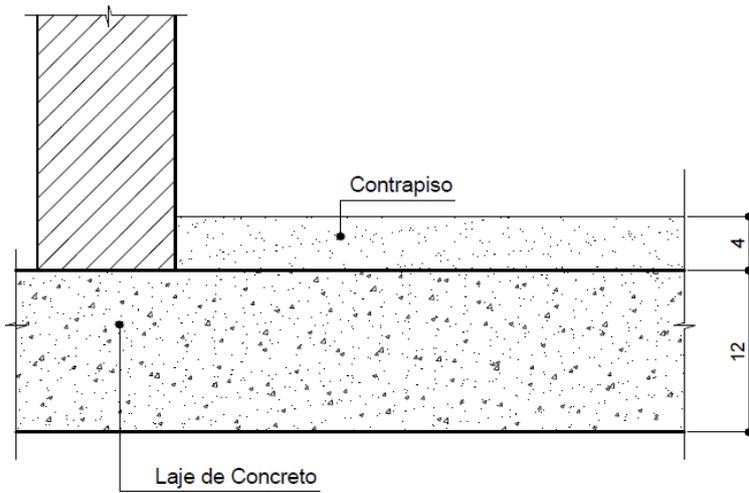


Figura 13: Sistema de piso (Laje de 12 cm e contrapiso de 4,0 cm)

Planta de referência

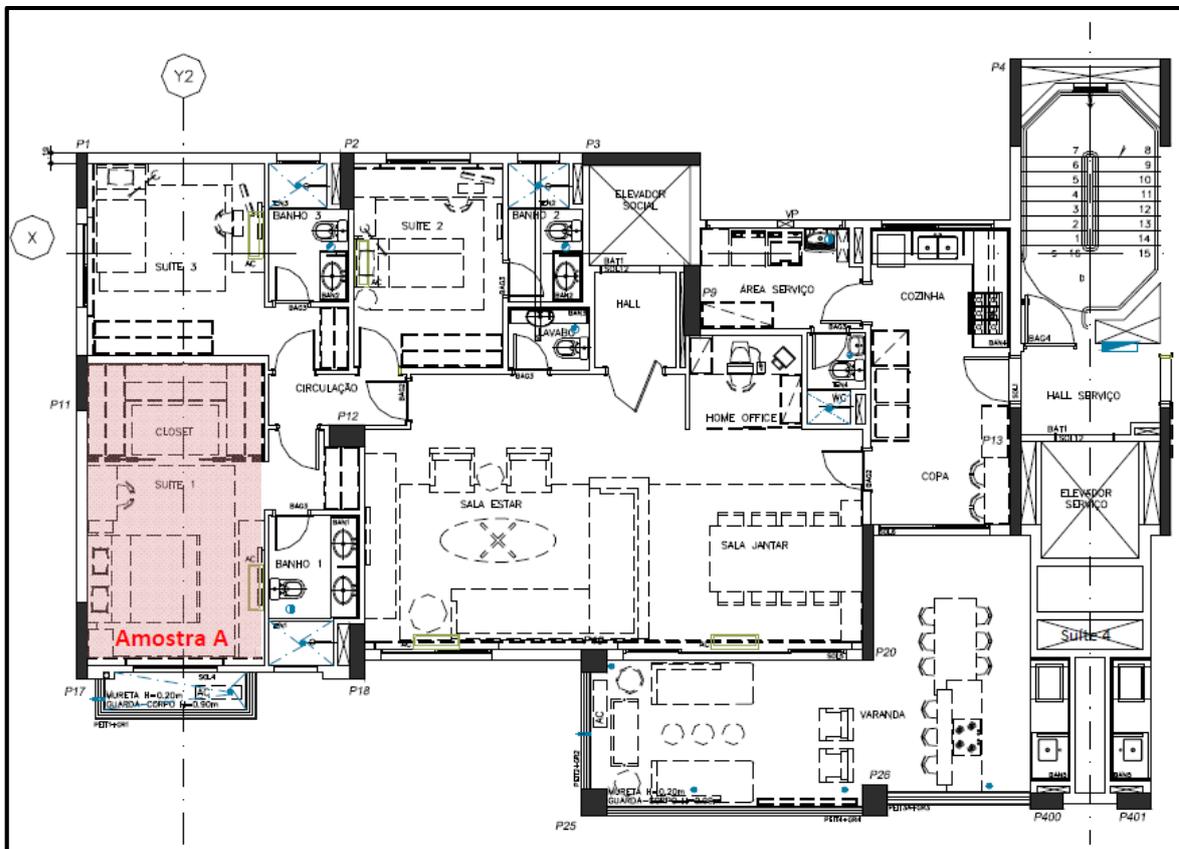


Figura 14: Planta pavimento tipo

Resultados do ensaio em campo:

A seguir, os resultados sob forma de ficha técnica para as amostras ensaiadas, constando das diferenças padronizadas de níveis de pressão sonora aéreo D_{nT} em cada banda de frequências de terço de oitava, e o índice $D_{nT,w}$, que é a diferença padronizada de nível ponderada conforme classificação da ISO 717-1.

A avaliação do desempenho para edifícios residenciais seguiu os critérios estabelecidos na norma Brasileira ABNT NBR 15.575-4/2013, classificando os requisitos de desempenho como: Mínimo (M), Intermediário (I) e Superior (S), conforme tabela 8.

Tabela 8: Resultados do ensaio de campo do isolamento de ruído aéreo em piso

Pisos - Aéreo				
Elemento	$D_{nT,w}$ dB	Nível de desempenho	Isolamento $D_{nT,w}$ - dB	Amostra
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	<45	Não Atende		A
	45 a 49	M	46	
	50 a 54	I		
	≥55	S		
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos	<40	Não Atende		Critério não avaliado
	40 a 44	M		
	45 a 49	I		
	≥50	S		
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	<45	Não Atende		Critério não avaliado
	45 a 49	M		
	50 a 54	I		
	≥55	S		

5.2.3.2 Ensaio de campo do isolamento de ruído de impacto em pisos.

Caracterização do ensaio:

As medições foram executadas de acordo com o padrão da norma ISO 140-7, com máquina de impactação normalizada, situada em 4 (quatro) posições diferentes por cada amostra testada, medindo-se com sonômetro classe I no recinto imediatamente abaixo do piso em teste (receptor) os níveis de pressão sonora de impacto padronizados em bandas de terço de oitava de frequências entre 100 Hz e 3150 Hz, em 4 (quatro) posições normatizadas, totalizando 12 (doze) medições, de forma a obter os resultados totais médios (HARMONIA, 2014)⁵.

Para cada ambiente receptor testado, foi medido o tempo de reverberação sonora pelo método impulsivo, nas mesmas frequências de interesse.

Foram também medidos os níveis de ruído de fundo para os eventuais ajustes. Todos os vãos de janelas e portas permaneceram fechados no recinto receptor e emissor. Os ambientes já contavam com as portas e janelas definitivos do edifício.

Amostra A:

Piso Suíte 01 Apto 118 x Suíte 01 Apto 117

Laje de concreto maciço esp.= 12 cm e contrapiso de cimento e areia de 4 cm de espessura.

Amostra B:

Piso Sala Apto 118 x Sala Apto 117

Laje de concreto maciço esp.= 12 cm e contrapiso de cimento e areia de 4 cm de espessura.

⁵ Akkerman, D. Avaliação Normalizada para ensaio de campo do isolamento de ruído de impacto em pisos. São Paulo, 2014.

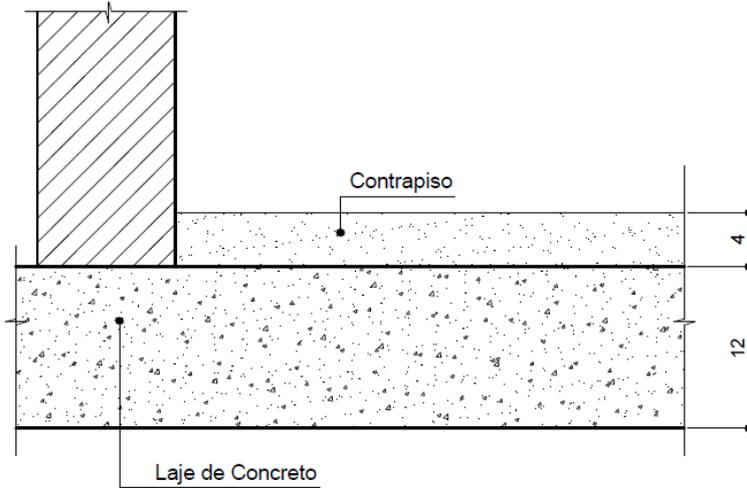


Figura 15: Sistema de piso (Laje de 12 cm e contrapiso de 4,0 cm)

Planta de referência.

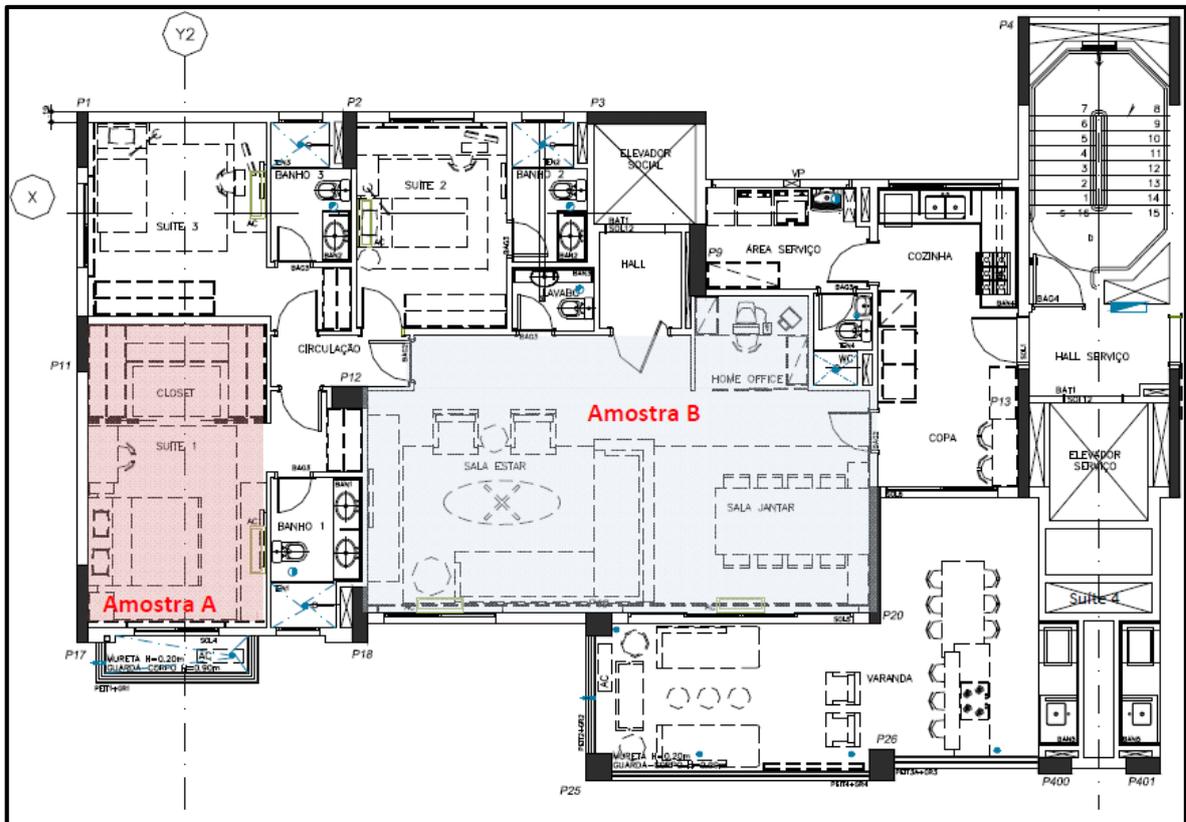


Figura 16: Planta pavimento tipo

Resultados do ensaio em campo:

A seguir, os resultados sob forma de ficha técnica para cada amostra testada, constando dos níveis de pressão sonora de impacto padronizado L'_{nT} , em cada banda de frequências de terço de oitava, e o índice $L'_{nT,w}$, que é o nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado conforme classificação da ISO 717-2 .

A avaliação do desempenho para edifícios residenciais seguiu os critérios estabelecidos na norma Brasileira ABNT NBR 15.575-3/2013, classificando os requisitos de desempenho como: Mínimo (M), Intermediário (I) e Superior (S), conforme tabela 9 (HARMONIA, 2014):

Tabela 9: Resultados do ensaio de campo do isolamento de ruído de impacto em piso

Pisos - Impacto				
Elemento	$L'_{nT,w}$ dB	Nível de desempenho	Isolamento $L'_{nT,w}$ - dB	Amostra
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	>80	Não Atende		A
	66 a 80	M	77	
	56 a 65	I		
	≤55	S		
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	>80	Não Atende		B
	66 a 80	M	72	
	56 a 65	I		
	≤55	S		
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	>55	Não Atende		Não pertinente a este edifício
	51 a 55	M		
	46 a 50	I		
	≤45	S		

5.2.4 Característica da construtora e contratação de consultor

Conforme apresentado no quarto capítulo, a construtora está na eminência de completar seis décadas de atividades e seu fundador é participativo nos processos e tomado de decisões. O trabalho foi conduzido dentro de critérios da construtora, sem poder extrapolar as propostas de inovação, buscando atender suas necessidades.

Recentemente a construtora lançou um novo empreendimento em região ainda não explorada por ela. Este empreendimento tem uma tipologia atípica em relação aos modelos geralmente construídos. Esse fato foi oportuno para que se pesquisasse qual seria o desempenho acústico do empreendimento dentro do sistema construtivo desta construtora. Esta preocupação proporcionou um ambiente de insegurança se o empreendimento atenderia à norma de desempenho ABNT NBR 15.575/2013. Este cenário favoreceu a necessidade da contratação de um consultor em acústica, que se concretizou, embora com resistência.

Os trabalhos de estudo das simulações acústicas já se iniciaram. E se tem apontado que o sistema construtivo atual da construtora não atenderá aos requisitos mínimos exigidos em norma. Na tabela 10 consta a matriz dos resultados deste estudo.

Tabela 10: Matriz das simulações acústicas

Local	Tipo de ensaio	Requisito mínimo	Resultado	Situação
Dormitório 01 / Dormitório 01	Ruído de impacto	80 dB	79 dB	Atende
Dormitório 02 / Dormitório 02	Ruído de impacto	80 dB	82 dB	Não atende
Salão de festas / Dormitórios	Ruído de impacto	55 dB	81 dB	Não atende
Piscina / Dormitórios	Ruído de impacto	55 dB	82 dB	Não atende
Academia / Dormitórios	Ruído de impacto	55 dB	81 dB	Não atende
Fachada / Dormitórios	Ruído aéreo	30 dB	32 dB	Atende
Dormitório / Dormitório	Ruído aéreo	45 dB	40 dB	Não atende
Dormitório / Living	Ruído aéreo	45 dB	41 dB	Não atende

Esses resultados apontam que se deve modificar parte dos processos de contrapiso, por exemplo. Entretanto não se iniciaram estas alterações; todavia, foi sinalizado que estas ocorrerão.

O que se mostrou é que a metodologia está caminhando para ser aceita e produzir resultados satisfatórios.

5.2.5 Conclusões e resultado do estudo de desempenho acústico

A fim de proporcionar o conforto acústico ao usuário e o atendimento à norma ABNT NBR 15.575/2013 a construtora deverá fazer uso de algum material no sistema de piso para melhorar o desempenho. Uma sugestão para alcançar essa melhora do desempenho é com o uso de mantas produzida à partir de asfalto, lá de rocha, polietileno ou outro material entre a laje e o contrapiso; esse sistema poderá ser chamado de “massa-mola-massa”. O propósito da manta é dissipar os movimentos vibratórios, reduzindo a frequência. No próximo capítulo serão apresentadas algumas mantas estudadas e suas características.

As etapas iniciais para a implantação dessa nova inovação se deu com a aprovação do levantamento técnico e a necessidade de uso comprovada. A próxima fase da implantação será a avaliação experimental, ou seja, a avaliação do material em uso.

5.3 CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE TECNOLOGIAS

Neste capítulo são apresentadas as tecnologias empregadas em laje para se obter uma melhoria do desempenho acústico.

5.3.1 Manta Antirruído Sistema Acústico de 5mm (Viapol)

Manta asfáltica estruturada em não tecido de fibra de vidro, produzida com asfalto especial, acoplada a geotêxtil de alta gramatura, criando um composto acústico adequado à absorção sonora por impacto em caso de pisos de edifícios e por meio aéreo em caso de tubulações de água e esgoto. A manta, de fácil aplicação e que não se deteriora, oferece desempenho acústico superior; age como amortecedor de impactos.

Custo: R\$ 16,09 / m²

Características técnicas e desempenho acústico:

- Espessura de 5 mm;
- *Two way*: A absorção sonora ocorre nos dois sentidos, tanto no impacto causado em pisos quanto na proteção acústica de ruídos oriundos no pavimento inferior;
- Imputrescível;
- Resistência à umidade e não perde as propriedades físicas no decorrer da vida útil da construção;
- Rápida e fácil aplicação.

Instrução de uso no preparo da superfície na laje:

Deve-se fazer a limpeza na laje removendo restos de resíduos de argamassa e pontas de ferro que fiquem expostos. Varrer bem o local para remoção da poeira. Na vertical fazer o reboco antes da aplicação do sistema acústico.

Não recomendamos fazer a colocação do rodapé direto sobre o tijolo sem reboco. O sistema possui fácil aplicação. Após limpeza e regularização da superfície, deve ser feita a colocação da manta. A ligação entre camadas (sem sobreposição) deve ser realizada com Vialflex Fita. Para finalizar, deve ser feita a colocação do Viapol Antirruído® Rodapé com 10 cm de altura e que deve ser isolado do piso com aplicação do Monopol Acrílico.

Amostra 01: Laje maciça com aproximadamente 12 cm de espessura sob quarto;

Amostra 02: laje maciça com aproximadamente 12 cm de espessura e contrapiso de 5 cm de espessura com idade de execução maior 28 dias;

Amostra 03: laje maciça com aproximadamente 12 cm de espessura, manta acústica fabricante Viapol, marca Viapolacustik e contrapiso de 5 cm de espessura com idade de execução maior 28 dias.

Tabela 11: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Viapol)

Amostra	Descrição	Resultados em dB (A)	Resultados L`NT,w (dB)
01	Laje maciça com aproximadamente 12 cm de espessura sob quarto	85	70
02	Laje maciça com aproximadamente 12 cm de espessura e contrapiso de 5 cm de espessura	80	63
03	Laje maciça com aproximadamente 12 cm de espessura, manta acústica fabricante Viapol, e contrapiso de 5 cm	70	51

Sem o uso da manta na laje o resultado foi de 63 L`NT,w. (dB). Já com a manta o resultado foi de 51 L`NT,w. (dB). Esse resultado está no nível “superior” de desempenho.

Apresentação dos resultados obtidos por meio de ensaio (fonte fabricante).

5.3.2 Mantas Acústicas Sound Soft de 5 mm (Aubicon)

Manta produzida com tecnologia europeia, a partir de grânulos de pneus usados. É um produto com apelo ecológico. Em cada 1000 m² de Manta Acústica de 5 mm produzida, são retirados o equivalente a 750 pneus do ambiente. Por sua alta densidade e resistência à compressão, o contrapiso não precisa ser estruturado com telas metálicas e pode ser feito com menores espessuras.

Custo: R\$ 12,71 / m²

Características técnicas e desempenho acústico:

- Tamanho dos grânulos e a laminação do material garantem a performance acústica ideal;
- Não sofre variação da espessura e densidade com o decorrer do tempo;
- Espessura de 5 mm;
- Imputrescível;
- Rápida e fácil aplicação.

Instrução de uso no preparo da superfície na laje:

Retirar o excesso de massa, pedriscos e qualquer objeto pontiagudo da laje e também entre a alvenaria e a laje. Preencher os buracos com argamassa. Após iniciar a aplicação da manta sobre a laje, transpassando em 5 cm cada pano. Recomenda-se que o contrapiso seja ao menos 4 cm, com o uso de fibras de polipropileno com o propósito de agir na retração hidráulica.

Amostra A: Piso entre o 8º e 9º andar da Suíte de Final 2. Com Manta de borracha com espessura de 5mm. 3,5 de contrapiso e laje de 12 cm de espessura;

Amostra B: Piso entre o 9º e 10º andar da Suíte de Final 2. Com manta de borracha com espessura de 5mm. 3,5 de contrapiso e laje de 12 cm de espessura.

Amostra C: Piso entre o 10º e 11º andar da Suíte de Final 2. Com manta de borracha com espessura de 3mm. 3,5 de contrapiso e laje de 12 cm de espessura.

Tabela 12: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Aubicon)

Amostra	Descrição	Resultados em L`NT,w. (dB)
A	Laje de concreto com 12 cm de espessura com manta de 5 mm e contrapiso de 3,5 cm sob quarto	60
B	Laje de concreto com 12 cm de espessura com manta de 5 mm e contrapiso de 3,5 cm sob quarto	58
C	Laje de concreto com 12 cm de espessura com manta de 3 mm e contrapiso de 3,5 cm sob quarto	58

Não foi apresentado o resultado sem o uso da manta na laje. O resultado com a manta de 5 mm e o contrapiso de 3,5 cm foi de 60 L`NT,w. (dB).

Apresentação dos resultados obtidos por meio de ensaio (fonte fabricante).

5.3.3 Manta em Polietileno Standard de 10mm (Neotérmica)

Fabricada em polietileno expandido e atende a ABNT NBR 15.575/2013 comprovado através de ensaio, em uso sob o contrapiso, a manta mantém suas propriedades após 10 anos instalados.

Custo: R\$ 7,10 / m²

Características técnicas e desempenho acústico:

- 100 % reciclável;
- Sustentável, pois não possui componentes que agredem ao meio ambiente;
- É inerte quando em contato com produtos químicos;
- Não sofre variação da espessura e densidade com o decorrer do tempo;
- Espessura de 10 mm;
- Rápida e fácil aplicação.

Instrução de uso no preparo da superfície na laje:

A aplicação da manta requer cuidados especiais, tais como: o contrapiso não ter contato com a laje e nem com as paredes, caso contrário, a vibração pode ser transmitida pela estrutura do prédio até outros andares, perdendo eficiência. Retirar o excesso de sujeira e ponta de ferro, após iniciar a aplicação da manta. Junte as mantas de forma que não tenha nenhuma fresta, após aderi-las com uma fita adesiva. Sobre a manta coloque uma tela de arame com o propósito de aliviar as tensões, evitando as trincas. Após assentar o contrapiso com espessura mínima de 4,0 cm.

Amostra A: Piso Dormitório 4 Apto 31 x Apto 21 – Bloco 6 – Torre C. Laje maciça de concreto com espessura de 14cm;

Amostra B: Piso Suíte 1/ Closet Apto 31 x Apto 21 – Bloco 5 – Torre C. Laje maciça de concreto com espessura de 14cm e contrapiso armado de 5,5 a 6cm de espessura, com manta de polietileno Multimpact de espessura de 10mm.

Tabela 13: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Neotérmica)

Amostra	Descrição	Resultados em L`NT,w. (dB)
A	Laje de concreto com 14 cm sem contrapiso sob quarto	74
B	Laje de concreto com 14 cm de espessura com manta de 10 mm e contrapiso de 5,5 cm sob quarto	52

Sem o uso da manta na laje o resultado foi de 74 L`NT,w. (dB). Já com a manta e o contrapiso de 5,5 cm o resultado foi de 52 L`NT,w. (dB).

Apresentação dos resultados obtidos por meio de ensaio (fonte fabricante).

5.3.4 Manta EcoSilenzio de 4 mm (AcousticPiso)

É uma manta acústica em espuma de polietileno reticulado, tecnologia largamente utilizada e consolidada na Europa. Desenvolvida para utilização em sistemas de piso flutuante, resultando em um excelente desempenho na redução de ruídos de impacto.

Custo: R\$ 11,55 / m²

Características técnicas e desempenho acústico:

- Não perde seu desempenho ao longo do tempo;
- Alta resiliência, leve e impermeável;
- Espessura de 4 mm;
- Fácil transporte e manuseio, sem uso de EPIs;
- Alta produtividade, flexível e leve;
- Conforto, tranquilidade e privacidade;
- Harmonia vivendo coletivamente;
- Material reciclável e isento de gás CFC.

Instrução de uso no preparo da superfície na laje:

Para não danificar a manta e não formar PONTES ACÚSTICAS (condução do ruído pela estrutura), remover da superfície materiais pontiagudos e detritos aderidos ao concreto. Remover restos de argamassa que se acumulam nos cantos das paredes. Limpar a laje removendo as sujeiras soltas, devendo permanecer limpa e seca. Se a laje estiver muito irregular (ex: buracos), fazer uma regularização da superfície nestes pontos.

Desenrolar a manta sobre a laje, nas emendas não deixar nenhum espaço entre uma manta e outra, não se recomenda sobreposição. Nas paredes e elementos verticais, subir com a manta em todo o perímetro deixando uma sobra acima do nível do piso, para evitar PONTES ACÚSTICAS.

Aplicar a fita adesiva nas emendas e cantos. Esta fita foi desenvolvida especialmente para o sistema de pisos flutuante AcusticPiso. Nas passagens de porta, corredores e na separação entre um contrapiso aderido (sem manta) e flutuante (com manta), deixar uma junta de dilatação / retração utilizando a própria manta AcusticPiso ou qualquer outro elemento dilatador.

Aplicar o contrapiso sobre a área isolada. Exige-se uma espessura mínima de 4 cm.

Referência: Laje maciça de concreto com espessura de 10cm com contrapiso de 4 cm de espessura e porcelanato de 1 cm;

Ensaio 2: Laje maciça de concreto com espessura de 10cm e contrapiso de 4,0 cm de espessura, com manta AcusticPiso de 4 mm de espessura.

Tabela 14: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (AcusticPiso)

Amostra	Descrição	Resultados em L`NT,w. (dB)
Referência	Laje de concreto com 10 cm de espessura com contrapiso de 4,0 cm e porcelanato de 1,0 cm	69
Ensaio 2	Laje de concreto com 10 cm espessura com manta de 4 mm e contrapiso de 4,0 cm e porcelanato de 1,0 cm	54

Sem o uso da manta na laje o resultado foi de 69 L`NT,w. (dB). Já com a manta e o contrapiso de 4 cm o resultado foi de 54 L`NT,w. (dB).

Apresentação dos resultados obtidos por meio de ensaio (fonte fabricante).

5.3.5 Isolante Acústico Joongblock de 5,00 mm (Joongbo)

É uma manta de polietileno que atenua ruídos aéreos e de impacto quando instalada no sistema de pisos internos em edifícios. Quando instalado sobre a laje, isola o contrapiso do contato com a estrutura portante do prédio evitando a propagação do ruído de impacto, que é originado por quedas de objetos e passos no piso. Atenua, também, sons provenientes de vozes e outros ruídos que se propagam pelo ar (ruídos aéreos). A manta atende aos requisitos da ABNT NBR 15.575/2013.

Custo: R\$ 3,73 / m²

Características técnicas e desempenho acústico:

- Produto Sustentável e 100% reciclável;
- Econômico e durável;
- Leve e de fácil manuseio e aplicação;
- Não necessita de mão de obra especializada;
- Não prolifera fungos e bactérias, pois possui células fechadas;
- Amortecedor de impacto;
- Estrutura formada por células fechadas;
- Ajuda na impermeabilização;
- Atenua as pontes acústicas;
- Termosoldável;
- Comprovado cientificamente no mundo todo.

Instrução de uso no preparo da superfície na laje:

As lajes dos diversos ambientes devem estar secas e limpas, livres de resíduos de argamassa ou outros materiais aderidos à base que possam comprometer o seu correto nivelamento ou mesmo que possam perfurar a manta acústica. Material acústico é previamente colado à laje para receber a talisca (cola branca tipo “Compound” ou similar). Após conferir o nivelamento do piso, executar talisca sobre

a manta acústica. O material isolante deve ser estendido sobre a laje, deixando pelo menos 10 cm de sobreposição nas emendas e, no encontro com as paredes ou com outras superfícies verticais, deve se deixar uma sobra de 10 a 15 cm para garantir a virada no rodapé.

A argamassa de contrapiso deverá ser aplicada em duas camadas, cada uma com espessura de aproximadamente metade da espessura total. Após a aplicação da primeira camada, ela deve ser levemente compactada, posicionando-se, imediatamente, a armadura, cortando-a nas posições coincidentes com as taliscas. Imediatamente após a colocação das telas, deve-se espalhar a segunda camada de argamassa. O tempo entre a aplicação da primeira e da segunda camada não deve superar 15 minutos.

Elemento “6”: Laje maciça de concreto com espessura de 12 cm com contrapiso de 5 cm de espessura e manta Joongbo de 5mm;

Tabela 15: Resultados do ensaio de ruído de impacto em pisos (Joongbo)

Amostra	Descrição	Resultados em L`NT,w. (dB)
Elemento E6	Laje de concreto com 12 cm de espessura com manta de 5 mm e contrapiso de 5,0 cm	60

Não foi apresentado o resultado sem o uso da manta na laje. O resultado com a manta e o contrapiso de 5,0 cm foi de 60 L`NT,w. (dB).

Apresentação dos resultados obtidos por meio de ensaio (fonte fabricante).

5.3.6 Quadro resumo das características

Tabela 16: Matriz com as principais características e desempenho de cada manta pesquisada

Características	Viapol	Aubicon	Neotérmica	AcusticPiso	Joongbo
Matéria prima principal	Asfalto especial	Pneus usados (Asfalto)	Polietileno expandido	Polietileno reticulado	Polietileno
Espessura (mm)	5,0	5,0	10,0	4,0	5,0
Custo (R\$)	16,09	12,71	7,10	11,55	3,73
Resultado dos ensaios sem a manta L`NT,w. (dB)	63	Não apresentado	74	69	Não apresentado
Resultado dos ensaios com a manta L`NT,w. (dB)	51	58	52	54	60
Redução (dB)	12		22	15	
Diferenciais	Absorção sonora nos dois sentidos Imputrescível Não perde as propriedades físicas no decorrer da vida útil	Grânulos com a performance ideal Não sofre variação da espessura Imputrescível	100 % reciclável É inerte Não sofre variação da espessura e com o tempo	Reciclável Alta resiliência, leve e impermeável Alta produtividade, flexível e leve	Produto Sustentável e 100% reciclável Leve e de fácil manuseio e aplicação

5.3.7 O emprego de tela soldada no contrapiso acústico

Conforme escrito acima, o uso de tela soldada no contrapiso é indicado por alguns fornecedores já outros não. Quando recomendada, ela assume a função de absorver as tensões, evitando as trincas. O uso da tela soldada poderá ou não ser facultativo, considerando a espessura do contrapiso empregado.

5.3.8 Resultados do emprego do sistema acústico em construtoras

O propósito de se conhecer as técnicas empregadas por outras construtoras servirá de apoio ou orientação na implantação dentro da construtora estudada. Foram elaboradas algumas perguntas simples sobre as técnicas empregadas e o desempenho alcançado após o emprego do sistema. A seguir são apresentados os resultados.

Tabela 17: Matriz do sistema acústico usado em construtoras

Construtora	Material utilizado	Espessura do contrapiso	Ensaio realizado	Resultados
REM Engenharia	Manta Aubicon de 5,00mm	4,00 cm adição de fibra de polipropileno	No contrapiso, sem a manta	Atendeu o nível mínimo da NBR 15.575
RMA Construtora	Manta Aubicon de 8,00mm	4,50 cm adição de fibra de polipropileno	No contrapiso, COM a manta	Atendeu o nível superior da NBR 15.575

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho foi possível com a leitura das referências bibliográficas. Essa metodologia ajudou a formular um roteiro para implantação de novas tecnologias na empresa, objeto do estudo de caso.

Foram realizados dois estudos de caso para implantação, o primeiro nomeado como “Kit hidráulico” e segundo “Desempenho acústico”. Embora não teve sucesso na implantação no primeiro estudo de caso, a construtora estudada esteve aberta à implantação da tecnologia, permitindo o estudo de caso e disponibilizando as informações solicitadas. Esse fato evidencia que essa construtora busca novas tecnologias.

A percepção sentida no primeiro estudo, após conhecer os processos da construtora, são de que as dificuldades encontradas para efetivar a implantação do kit hidráulico, não está limitada dentro do campo financeiro, embora já se tenha provado que foi uma das barreiras, mas também na resistência da construtora como um todo. Ela é reativa às mudanças. As modificações precisam ocorrer em diversas áreas, tais como: alterações em projetos; treinamento da mão de obra para o modelo proposto, assim como tirar o funcionário de sua zona de conforto.

Outro ponto que não converge para à implantação do kit hidráulico, o que permite uma reflexão sobre o assunto, é baixa taxa de demanda por manutenção hidráulica atualmente, um trunfo da construtora por ter mão de obra própria e treinada empregada no processo produtivo. Ou seja, a implantação do novo modelo poderá pôr em xeque o orgulho da construtora em dizer: “Não temos manutenção no sistema hidráulico”. A mudança do sistema hidráulico atual para o proposto poderá não trazer os benefícios esperados, além de ser necessário um tempo para o treinamento do novo sistema, que não foi mensurando em termos monetários, e o tempo necessário para a adaptação.

A mudança do atual modelo para o novo, teria que consistir em uma vantagem significativa, ou seja, um ganho expressivo financeiro e/ou temporal, ou ainda uma obrigatoriedade ao atendimento às normas vigentes. O que poderia contribuir para a mudança, é a substituição das tubulações de cobre para o Pex, que se tem observado como tendência no mercado. Entretanto, a construtora não aceita a

mudança. Vale ressaltar, que o mercado não tem dados consistentes sobre do uso de cobre no kit hidráulico, correndo o risco de a implantação não ter sucesso.

Ao contrário do primeiro estudo, o estudo da implantação da manta no sistema de piso está em curso na construtora. A construtora entende que seu uso se faz obrigatório, por proporcionar uma melhoria do desempenho acústico de piso e para o atendimento à norma do desempenho. A construtora reconhece que haverá melhoria com o uso da manta, pois poderá proporcionar uma melhora no conforto acústico do usuário pois, como foi apresentado no ensaio realizado, com o não emprego da manta (sistema atual), corre-se o risco do sistema piso não atingir o nível mínimo exigido pela norma.

A escolha da manta pela construtora deverá ser pautada nas características de cada uma, apresentadas pelos fabricantes na pesquisa feita, levando-se em consideração custo e desempenho. Sugere-se a avaliação experimental, feita por meio de situação piloto, uma vez que os resultados serão característicos com o sistema construtivo. A avaliação experimental, fornecerá dados consistentes para a escolha da manta ideal para ser empregada pela construtora. O piloto poderá ser feito com dois fornecedores, um com material à base de asfalto e um segundo de polietileno, de tal modo que possam ser comparados. Uma sugestão é a manta do fornecedor AUBICON, pois além de ter um preço baixo, em relação à outra derivada da mesma base, o fornecedor apresentou bons resultados no ensaio realizado. Uma segunda opção, material feito em polietileno, é a manta do fornecedor NEOTÉRMICA, pois além de ter um preço inferior, em relação aos fornecedores VIAPOL e AUBICON, apresentou bons resultados, segundo o que foi apresentado no ensaio.

Por intermédio do estudo, se observou que as mudanças necessárias nos processos produtivos não devem ser realizadas somente dentro do perímetro da construtora, mas também com fornecedores pelo desenvolvimento de novos produtos e soluções.

Finalmente, considera-se que os objetivos iniciais foram alcançados, com a implantação de inovação, a partir do uso de uma metodologia de ação que considerou o atendimento às normas, competitividade e ganhos na produtividade.

7. REFERÊNCIAS

ABBOTT, Carl; AOUAD, Grassan; OZORHON, Beliz; POWELL, James. **Innovation in Construction - A Project Life Cycle Approach**. Salford, 2010. V4. 48p. University of Salford;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Edificações Habitacionais: Desempenho Parte I, II, III, IV, V e IV. Rio de Janeiro, 2013;

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos: NBR ISO 9001**. Rio de Janeiro, 2008;

BARROS, Mercia M. B. de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. São Paulo, 1996. 422p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;

BRANDÃO, Vladimir; GONÇALVES, Ada C V. **Brasil Inovador: O Desafio Empreendedor - 40 histórias de sucesso de empresas que investem em inovação**. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, 2006;

BRITEZ, Alexandre A. **Metodologia para implantação de inovações tecnológicas: Inovação Tecnológica na Produção de Edifícios**. 20 de fevereiro à 24 de abril de 2014. Notas de Aula do curso de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios;

Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à Norma ABNT NBR 15.575/2013**. BrasíliaFortaleza : Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 308 p;

COSTA, Breno D. L. C; SANTOS, Débora G. de; FREIRE, Kelly P.; SILVA, Rennilson L. O.; RODRIGUES, Waldner V. S. **Práticas profissionais de tecnologia das construções: Obras da Universidade Federal de Sergipe**. Revista Latino-Americana de Inovações e Engenharia de Produção, v. 01, n.1, p.104-125, Jan./Jun. 2013;

HOLANDA, Erika P. T. de. **Novas tecnologias construtivas para produção de vedações verticais: Diretrizes para o treinamento da mão-de-obra**. São Paulo, 2003. 159p. Tese (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;

- MARTINS, Marcelo G. **A inovação tecnológica na produção de edifícios impulsionada pela indústria de materiais e componentes**. São Paulo, 2004. 138p. Tese (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;
- MOURA, Artur. **Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável**. Natal, 2013. Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte;
- OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico). **Manual de Oslo – Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica**. 2004;
- PALIARI, José C. **Métodos para prognóstico da produtividade de mão de obra e consumo unitário de materiais: Sistemas prediais Hidráulicos**. São Paulo, 2008. 281p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;
- SABBATINI, Fernando H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia**. São Paulo, 1989. 207p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo;
- SABBATINI, Fernando H.; BARROS, Mercia M. S. B.; **Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios**. São Paulo, EPUSP, 2003. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/172);
- STOECKICHT, Ingrid P. **Gestão estratégica do capital intelectual orientado à inovação em empreendimentos de engenharia civil**. Niterói, 2012. 136p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia e Instituto de Computação da UFF;
- UNIEMP. Livro: **Inovação em construção civil – coletânea**. São Paulo, 2006.