

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

LEONARDO SASSO MUNIZ SARMENTO

**MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL ROYAL
CONCRETO PVC**

LAGES (SC)

ANO 2020

LEONARDO SASSO MUNIZ SARMENTO

**MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL ROYAL
CONCRETO PVC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Aldori dos Anjos

LAGES (SC)

ANO 2020

LEONARDO SASSO MUNIZ SARMENTO

**MÉTODO CONSTRUTIVO SUSTENTÁVEL ROYAL
CONCRETO PVC**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
APRESENTADO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DO CENTRO
UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST COMO
PRÉ-REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO
TÍTULO DE BACHAREL EM
ENGENHARIA CIVIL.

Lages (SC), 20 de novembro de 2020

Prof. Aldori dos Anjos.
Orientador
Coordenador do Curso de Engenharia Civil

Agradeço, primeiro a Deus, que me deu força e energia em todo o período da graduação.
Agradeço também a minha família que me deu todo o apoio em todos esses anos, nos momentos bons e ruins.
Aos meus colegas de classe, que estiveram juntos em todos os momentos da faculdade.
Ao time Engenhando F.C., por todos os anos de copa CREA, e também toda a parceria no dia a dia, sendo dentro ou fora de campo.
Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa de evolução pessoal e profissional em minha vida.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Resíduos da construção civil I.....	17
FIGURA 2 -	Resíduos da construção civil II.....	17
FIGURA 3 -	Utilização PVC	20
FIGURA 4 -	Programa minha casa, minha vida em São Paulo	21
FIGURA 5 -	Técnica painéis de PVC.....	21
FIGURA 6 -	Módulo I e perfil acople	22
FIGURA 7 -	Formato dos perfis	23
FIGURA 8 -	Formato união	23
FIGURA 9 -	Módulo de acabamento.....	24
FIGURA 10 -	Módulo canaleta.....	24
FIGURA 11 -	Módulo especial.....	25
FIGURA 12 -	Fundação em Radier após a concretagem.....	25
FIGURA 13 -	Amarrações	26
FIGURA 14 -	Obra executada com o sistema Concreto-PVC.....	28
FIGURA 15 -	Comparação.....	29
FIGURA 16 -	Comparativo do uso de água.....	30

TABELA

TABELA 1 -	Número de obras e metragem quadrada estadual de 2002 a 2019.....	15
-------------------	--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPs	- Áreas de Preservação Permanente
Conama	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CREA-SC	- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina
Ibama	- Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
PNMA	- Política Nacional de Meio Ambiente
PVC	- Policloreto de Vinila
RCD	- Resíduos de Construção e de Demolição
SC	- Santa Catarina
Sisnama	- Sistema Nacional do Meio Ambiente
UCs	- Unidades de Conservação

RESUMO

O presente trabalho irá abordar um estudo referente ao método construtivo Royal, desenvolvendo assim uma pesquisa breve sobre a construção civil, onde o crescimento populacional das pessoas ocasionaram o desenvolvimento da construção civil também, em sequência mostrando a importância de buscar formas sustentáveis dentro da construção, procurando inovações no mercado que atinjam positivamente tanto a população quanto o aos olhos daqueles que procuram investir na construção rápida, barata e eficiente. Apresentando assim um sistema que se encaixa em todos os requisitos, buscando a implantação de um novo método dentro da construção civil, utilizando um material muito utilizado em obra, desde a sua fase inicial até o seu acabamento que é o Policloreto de vinila (PVC).

Palavras-chave:

Construção; desenvolvimento; sustentáveis; população; método; Royal.

ABSTRACT

This work will address a study on the Royal constructive method, thus developing a brief research on construction, where the population growth of the people caused the development of construction also, in sequence showing the importance of seeking sustainable forms within the construction, looking for innovations in the market that positively reach both the population and the eyes of those who seek to invest in the construction fast, cheap and efficient. Thus presenting a system that fits all the requirements, seeking the implantation of a new method within the construction, using a material widely used in construction, from its initial phase to its finishing that is the Polyvinyl chloride (PVC).

Keywords:

Construction; development; sustainable; population; method; Royal..

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Apresentação	10
1.2 Descrição do problema	11
1.3 Justificativa	11
1.4 Objetivo geral	12
1.5 Objetivos específicos.....	12
1.6 Metodologia.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Construção Civil no Brasil	14
2.2 Sustentabilidade dentro da Construção Civil	16
2.2.1 Aspectos Legais	18
2.3 Sistema Construtivo Royal	19
2.3.1 Módulo Básico (Módulo I)	22
2.3.2 Módulo de Acoplamento (Perfil Acople).....	22
2.3.3 Módulo Multifuncional.....	23
2.3.4 Módulo de Acabamento.....	23
2.3.5 Módulo Canaleta.....	24
2.3.6 Módulo Especial.....	24
2.4 Comparação entre o Método Royal e o Método Convencional	28
3 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação

Ao longo da história da humanidade aconteceram diversas mudanças quanto ao número de habitantes na Terra. O crescimento populacional ao decorrer dos séculos crescia em um ritmo desigual porém o crescimento não era muito significativo. Após a Segunda Guerra Mundial que as políticas de saúde pública e prevenção de doenças foram implantadas em inúmeros países, investindo assim em pesquisas, desenvolvendo soluções para problemas que afetavam a vida de pessoas, como por exemplo doenças, saneamento básico, reduzindo assim a mortalidade infantil, a majoração da expectativa de vida, aumentando a saúde, qualidade de vida, dentre muitos outros fatores que foram responsáveis pelo crescimento repentino de pessoas na Terra (INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE, 2012).

Alguns países sofrem com problemas de crescimento desenfreado da população, tendo como consequência a escassez de recursos naturais e da distribuição territorial. O homem poderá acarretar ao caos ambiental se continuar poluindo o mundo, extraindo recursos naturais mais do que a natureza pode fornecer ou recuperar e assim sucessivamente, gerando um ciclo cada vez mais destruidor e de difícil reparação (INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE, 2012). É importante ressaltar que o aumento populacional ocorre de forma diferente em cada lugar do mundo.

Contudo, o crescimento na construção civil não se deu diferente, veio como uma consequência deste aumento desenfreado da população e medidas precisaram ser tomadas, tanto em relação aos resíduos obtidos pela construção, quanto de existir maneiras mais baratas e rápidas para suprir a necessidade dessas pessoas.

Diante disto, este trabalho irá abordar estudos referente a um método construtivo que

utiliza o Policloreto de vinila (PVC) em sua composição, onde ao decorrer da pesquisa será apresentado sua versatilidade, custo benefício e principalmente a sustentabilidade. Afim de evitar danos mais graves ao meio ambiente do que o homem já causou.

1.2 Descrição do problema

A construção civil ocupa um papel muito importante na economia brasileira, por gerar empregos em diversas áreas. Porém é uma grande geradora de impactos ambientais, que ocasionam riscos para toda a população, perdendo assim a qualidade de vida como por exemplo: contaminar as bacias hidrográficas, poluição do ar, ruídos, solos, entre outros. Desta forma é necessário que o responsável técnico também planeje em cima destes pontos cruciais para construção civil, pensando assim em atividades mais adequadas e sustentáveis.

Nos dias atuais a discussão é empreender, inovar e utilizar métodos sustentáveis, onde busca-se um sistema que combine seus valores e eficiência, e quem conseguir implantar uma ideia de inovação geralmente estará a um passo à frente dos demais. Diante deste contexto questiona-se “Existe a possibilidade de inovar dentro da construção civil de forma sustentável e rápida?”

1.3 Justificativa

O propósito deste trabalho é buscar um método sustentável dentro da construção civil que seja vantajoso tanto para o responsável técnico quanto a população em geral, apresentando assim o sistema construtivo Royal, demonstrando seu desenvolvimento, suas vantagens na sua construção rápida e econômica.

Segundo André Nagalli (2014), nas últimas décadas os resíduos de construção e de demolição (RCD) vêm recebendo atenção em todo o mundo, pois estão se tornando um dos principais agentes para a poluição ambiental e a construção civil nos moldes como é conduzida hoje, apresenta uma grande geradora de resíduos.

Assim, tem-se que:

No Brasil, onde boa parte dos processos construtivos é essencialmente manual e cuja execução se dá praticamente no canteiro de obras, os resíduos de construção e de demolição, além de potencialmente degradadores do meio ambiente, ocasionam problemas logísticos e prejuízos financeiros (NAGALLI, 2014, p.05).

Diante do que foi citado, pesquisar-se-á em livros, artigos e normas a integração de conteúdos que auxiliem na pesquisa sobre o sistema construtivo Royal, relacionando assim a importância de novos modelos sustentáveis dentro da construção civil.

1.4 Objetivo geral

O presente trabalho tem como o objetivo, fazer uma conscientização da importância da introdução de métodos sustentáveis na construção civil, podendo assim não apenas suprir o déficit habitacional, mas sim fazendo isso de uma forma que possa trazer uma melhoria ao meio ambiente, diminuindo o fator de poluição e aumentando a conscientização populacional. Visando expandir a procura por parte dos profissionais da engenharia procurarem novos métodos construtivos, analisando a importância da diminuição dos resíduos sólidos na construção civil.

1.5 Objetivos específicos

- a) Apresentar o crescimento da população que ocasionaram o aumento das construções, gerando assim resíduos significantes para a construção civil;
- b) Auxiliar o entendimento da construção sustentável, apresentando o impacto que a construção civil causa ao meio ambiente;
- c) Acompanhar o desenvolvimento da inovação dentro da engenharia civil em construções que seja mais rápida, pensando também na economia e sustentabilidade;
- d) Expor o sistema construtivo Royal, apresentando suas vantagens;
- e) Comparar o método convencional ao sistema construtivo apresentado no trabalho.

1.6 Metodologia

No presente trabalho foi utilizado o método de pesquisa descritiva, com a finalidade de um maior estudo, utilizando livros, artigos e outros trabalhos pertinentes aos assuntos abordados ao decorrer do presente trabalho tal como: Sustentabilidade dentro da construção civil, utilização do PVC no sistema construtivo Royal, entre outros temas citados.

Além de se basear em algumas normas e órgãos que serão mencionadas durante a pesquisa referente ao gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Construção Civil no Brasil

O desenvolvimento da Construção Civil no país trouxe consigo várias mudanças, isto é, uma crescente economia interferindo assim no fortalecimento do setor social, gerando empregos. “O papel da Construção Civil está diretamente ligado com o bem-estar da população, abrangendo também princípios de cidadania como inclusão social e divisão ente espaços particulares e públicos” (MIKAIL, 2013).

O primeiro grande crescimento na Construção Civil brasileira aconteceu na década de 1940, durante o governo de Getúlio Vargas, pois era investido muito no desenvolvimento de estrutura, onde o Brasil se tornou um país muito importante por conta do seu conhecimento a respeito do concreto. Na década de 50 a construção civil caiu, pois passou a receber menos incentivo do Estado, ficando sob o domínio maior da iniciativa privada. Na década de 1970, durante o regime militar, as construtoras particulares passaram a construir somente os prédios de apartamentos e escritórios comerciais (MIKAIL, 2013).

Na década de 1980 começa a haver um retorno do capital privado na Construção Civil e, em 1990, já começava a haver uma preocupação maior com a qualidade do produto final, passando as construtoras a qualificar mais a mão de obra de suas equipes. Percebemos que, no decorrer da história da Construção Civil no Brasil, os papéis do Estado e da iniciativa privada se revezaram no topo da lista de investidores. Tal fenômeno é um reflexo da constante mudança de paradigmas que a política do Brasil viveu do meio do século XX até hoje (MIKAIL, 2013).

Atualmente a construção civil vêm empregando e trazendo boas oportunidades para a população, após o país passar por uma crise economia nos últimos anos e no momento atual (2020) estar no meio de uma pandemia, então, aumenta-se a probabilidade da crise econômica persistir no Brasil, porém a construção poderá contribuir para alavancar a economia. Pois suas atividades movimentam diversos setores na indústria e irá demandar da mão de obra.

Observa-se os dados a seguir retirados do site do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina (CREA-SC):

Tabela 1 – Número de obras e metragem quadrada estadual de 2002 a 2019.

Ano	Nº de obras	m² construído
2002	2.209	1.617.662,69
2003	2.504	919.926,80
2004	2.602	923.245,30
2005	x	x
2006	3.002	1.038.815,01
2007	3.434	1.340.369,30
2008	2.920	1.497.995,42
2009	3.647	1.605.151,37
2010	4.315	2.400.332,02
2011	4.413	2.152.862,99
2012	3.403	2.678.067,96
2013	4.097	2.878.664,41
2014	3.428	2.226.164,41
2015	2.488	2.502.322,93
2016	2.404	1.877.318,25
2017	2.243	1.356.423,28
2018	2.293	1.790.808,56
2019	2.761	2.348.014,05
TOTAL	52.163	31.154.144,75

Fonte: Acervo pessoal, 2020.

Os dados mencionados acima são referentes ao número de obras e a metragem quadrada construída no estado no mês de dezembro de cada ano, foi optado computar apenas o mês de dezembro, para se obter um parâmetro de quantidades ao final do ano, pois em cada intervalo de meses a contagem não começa do zero e sim serão somatizadas as novas obras e as concluídas descartadas nos meses seguintes, então, é como se dezembro fizesse a contagem final, isto é, não contará novamente todas as obras não concluídas.

Diante disso, percebe-se que no ano de 2005 não apresenta nenhum dado no site do CREA-SC, portanto há possibilidade do total ser maior do que o apresentado. O número de obras apresentadas de 2002 até 2019 é de 52.163 (cinquenta e dois mil e cento e sessenta e três) e de área construída 31.154.144,75 m² (trinta e um milhões e cento e cinquenta e quatro mil cento e quarenta e quatro e setenta e metros quadrados).

Para o ano de 2020 último dado apresentado do CREA-SE é do mês de setembro, apresentando assim o número de 3.749 (três mil e setecentos e quarenta e nove) de obras no estado e de área construída até este período de 3.807.586,00 m² (três milhões e oitocentos e sete mil quinhentos e oitenta e seis metros quadrados).

Portanto, nota-se que o número de obras no estado é variável, teve o seu pico no ano de 2011 e depois disso foi caindo, porém a previsão para o ano de 2020 é que retorne a aumentar a construção civil em Santa Catarina (SC), conforme dados apresentados.

2.2 Sustentabilidade dentro da Construção Civil

Segundo André Nagalli (2014), o ser humano sempre utilizou os recursos naturais para atender suas necessidades. Inicialmente pelo uso de peles de animais para vestimentas, outras partes deles para criar instrumentos de caça e confeccionar objetos para sua sobrevivência. Nota-se que ao longo da história, o homem aumentou sua apropriação dos recursos naturais e estão gerando resíduos muito mais do que o esperado.

Pode-se dizer que hoje existe uma sociedade um pouco mais consciente, mas é um ponto que precisa não apenas ser comentado e sim colocá-lo em prática, propondo criar iniciativas que minimizem a geração dos resíduos sólidos. Este levantamento precisa ser mais abordado na construção civil, já que ela é uma grande geradora de resíduos sólidos.

A gestão dos resíduos da construção civil teve suas diretrizes estabelecidas pela Resolução Conama nº 307 (2002), que define resíduo da construção civil como provindo de construções, reformas, reparos, demolições, preparação e escavação de terrenos, resultantes de: tijolos, blocos cerâmicos, concreto, resinas, tintas, madeiras, forros, vidro, gesso, telhas, etc. Incluídos como resíduos da construção civil (NAGALLI, 2014).

Considerando a demanda ambiental do constante reaproveitamento dos resíduos gerados, é preciso utilizar estratégias de reutilização (reaplicação de um resíduo sem transformação), reciclagem (processo de reaproveitamento de um resíduo), beneficiamento (ato de submeter um resíduo a operações e/ou processos que tenha, por objetivo dotá-los de condições que permitam sua utilização como matéria prima ou produto) (NAGALLI, 2014, p.14).

Portanto o interesse de apresentar o Sistema Construtivo Royal é pensando exatamente nessa proposta citada pelo autor acima, utilizar uma nova estratégia para o reaproveitamento de um material muito utilizado dentro da construção civil e pensando é claro na geração deste

resíduo.

Abaixo será apresentado algumas ilustrações referente aos resíduos citados anteriormente da construção civil:

Figura 1 – Resíduos da construção civil I.



Fonte: PRADO FILHO, 2017.

Figura 2 – Resíduos da construção civil II.



Fonte: RIBEIRO, 2019.

Diante disso, para evitar estes ocorridos acima, complementa-se que “sem dúvidas, essa sustentabilidade só poderá ser alcançada se for dada a devida atenção à questão dos

resíduos de construção” (NAGALLI, 2014, p.59).

2.2.1 Aspectos Legais

Segundo o autor André Nagalli (2014), quanto mais efetivas forem as fiscalizações, maior é a probabilidade de se cumprir os preceitos ambientais legais. Lembrando que cada profissional deve se atualizar quanto aos requisitos legais e aplicáveis a seus empreendimentos e respeitá-los. No Brasil, foram criadas diversas diretrizes nas últimas décadas, criando então estruturas administrativas que fiscalizassem essas políticas ambientais.

Em 1981 foi criada a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA – Lei Federal nº 6.938 - Brasil, 1981), que iniciou o incentivo ao zelo ambiental, posteriormente o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) passou a ser composto pelos seguintes órgãos:

- a) Conselho de Governo: “Órgão superior, sob cuja responsabilidade está assessorar tecnicamente a presidência da República na elaboração da PNMA e suas diretrizes” ((NAGALLI, 2014, p.18).
- b) Ministério do Meio Ambiente (MMA): “Órgão central, possui a função de planejar, coordenar, controlar e supervisionar a PNMA, bem como suas diretrizes” (NAGALLI, 2014, p.19).
- c) Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama): “Órgão consultivo e deliberativo, cuja função é estabelecer normas e limites e/ou padrões federais de poluição ambiental, que deverão ser observados pelos Estados e Municípios” (NAGALLI, 2014, p.19).
- d) Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama): “Possui a função de coordenar, fiscalizar, controlar, fomentar, executar a PNMA e a preservação e conservação dos recursos naturais” (NAGALLI, 2014, p.19).
- e) Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio): Responsável pela gestão das Unidades de Conservação (UCs) federais, tais como parques nacionais, estações

ecológicas, entre outras. Além de atuar também na fiscalização e licenciamento dentro desses territórios (NAGALLI, 2014).

Ademais, possui os órgãos seccionais e locais, que são entidades estaduais e consecutivamente municipais responsáveis pela atividade de fiscalização e controle dentro das respectivas jurisdições de cada uma.

Essas diretrizes estabelecem procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, como por exemplo: Questões envolvendo Áreas de Preservação Permanente (APPs), material para aterros (bota-fora), definição de conceitos como resíduos de construção, transportador, reciclagem, classificação dos resíduos, definição da responsabilidade do engenheiro, dentre vários requisitos importantes dentro da sustentabilidade na engenharia civil.

Salienta-se assim, a importância de ter estes conhecimentos básicos para podermos prosseguir com a pesquisa e abordar o assunto principal que esta correlacionando todas estas questões citadas anteriormente. Para assim ser tratado do Sistema Construtivo Royal em si.

2.3 Sistema Construtivo

O PVC é fabricado a partir de dois materiais: o petróleo e o sal. Através da refinação do petróleo e eletrólise da mistura de sal e água se obtêm cloro e etileno que quando misturados formam o monômero cloreto de vinila. Segundo estudos o PVC possui uma alta resistência à tração, sendo mais resistente à tração do que o concreto. Além disto, o PVC é o segundo termoplástico mais consumido no mundo. Podemos observar a seguir algumas de suas utilizações (DINIZ et al., 2015).

Figura 3 – Utilização do PVC.



Fonte: CHANAN, 2016, apud ROYAL DO BRASIL.

A falta de mão de obra vem diminuindo a cada dia devido ao crescimento acelerado das cidades e das construções, como já visto anteriormente. Por esses motivos a indústria do PVC vem aumentando consideravelmente para atender a demanda necessária com as exigências e prazos da obra. A construção civil requer não apenas a agilidade, mas também criatividade que tenha o acompanhamento econômico, por isso o método Concreto-PVC vêm se destacando no mercado, pois este método oferece muitas vantagens como: rapidez, limpeza, organização, prazo, orçamento e muitos outros benefícios (DINIZ et al., 2015).

Além do método construtivo Royal possui todas as vantagens citadas acima, é uma alternativa que vêm ganhando seu espaço no mercado no Brasil, com sua inovação e maneira de construir.

Segundo Diniz et al. (2015), a tecnologia foi desenvolvida pela Royal Group Technologies no início da década de 80 e foi chegar ao Brasil em 1998, com a construção de uma escola no município de Macaé, no Rio de Janeiro e hoje ganha seu destaque nas casas populares do programa “Minha Casa, Minha Vida” (figura 04).

Figura 4 – Programa minha casa, minha vida em São Paulo.



Fonte: DH DIGITAL, 2020.

No Brasil, a maior quantidade de obras utilizando o Concreto-PVC está concentrada na região Sul, utiliza-se uma técnica bem simples, modula por meio de painéis leves de PVC, de encaixe simples e rápido, com espessuras e alturas variáveis, dependendo do projeto são preenchidos internamente com concreto e aço estrutural (DINIZ et al., 2015). Como podemos observar a seguir.

Figura 5 – Técnica painéis de PVC.



Fonte: DINIZ et al., 2015.

Este método está limitado a edificações de até quatro pavimentos, podendo ser executado em qualquer região, como existem poucas fábricas de perfis de PVC e não existem muitos profissionais capacitados de executar os projetos, o método ainda não é executado em todas as regiões do estado (CHANAN, 2016).

O sistema construtivo Royal é constituído por painéis de PVC ocos encaixados verticalmente. Após montados, os perfis são preenchidos com concreto como já citado anteriormente. Porém estes perfis podem ser utilizados de várias formas, bem como será mencionado cada uma delas a seguir. Salienta-se ainda que os painéis de PVC já possuem acabamento final, podendo também receber pintura, revestimentos texturizados e cerâmicos.

A seguir será apresentado os diferentes tipos de perfis utilizados na construção civil:

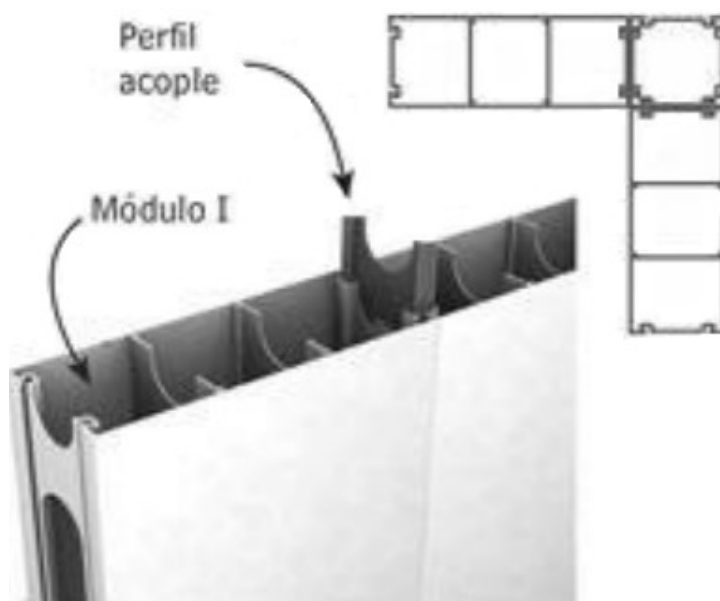
2.3.1 Módulo Básico (Módulo I)

“São perfis com 20 cm de largura apresentando a cada 6,5 cm duas nervuras para encaixe dos módulos acople” (CHANAN, 2016), como podemos observar na Figura 6.

2.3.2 Módulo de Acoplamento (Perfil Acople)

Este fica na parte interna do sistema, faz a união entre dois módulos, possui seção transversal em formato de “I” (CHANAN, 2016), como podemos observar na Figura 6”.

Figura 6 – Módulo I e perfil acople.

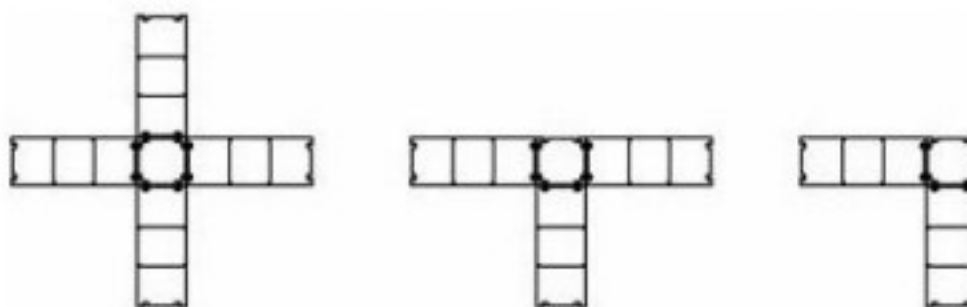


Fonte: CHANAN, 2016.

2.3.3 Módulo Multifuncional

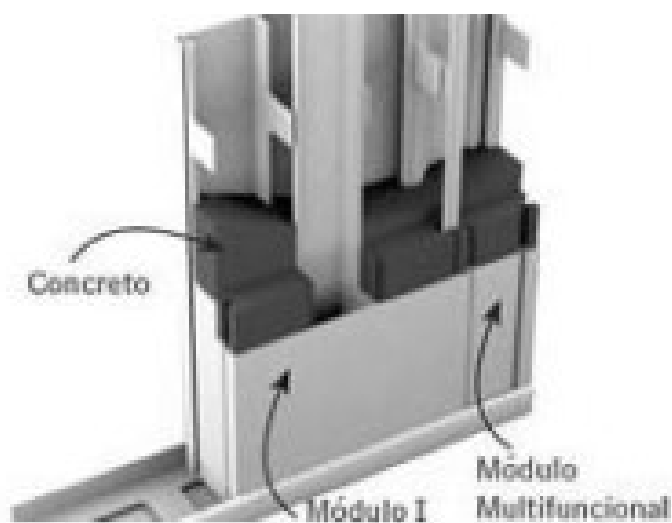
“São perfis colocados no encontro entre paredes, formando união em formato “T”, “L” ou em cruz, são perfis com seção quadrada, com dimensões conforme largura das paredes de projeto” (CHANAN, 2016), como podemos observar na Figura 7 e 8.

Figura 7 – Formatos dos perfis.



Fonte: CHANAN, 2016.

Figura 8 – Formato união.



Fonte: CHANAN, 2016.

2.3.4 Módulo de Acabamento

“Perfis usados para dar acabamento nos cantos, janelas e portas da edificação” (CHANAN, 2016), como podemos observar na Figura 9.

Figura 9 – Módulo de acabamento.



Fonte: CHANAN, 2016.

2.3.5 Módulo Canaleta

“São perfis com a parte inferior e superior fechadas para não serem preenchidos com concreto. Ficam na parte interna dos módulos básicos, por onde passam os fios e cabos” como podemos observar na Figura 10.

Figura 10 – Módulo canaleta.



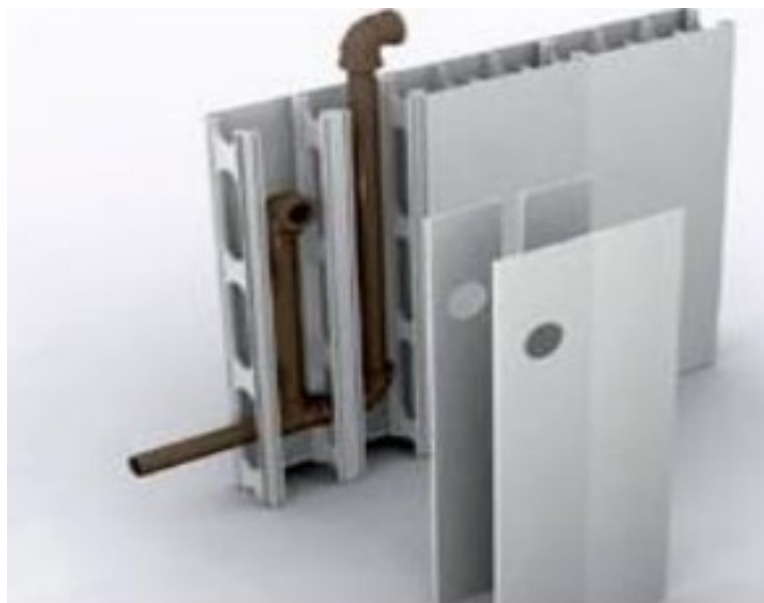
Fonte: CHANAN, 2016.

2.3.6 Módulo Especial

“São lâminas de PVC, com orifícios por onde terá acesso a tubulação hidráulica da

edificação” como podemos observar na Figura 11.

Figura 11 – Módulo especial.



Fonte: CHANAN, 2016.

Já a fundação não é influenciada pelo método, como já visto é um método limitado já que suporta edificações de até quatro pavimentos. Geralmente nestas construções é optado a fundação tipo Radier, onde já são deixadas fixas nesta etapa inicial as tubulações elétricas e hidráulicas. Pode-se observar um exemplo claro desse tipo de fundação na figura 12.

Figura 12 – Fundação em Radier após a concretagem.



Fonte: PEREIRA, 2019.

Radier é um tipo de fundação rasa que se assemelha a uma placa ou laje que abrange toda a área da construção. Os **radiers** são lajes de concreto armado em contato direto com o terreno que recebe as cargas oriundas dos pilares e paredes da superestrutura e **descarregam sobre uma grande área do solo** (PEREIRA,2019).

O tipo de fundação Radier é escolhido geralmente por obras de pequeno porte e quando necessita de rapidez na execução, por isso, é o tipo de fundação ideal para o sistema construtivo, já que menciona-se tanto o tempo e eficiência do método.

“Conforme são colocados os módulos, onde existem as ancoragens (Figura 13), são amarradas junto às esperas barras de aço com orientação vertical que serão de função estrutural do projeto” (CHANAN , p.56, apud FRANK, 2008).

Figura 13 – Amarrações.



Fonte: CHANAN, 2016, apud ROYAL DO BRASIL.

Segundo responsável da Royal do Brasil:

É necessária a colocação adicional de barra de aço de 8mm de diâmetro nos cantos da edificação, além das laterais de portas e janelas, para uma garantia estrutural. Essas barras são apenas apoiadas na laje, e centralizadas na espessura dos painéis, possuindo o comprimento da mesma medida do pé direito do andar em execução (CHANAN , p.56, apud ROYAL DO BRASIL, 2011).

O Sistema aceita o tipo de laje moldada in loco ou pré-moldada e para ampliação acaba tornando-se mais fácil pelo fato de ser necessário apenas retirar o perfil de PVC.

A concretagem é realizada preferencialmente com betoneira e a mão, é recomendável que seja utilizado concreto leve, pois garante um melhor isolamento acústico e térmico e ao mesmo tempo garante a resistência mecânica necessária. Laçamentos de concreto em grandes alturas dever ser evitados, pois pode deformar a superfície dos painéis. Além de tudo isso, não deve ser feita a vibração do concreto e sim utilizar apenas pequenas batidas para garantir que não haja vazios. Essas batidas podem ser feitas com martelo de borracha ou taco de madeira (DINIZ et al., 2015).

O concreto indicado para fazer o preenchimento da parte interna dos perfis deve ser o concreto auto adensável com resistência mínima de 20 Mpa. Porém também pode ser usado um concreto com adição de aditivo plastificante para garantir uma maior fluidez, atingindo um slump de 21 cm com uma margem de erro de 3 cm, com a mesma resistência mínima de 20 Mpa. (CHANAN, p.58, apud CICHINELLI, 2013).

Após a execução completa das paredes e lajes, são instaladas as janelas e portas, sua vedação é feita com selantes a base de poliuretano. Os perfis de PVC podem ficar expostos, podendo representar o acabamento final interior e exterior da estrutura, sem necessidade de pintura, porém também é possível a aplicação de outros materiais de acabamento na superfície de PVC, como texturas, tintas, azulejos, granitos, entre outros (CHANAN, p.61, apud SALES, 2012).

Em relação a cobertura, pode-se caracterizar a cobertura tradicional composta por dois elementos muito importante: armação e o revestimento.

A armação, que é responsável pela sustentação do revestimento, pode ser executada de madeira, aço, alumínio ou concreto-armado. Já o revestimento impermeabilizante, que se encontra acima da armação, este deve ser de algum material impermeável à água pluvial, resistente à ação dos ventos e intempéries, impossibilitando a entrada de água da chuva no interior da edificação. (CHANAN, p.31, apud CARDOSO, 2000).

E existem dois tipos de coberturas: as inclinadas de telhado e as de concreto impermeabilizadas.

- a) Inclinadas de telhado: “As de telhado também são chamadas de tradicionais, enquanto as de concreto impermeabilizado surgiram no final dos anos XIX, não necessitando de armação e telhado” (CHANAN, p.32, 2016).

- b) Concreto impermeabilizadas: “As de concreto são executadas em concreto-armado, e não possuem armação, sua impermeabilização é feita a partir da continuidade do material vedante, como mantas, membrana líquida ou revestimento cerâmico” (CHANAN, p.32, 2016).

Uma das grandes vantagens do sistema é a sustentabilidade, pois a união do Concreto e o PVC oferecem um menor impacto ambiental comparado a métodos convencionais. Além do baixo custo de manutenção e a longa vida útil do sistema.

Podemos observar a seguir uma obra concluída, “executada com o sistema Concreto-PVC. A obra possui dois andares e foi realizada pela empresa Global Housing, de Santa Catarina” (CHANAN, p.64, apud GLOBAL HOUSING INTERNATIONAL, 2015).

. **Figura 14** – Obra executada com o sistema Concreto-PVC.



Fonte: CHANAN, 2016, apud GLOBAL HOUSING INTERNATIONAL, 2015.

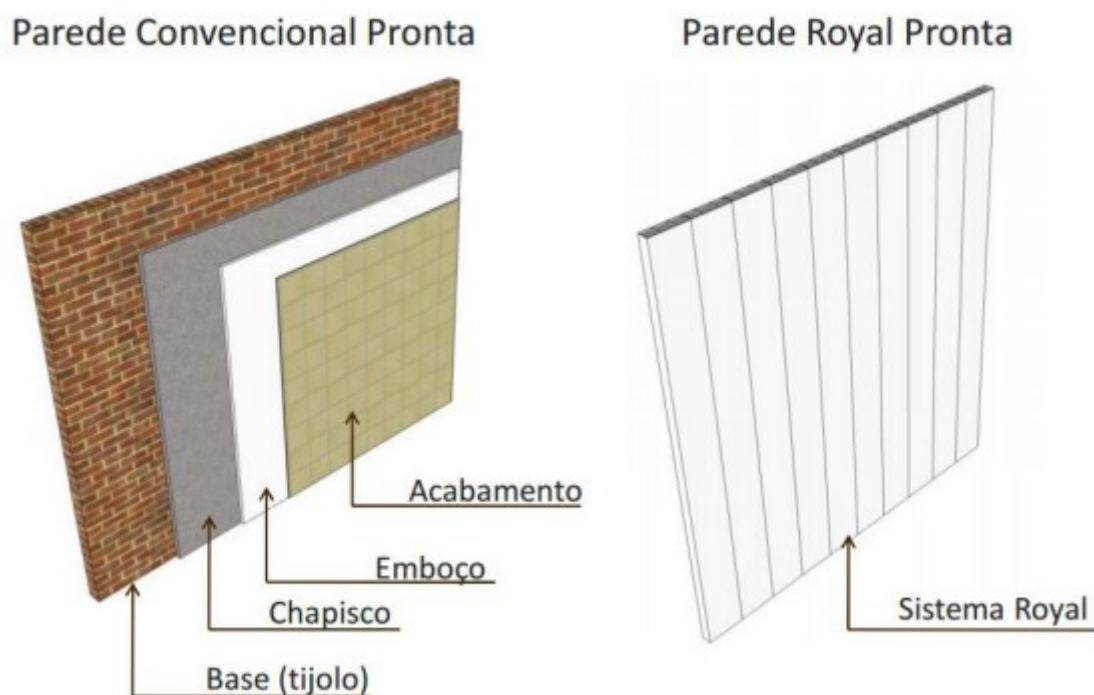
2.4 Comparação entre o Método Royal e o Método Convencional

Comparando o método Royal e o convencional, podemos citar a diferença de tempo entre os sistemas, pois o sistema construtivo Royal é muito mais rápido, pelo fato de já

possuir os perfis prontos, possuir um canteiro de obra mais limpo, reduz o número de mão de obra, reduz a produção de resíduos sólidos, diminuindo assim o impacto ambiental gerado pela construção civil. Além de ser um sistema mais econômico.

A seguir podemos observar a comparação do material e da quantidade, utilizada em cada método:

. Figura 15 – Comparação.



Fonte: CHANAN, 2016, apud ROYAL DO BRASIL.

Nota-se que o método convencional utiliza muito mais material do que o Sistema Royal, sendo assim uma vantagem para o novo sistema construtivo, elevando a rapidez da construção e diminuindo custos. Referente ao isolamento acústico apresenta-se:

Bom isolante acústico, devendo atender a norma NBR 15575-4, – Edifício habitacionais de até cinco pavimentos: Sistemas de vedações verticais externas e internas (2013), onde apresenta que as paredes devem proporcionar um índice mínimo de redução sonora ponderado (R_w). Estes índices estão apresentados na tabela 3, medidos em Decibéis. (SINAT nº 004, 2010) (CHANAN, p.46, 2016).

Vimos que o PVC além de ser um dos termoplásticos mais consumidos do mundo ele pode ser muito útil na construção civil, além de todas as propriedades já citadas no trabalho ele é resistente à ação de fungos, roedores, intempéres como: sol, chuva, vento e maresia. Não somente, mas também é ótimo isolante térmico, elétrico e acústico. Tornando-o assim muito versátil.

Segundo estudos realizados pelo Luís Antônio Chanan, estudante de engenharia civil do Centro Universitário Univates no estado do Rio Grande do Sul, além da redução de mão de obra e material, o sistema apresenta uma grande redução de entulhos, sendo aproximadamente em 90% comparado com obras convencionais. Seu estudo apresentou também uma pesquisa realizada pela Royal do Brasil (2011), como podemos observar a seguir:

Comparando o uso de água para a execução de uma obra de padrão popular com 43 m² de área, a redução na porcentagem de uso de água atingiu aproximadamente 73%, o que reflete diretamente na diminuição do impacto ambiental” (CHANAN, p.47, 2016).

Deste modo apresenta-se assim o quadro comparativo do uso de água realizado pela Royal:

Figura 16 – Comparativo do uso de água.

ANÁLISE COMPARATIVA (%)		
Casa de 43m ² de área total padrão Popular		
DESCRIÇÃO	CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL (litros)	CONSTRUÇÃO COM CPVC (litros)
Umedecer tijolos	2400	0
Argamassa para assentamento	800	0
Argamassa para rebocos	900	0
Consumo humano	480	75
Perdas variadas	1600	200
Concreto das paredes	130	936
Concreto das fundações	672	672
Totais	6982	1883

Fonte: CHANAN, 2016, apud ROYAL DO BRASIL.

Portanto o sistema Concreto-PVC possui muitas vantagens comparando ao sistema convencional utilizado pela construção civil.

3 CONCLUSÃO

Comparando o sistema abordado no presente trabalho e o sistema convencional, o qual aprendemos durante o nosso curso de formação, observou-se que o sistema de concreto PVC levou vantagem em sua eficiência, rapidez, custo e sustentabilidade. Porém ela é limitada, isto é, para edificações de grande porte não é recomendado utilizar este método construtivo Royal.

Outro ponto a ser relevado para a escolha do método a utilizar na construção, é a mão de obra qualificada, pois o sistema construtivo Royal utilizada perfis, como foi citado durante o trabalho e estes perfis necessita de um processo manual na hora da concretagem e sendo mal executado pode afetar o resultado final, implicando em resistência menor do que o esperado na estrutura, rasgos nas paredes ou quando as paredes ficam fora de prumo ou desalinhadas.

Por outro lado, a utilização do método concreto PVC, apesar de demandar mão de obra qualificada, ela reduz o número de trabalhadores e material, além de reduzir o desperdício de entulhos e resíduos da construção civil comparados a construções convencionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANAN, Luís Antônio. **ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS DE UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EXECUTADA COM MÉTODO CONSTRUTIVO CONVENCIONAL E CONCRETO-PVC**. 2016. 109 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2016. Cap. 0. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/79834711.pdf>. Acesso em: 25 out. 2020.

CREA-SC (Santa Catarina). Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina (org.). **ESTATÍSTICOS: construção civil** ∴ número de obras e metragem quadrada estadual de 1990 a 2020. Construção Civil – Número de obras e metragem quadrada estadual de 1990 a 2020. 2020. Disponível em: <https://portal.crea-sc.org.br/divulgacao/estatisticos/>. Acesso em: 28 out. 2020.

DH DIGITAL (org.). **Sistemas construtivos inovadores chegam ao Minha Casa, Minha Vida.**: construções que permitem reduzir o custo das unidades e elevar a produtividade, sem prejudicar a qualidade, tendem a dar impulso ao programa.. Construções que permitem reduzir o custo das unidades e elevar a produtividade, sem prejudicar a qualidade, tendem a dar impulso ao Programa.. Disponível em: <https://www.sh.com.br/sistemas-construtivos-inovadores-chegam-ao-minha-casa-minha-vida/>. Acesso em: 25 out. 2020.

DINIZ, Adão Vieira *et al.* **TRABALHO DE PESQUISA SOBRE COMPARATIVO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS**: em concreto-pvc e sistema convencional. 2015. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2015. Cap. 0. Disponível em: <https://biblioteca.univap.br/dados/000030/00003072.pdf>. Acesso em: 25 out. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE (org.). **Os perigos do crescimento da população mundial**. 2012. Disponível em: <https://www.inbs.com.br/perigos-crescimento-populacao-mundial/>. Acesso em: 05 out. 2020.

MIKAIL, Eduardo. **Engenharia**: a construção civil no brasil. A Construção Civil no Brasil. 2013. Disponível em: <https://engenharia360.com/a-construcao-civil-no-brasil/>. Acesso em: 10 out. 2020.

NAGALLI, André. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 176 p.

PEREIRA, Caio. **O que é radier?**: vantagens e desvantagens do radier. características das fundações em radier. o que é radier e como fazer as fundações rasas do tipo radier..

Vantagens e Desvantagens do radier. Características das fundações em radier. O que é radier e como fazer as fundações rasas do tipo radier.. 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/radier/>. Acesso em: 27 out. 2020.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues do. **Aprendendo a gerenciar os resíduos da construção civil com a norma técnica.** 2017. Disponível em: <https://qualidadeonline.wordpress.com/2017/04/13/aprendendo-a-gerenciar-os-residuos-da-construcao-civil-com-a-norma-tecnica/>. Acesso em: 16 out. 2020.

RIBEIRO, Renan. **PJF trabalha para atualizar lei sobre resíduos da construção civil:** objetivo é levar projeto, que propõe instituição de sistema municipal, para ser votado na câmara municipal. Objetivo é levar projeto, que propõe instituição de sistema municipal, para ser votado na Câmara Municipal. 2019. Disponível em: <https://tribunademinas.com.br/noticias/cidade/26-01-2019/pjf-trabalha-para-atualizar-lei-sobre-residuos-da-construcao-civil.html>. Acesso em: 16 out. 2020.