



**UFMG**  
Escola de Engenharia  
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção  
Curso de Especialização em Construção Civil

---

## **MONOGRAFIA**

# **UTILIZAÇÃO DE TELHAS PLÁSTICAS DE MPVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Autora: Cristiane Batista Amorim

Orientadora: Profª Paula Bamberg

Janeiro/2014

CRISTIANE BATISTA AMORIM

**UTILIZAÇÃO DAS TELHAS PLÁSTICAS DE MPVC NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Construção Civil  
da Escola de Engenharia da UFMG

Ênfase: Gestão e Tecnologia na Construção Civil

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Paula Bamberg

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG

2014

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Paula Bamberg, pela paciência, atenção e disponibilidade.

## RESUMO

As telhas plásticas de MPVC (policroto de vinila modificado ou PVC modificado) são predominantemente destinadas a unidades térreas isoladas e geminadas e sobrados destinados a habitações. Foram criadas para oferecer economia, alta resistência e durabilidade, proteção e conforto para os ambientes onde são utilizadas, além de resistir a variações de temperatura. Este trabalho teve como finalidade analisar esta nova tecnologia em coberturas, sua composição, seu processo de fabricação, comportamento físico e mecânico, bem como sua utilização na construção civil.

**Palavras – chave:** coberturas; telhas plásticas; MPVC; construção civil

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1: Detalhes de um sistema de cobertura.....  | 13 |
| Figura 1.2: Recobrimento longitudinal (a) e transversal (b).....  | 15 |
| Figura 1.3: Fotografia de amostra da telha de MPVC utilizada .....  | 36 |
| Figura 1.4: Ilustração do projeto visual e dimensional (em mm) da amostra<br>de telha Avaliada .....                              | 37 |
| Figura 1.5: Detalhes do sistema de fixação das telhas de MPVC .....   | 38 |
| Figura 1.6: Fotografia de armazenamento das telhas e das<br>cumeeiras em obra.....  | 38 |
| Figura 1.7: Fotografia da estrutura de telhado em perfis metálicos.....   | 39 |
| Figura 1.8: Fotografia de instalação da primeira telha .....  | 39 |
| Figura 1.9: Fotografia do detalhe da calha instalada.....   | 40 |
| Figura 1.10: Fotografia do corte de telha próximo a cumeeira .....  | 40 |
| Figura 1.11: Fotografia da furação da telha e fixação da telha no<br>perfil metálico .....  | 41 |
| Figura 1.12: Fotografia da montagem de uma água do telhado.....   | 41 |
| Figura 1.13: Fotografia da distribuição das peças de fixação das<br>telhas à estrutura metálica no recobrimento longitudinal..... | 42 |
| Figura 1.14: Fotografia da linha da cumeeira .....  | 42 |
| Figura 1.15: Fotografia da face interna e externo do telhado montado<br>com duas águas .....                                      | 43 |
| Figura 1.16: Vista frontal da edificação unifamiliar .....  | 43 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1.1: Requisitos para caracterização das telhas plásticas de MPVC  | 25 |
| Tabela 1.2: Resistência da telha plástica aos raios ultravioletas .....  | 28 |
| Tabela 1.3: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação ao isolamento térmico .....                        | 29 |
| Tabela 1.4: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação ao isolamento acústico .....                       | 29 |
| Tabela 1.5: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação a resistências às intempéries.....                 | 30 |
| Tabela 1.6: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação à proliferação de insetos e micro-organismos ..... | 30 |
| Tabela 1.7: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação ao aspecto visual .....                            | 31 |
| Tabela 1.8: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação à durabilidade da cor .....                        | 31 |
| Tabela 1.9: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação à vida útil .....                                  | 32 |
| Tabela 1.10: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação à maresia .....                                   | 32 |
| Tabela 1.11: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação à facilidade de instalação .....                  | 32 |
| Tabela 1.12: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação ao índice de manutenção .....                     | 33 |
| Tabela 1.13: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação ao peso por metro quadrado .....                  | 33 |
| Tabela 1.14: Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes<br>no mercado em relação ao custo sistémico por metro quadrado .....       | 34 |

## LISTA DE NOTAÇÕES, ABREVIATURAS

PVC = policloreto de vinila

MPVC = pvc modificado

PP = polipropileno

PET = politereftalato de etileno

ASA = acrílico estireno acrílico

KN = kilonewton

ITA = instituição técnica avaliadora

SINAT = sistema nacional de aprovação técnica

HCl = ácido clorídrico

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 10 |
| 2. OBJETIVOS .....  | 12 |
| 2.1 <i>Objetivo Geral</i> .....   | 12 |
| 2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....  | 12 |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....  | 13 |
| 3.1 <i>Detalhes de um sistema de cobertura</i> .....  | 13 |
| 3.2 <i>Telhas de MPVC</i> .....   | 15 |
| 3.2.1 <i>Composição</i> .....   | 15 |
| 3.2.2 <i>Processo</i> .....   | 22 |
| 3.2.3 <i>Reciclagem do PVC</i> .....  | 23 |
| 3.2.4 <i>Campo de aplicação e caracterização do produto</i> .....   | 24 |
| 3.2.5 <i>Critérios de desempenho e durabilidade das coberturas constituídas de telhas plásticas</i> ..... | 26 |
| 3.2.6 <i>Manutenção e operação do telhado</i> .....   | 27 |
| 3.2.7 <i>Comparação das telhas de MPVC com as existentes no mercado</i> .....                             | 29 |
| 4. ANÁLISE DA MONTAGEM DO TELHADO EM OBRA .....   | 35 |
| 4.1 <i>Descrição das telhas e do telhado avaliado</i> .....   | 35 |
| 4.2 <i>Descrição das telhas utilizadas</i> .....  | 35 |
| 4.3 <i>Descrição das peças de fixação das telhas de MPVC à estrutura do telhado</i> .....                 | 37 |
| 4.4 <i>Análise geral</i> .....  | 38 |
| 4.5 <i>Montagem do telhado concluída</i> .....  | 42 |



|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....    | 44 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 45 |
| ANEXO I.....                     | 46 |
| ANEXO II.....                    | 47 |

## 1. INTRODUÇÃO

Materiais utilizados para coberturas no Brasil são conhecidos à milênios. Basicamente entre 45% e 50 % dos materiais utilizados atualmente, são advindos do material de barro. Aproximadamente de 35% a 40% são chapas de fibrocimento, oriundas tanto da utilização de fibras de amianto, quanto das fibras alternativas de PVA ou fibras sintéticas. O restante são telhados utilizando pedras e chapas metálicas. Tem-se também para clareamento de ambientes, as telhas de PP (telha de Polipropileno), as de PET ou também de fibra de vidro; são conhecidas como telhas translúcidas.

A realidade hoje, é que o mercado está carente de materiais alternativos; sendo assim, uma empresa Brasileira, realizou um levantamento a nível mundial para identificar um produto novo que pudesse atender a população.

Segundo responsáveis pela empresa, no segmento de telhas de MPVC, a empresa se propôs a procurar por um produto inovador, que prezasse beleza e economia.

A empresa optou por um material já existente no Brasil, o qual com algumas modificações viria a ser, uma cobertura de origem plástica, com excelente acabamento, atendendo a Norma 15.575-5/2013. Seria um material de *design* atraente e ao mesmo tempo econômico. Optaram então por fabricar uma telha oriunda do PVC, a telha de MPVC, ou seja, um PVC aditivado com modificadores de impacto de fluxo, um produto pronto para atender as totalidades das normas existentes, e mais alguns testes inseridos advindos das normas já existentes na Europa.

As telhas plásticas de MPVC são materiais conformados, a partir de uma base de sustentação que daria rigidez e uma qualidade de vida útil longa, e teria sobre essa base de sustentação a utilização de uma capa, utilizando um material acrílico. O acrílico é um dos materiais já conhecidos e utilizados largamente na indústria automotiva, na fabricação de faróis, lanternas e outros processos que demandam materiais de transparência boa, auto brilho e vida útil bastante longa perante a radiação UV e que suportasse também impactos de corpos estranhos.

Definidas as matérias primas, passaram a buscar a nível mundial, uma chapa plástica que seria utilizada em coberturas. Verificaram que na Europa, tanto na Itália, França, Portugal e Alemanha, já utilizam chapas a base de PVC, revestidas

de ASA (Estireno Acrílico) e em algumas partes utilizavam também acrilato PMMA (polimetil metacrilato), o qual possui propriedades um pouco diferentes do ASA, mas que atende perfeitamente a alguns produtos os quais a empresa desejava fabricar. Observaram que na China já existiam chapas plásticas, à base de PVC, há mais de 10 anos, utilizadas como coberturas, então buscaram conhecer suas tecnologias e identificaram sua praticidade em termos de produção e de um custo extremamente competitivo frente as peças europeias. Optaram então por trazer essa tecnologia da China e inseriram alguns padrões utilizados na Europa. Iniciaram assim, um produto com tecnologia chinesa e com testes e produtos similares aos Europeus. Um produto segundo a empresa de excelente qualidade, vida útil e facilidade de aplicação. Assim surgiram as telhas de MPVC Acrílico, no Brasil.

Ainda segundo responsáveis pela empresa, definidas as matérias-primas e a tecnologia a ser utilizada, iniciaram a busca por equipamentos. Os equipamentos também poderiam ser exportados da Europa ou da Ásia, e em virtude da simplicidade, da facilidade de manuseio e do custo mais econômico, resolveram investir nos equipamentos oriundos da Ásia. Atualmente a empresa já está nacionalizando estes equipamentos, efetuando melhoras com as tecnologias brasileiras.

Este trabalho busca analisar a utilização das telhas plásticas de MPVC na construção civil. Com este intuito serão abordados: a estruturação do telhado, a composição das telhas plásticas de MPVC e seu processo de fabricação; o processo de validação e uma comparação com outros tipos de telhas.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1 – Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise de uma nova tecnologia em coberturas, as telhas plásticas em MPVC (policroeto de vinila modificado ou PVC modificado), bem como sua utilização na construção civil.

### **2.2 – Objetivos específicos**

- Estudar e apresentar detalhes de um sistema de cobertura;
- Estudar a composição das telhas de MPVC;
- Estudar o processo de fabricação das telhas de MPVC;
- Analisar o comportamento físico e mecânico das telhas de MPVC;
- Acompanhar uma montagem de uma cobertura de telhas de MPVC.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sistema de Cobertura é o conjunto de elementos ou componentes dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas do edifício habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termo acústico do edifício habitacional. (ABNT NBR 15575-5: 2013, p.8)

O sistema de cobertura é constituído por uma parte resistente (laje, estrutura de madeira ou estrutura metálica) e pelo telhado, podendo apresentar ainda um forro e uma isolamento térmica.

#### 3.1- Detalhes de um sistema de cobertura

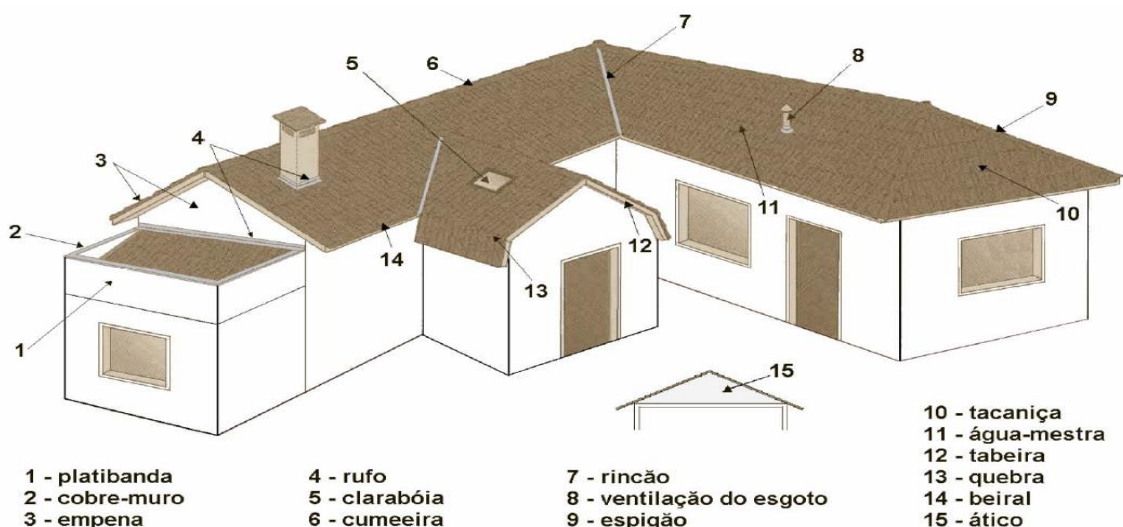
O sistema de cobertura é constituído por uma parte resistente (laje, estrutura de madeira ou estrutura metálica) e pelo telhado, podendo apresentar ainda um forro e uma isolamento térmica.

As partes que compõem uma cobertura são:

- **Telhado**

É a parte da cobertura constituída pelas telhas, peças complementares e acessórios. Suas partes são definidas conforme ilustra a figura 1.

Figura 1.1- Detalhes de um sistema de cobertura



Fonte: Diretriz Sinat Nº 007

- **Água**

Cada um dos planos inclinados que constituem o telhado.

*Água-mestra*: Água principal de maior área, geralmente trapezoidal, existente em telhado de três ou quatro águas.

- **Ático**

Espaço compreendido entre o telhado e o forro ou a laje de forro.

- **Beiral**

Projeção do telhado para fora do alinhamento da parede.

- **Telhado de quatro águas**

Telhado constituído por quatro planos inclinados, na forma de triângulos e ou formando uma pirâmide, ou trapézios concorrentes em linha de cumeeira ou espigão.

- **Cobertura-terraço**

Cobertura de ambientes habitáveis que disponibiliza sua área, em parte ou todo, por meio de acesso, para desenvolvimento de atividades.

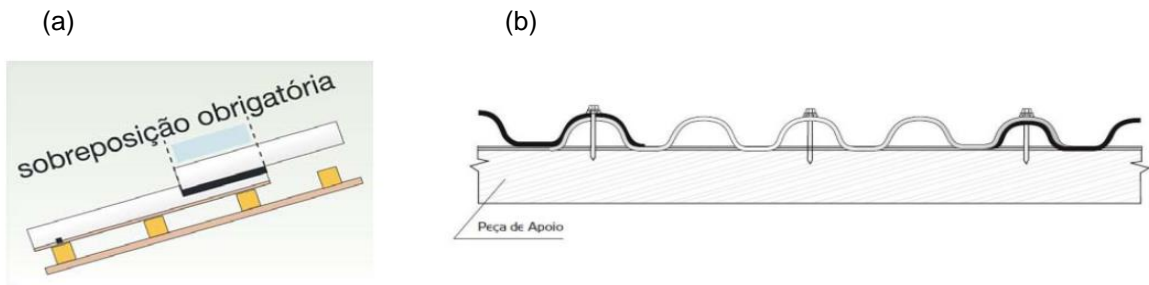
- **Recobrimento longitudinal entre telhas**

Sobreposição de telhas pertencentes a uma mesma faixa. (Figura 1.2a)

- **Recobrimento transversal entre telhas**

Sobreposição de telhas pertencentes uma mesma fiada. (Figura 1.2b)

Figura 1.2- Recobrimentos



Legenda: (a) Recobrimento Longitudinal

(b) Recobrimento Transversal

Fonte: Diretriz Sinat Nº 007

## 3.2- TELHAS DE MPVC

### 3.2.1- Composição

- **PVC**

Os produtos de PVC têm importante papel na qualidade de vida da sociedade moderna, por meio de soluções com excelente relação custo/ benefício destinadas à infraestrutura e à construção civil, além de seu emprego em calçados, embalagens, brinquedos, laminados técnicos e outros bens duráveis.

“O PVC é o maior termoplástico mais consumido em todo o mundo, com uma demanda mundial de resina superior a 35 milhões de toneladas no ano de 2005, sendo a capacidade mundial de produção de resinas de PVC estimada em cerca de 36 milhões de toneladas ao ano.” (RODOLFO *et al.* 2006)

“O PVC é o mais versátil dentre os plásticos. Devido à necessidade de a resina ser formulada mediante a incorporação de aditivos, o PVC pode ter suas características alteradas dentro de um amplo espectro de propriedades e função da aplicação final, variando desde o rígido ao extremamente flexível, passando por aplicações que vão desde tubos e perfis rígidos, para uso na construção civil até brinquedos e laminados flexíveis para acondicionamento de sangue e plasma. A grande versatilidade do PVC deve-se, em parte, também a adequação aos mais variados processos de moldagem, podendo ser injetado, extrusado, calandrado, espalmado, somente para citar algumas das alternativas de transformação.” (CANEVALORO, 2006)

As aplicações diretamente ligadas à Construção Civil (tubos e conexões, telhas, perfis, fios e cabos, principalmente) somam aproximadamente 62% da demanda total de PVC no Brasil. Nessas aplicações o PVC mostra excelente relação custo-benefício se confrontado com a de materiais concorrentes como a madeira, metais e cerâmicas, além de apresentar vantagens facilmente perceptíveis em quesitos como comportamento anti-chama, resistência química e ao intemperismo, isolamento térmico e acústico, facilidade de instalação, baixa necessidade de manutenção e excelente acabamento e estética, dentre outras.

Devido a sua estrutura molecular, o PVC é obtido a partir de 57% de insumos provenientes do sal marinho ou da terra (sal-gema) e somente 43% provenientes de fontes não renováveis como petróleo e o gás natural. Estima-se que somente 0,25% do suprimento mundial de gás e petróleo são consumidos na produção do PVC. Vale ressaltar que existe tecnologia disponível para a substituição dos derivados do petróleo e gás, pelo de álcool vegetal (cana de açúcar e outros).

O PVC é reciclável. No Brasil a reciclagem do PVC é realizada há décadas e existe toda uma estrutura industrial organizada para esse fim. Além da tradicional reciclagem mecânica, existem disponíveis outras tecnologias como a reciclagem energética e química.

O PVC é caracterizado como um material de aplicações de longo ciclo de vida, ou seja, aplicações nas quais o tempo de vida útil do produto antes de seu descarte para o meio ambiente é bastante longo, por exemplo, acima de 20 anos. Devido às suas características, fica evidente que o PVC é matéria-prima do desenvolvimento sustentável, tanto por sua versatilidade quanto pelos segmentos de mercado nos quais participa, notadamente aqueles ligados diretamente a construção civil, o que torna relevante científica e socialmente qualquer projeto de pesquisa cujo tema seja esse material tão especial.



- **Aditivos**

“A utilização prática das resinas de PVC, salvo em aplicações extremamente específicas, demanda sua mistura com substâncias, compostos ou produtos químicos variados conhecidos como aditivos”. (RODOLFO *et al.* 2006)

Estes aditivos são incorporados à resina em proporções suficientes para resultar nas características desejáveis, tais como: rigidez, flexibilidade e resistência às ações de intempéries.

- **Plastificantes**

“De maneira geral, os produtos de PVC podem ser classificados como pertencentes a dois grandes grupos: rígidos e flexíveis. A resina de PVC é naturalmente rígida, entretanto, durante a produção dos compostos de PVC, uma classe especial de aditivos pode ser incorporada à resina de PVC de modo a gerar compostos flexíveis: os plastificantes”. (RODOLFO *et al.* 2006)

A característica mais importante de um plastificante é sua compatibilidade com o PVC, pois a mesma pode variar muito, de acordo com as características desejadas no produto acabado.

Os plastificantes suavizam o produto final incrementando sua flexibilidade, garantindo assim, uma durabilidade maior do produto final, quando exposto a ações intempéricas de corpo mole.

- **Estabilizantes**

O PVC sofre perda de propriedades durante seu processamento e uso final, quando expostos ao calor, ou ainda ao intemperismo (radiação ultravioleta e infravermelha). Essas reações adversas são conhecidas como reação de degradação. Durante o processamento das telhas de MPVC, as mesmas requerem temperaturas que variam entre 150° e 220°, e para que as mesmas não sofram um processo de carbonização, são acrescentados aditivos conhecidos como estabilizantes térmicos, os quais vão garantir a integridade do material durante o processo e na vida útil do produto acabado.

Os estabilizantes térmicos atuam no composto de PVC capturando e estabilizando os íons cloreto formados, impedindo a propagação da reação e a consequente autocatálise do processo de degradação. Deste modo o estabilizante térmico não atua no sentido de impedir a degradação do PVC, mas sim controla a formação de HCl, evitando que o processo de degradação atinja um estágio que comprometa o desempenho do produto final.

- **Mecanismo de degradação do PVC**

“A exposição do polímero do PVC sem a adição de estabilizantes ao calor, à radiação ultravioleta ou, ainda, à radiação gama, pode, dependendo da intensidade e tempo de exposição, causar a liberação de cloreto de hidrogênio (HCL), acompanhado da formação de sequências poliênicas e ligações cruzadas na cadeia, resultando em um rápido processo de degradação, revelado normalmente pela mudança de coloração para amarelo até o marrom escuro. Esse processo é conhecido como desidrocloração”. (Rodolfo et al. 2006).

- **Lubrificantes**

Lubrificantes são aditivos que, quando adicionado ao composto de PVC, reduzem a barreira ao movimento relativo entre as moléculas do polímero e/ou entre a massa polimérica fundida e sua vizinhança, com mínima alteração de suas demais propriedades, Os efeitos dos lubrificantes na formulação de compostos de PVC devem ser sentidos somente durante o processo, sob efeito da temperatura e do cisalhamento.

Os lubrificantes para PVC podem ser diferenciados em três categorias principais:

- lubrificantes internos: são aqueles cuja função é reduzir o atrito entre as cadeias poliméricas do PVC, facilitando o fluxo do polímero fundido
- lubrificantes externos: são aqueles cuja função é facilitar o movimento relativo entre a massa polimérica e as superfícies metálicas dos equipamentos de processamento, tais como roscas, cilindros e matrizes.
- associações de lubrificantes: são aquelas em que são combinadas as ações de lubrificantes internos e externos. Destacam-se alguns ésteres de ácidos graxos e os ésteres complexos de alto peso molecular.

- **Cargas e reforços**

Diversos materiais particulados ou fibrosos podem ser adicionados ao PVC com o intuito de modificar suas propriedades e reduzir seu custo final.

- reforços: são materiais adicionados aos compostos de PVC com o intuito de melhorar algumas propriedades mecânicas.

- cargas: são incorporadas aos compostos de PVC com o intuito de redução de custo da formulação. São consideradas cargas funcionais, ou seja, tem a finalidade de tornar o produto final mais econômico, mas agrega algumas propriedades mecânicas. Nos produtos à base de PVC, a carga adicionada mais usual é o Carbonatos de cálcio.

O carbonato quando apropriadamente selecionado e incorporado à resina de PVC, traz outros benefícios aos compostos de PVC além da redução de custo, dentre os quais:

- aumento da estabilidade dimensional;
- aumento da rigidez;
- aumento da dureza;
- aumento da temperatura de amolecimento Vicat;
- aumento da tenacidade (resistência ao impacto), no caso de compostos rígidos, dentro de um limite de incorporação.
- melhoria das propriedades dielétricas;
- modificação da reologia e empacotamento de partículas em plastissóis.

Um grande número de matérias-primas podem ser incorporadas aos compostos de PVC, com funções de cargas. Entretanto, os principais tipos usualmente adicionados são os carbonatos de cálcio (natural e precipitado), argilas, amianto, talco e algumas sílicas.

- **Carbonato de cálcio**

O mineral carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) pode ser obtido a partir da exploração de diversas jazidas, dentre as quais se destacam a de calcita, calcário e mármore. O carbonato natural de cálcio natural é obtido a partir da moagem desses

minerais e da classificação em peneiras específicas. Dependendo do grau de moagem e da classificação nas peneiras, é possível obter cargas com diferentes tamanhos de partícula, sendo que tamanhos de partículas inferiores são desejáveis em função das melhores propriedades mecânicas e acabamento superficial conferidos ao produto transformado.

As principais características que devem ser observadas em carbonato de cálcio, tanto no caso dos naturais, quanto nos precipitados são:

- tamanho médio das partículas;
- distribuição de tamanho das partículas;
- tamanho máximo de partícula (top cut);
- grau de pureza;
- cor;
- absorção de óleo.

- **Modificadores de impacto**

O polímero PVC, pode ser considerado relativamente dúctil, ou seja, capaz de absorver energia mediante solicitações de impacto antes de propagar catastróficamente trincas.

Essa resistência ao impacto inerente aos compostos de PVC é fortemente dependente das condições de processamento, particularmente do grau de plastificação do composto, orientação molecular no produto final, tensões internas congeladas durante o processamento, grau de dispersão e homogeneização dos aditivos.

Os modificadores de impacto são incorporados as formulações de PVC com o objetivo de melhorar ainda mais seu comportamento mecânico sob impacto. Esses aditivos agem nos compostos de PVC alterando a capacidade da matriz de PVC de absorver energia sob impacto.

- **Pigmentos**

Muitas das aplicações do PVC requerem o uso de pigmentos por razões estéticas e/ou para melhorar sua estabilidade a radiação UV, melhorando assim, sua resistência ao intemperismo.

Pigmentos e corantes são distinguidos primariamente pela solubilidade no meio de aplicação. Pigmentos são insolúveis no polímero, enquanto os corantes são completamente solubilizados quando misturados ao polímero fundido. Como no caso de qualquer outro aditivo utilizado na formulação do PVC, a seleção dos pigmentos deve levar em conta a compatibilidade com os demais aditivos utilizados no composto e a aplicação final do produto.

Os pigmentos podem ser utilizados em diferentes formas, sendo a forma mais comum o pó fino e seco, muitas vezes com superfície tratada. Também podem ser incorporados a formulação na forma de mistura seca, pasta ou líquida, sendo que em todas essas formas, os pigmentos encontram-se pré-dispersos, ou seja, suas partículas já passaram por um processo prévio de desagregação com consequente desenvolvimento da cor.

- **Dióxido de titânio**

“Dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) é hoje, o pigmento branco mais importante utilizado na indústria do plástico. É amplamente utilizado porque possui alto poder de espalhamento da luz visível, conferindo brancura, brilho e cobertura ao material plástico ao qual é incorporado. Quimicamente é insolúvel e estável a temperatura, mesmo em condições severas de processamento”. (RODOLFO *et al.* 2006)

Ao contrário dos pigmentos coloridos, que conferem cor ao substrato por meio de fenômenos de absorção de parte do espectro de luz visível, o dióxido de titânio e outros pigmentos brancos conferem cor por meio de fenômenos de refração e difração da luz. Esses fenômenos fazem com que praticamente toda luz incidente sobre o produto, exceto uma pequena parte que é absorvida pelo substrato ou pelo próprio pigmento, sofra desvio de sua trajetória. Quanto maior o teor de pigmento branco, ou maior o seu índice de refração, maior será o grau de desvio da trajetória

da luz chegando ao ponto de retorna para a superfície do produto, fazendo-o parecer branco e opaco.

### **3.2.2 Processo**

O processo para fabricação das telhas é semelhante aos utilizados para outros procedimentos, nos quais utilizam-se a resina de PVC como matéria-prima, tais como tubos, perfis e peças de engenharia de PVC, apresentaremos neste trabalho, o método utilizado para a execução das telhas de MPVC.

#### **Moldagem por extrusão**

O processo de moldagem por extrusão é uma das técnicas de processamento mais úteis e mais utilizadas para converter compostos de PVC em produtos comerciais. Considera-se que entre 45% e 50% de todos os produtos de PVC, são obtidos por meio de processos de moldagem por extrusão. A capacidade do PVC de aceitar várias modificações por meio da incorporação de aditivos permite seu uso numa ampla diversidade de produtos, dentre os quais filmes para embalagens, fios e cabos elétricos, chapas, perfis e diversos tubos.

O processo de extrusão consiste basicamente em forçar a passagem do material por dentro de um cilindro aquecido de maneira controlada, por meio da ação bombadora de uma ou duas roscas, que promovem o cisalhamento e homogeneização do material, bem como sua plastificação. Na saída do cilindro o material é comprimido contra uma matriz de perfil desejado, a qual dá formato ao produto, podendo o mesmo em seguida ser calibrado, resfriado, cortado ou enrolado.

Os principais componentes de uma extrusora são: motor elétrico (responsável pelo acionamento da rosca), conjunto de engrenagens redutoras (responsável pela capacidade de transferência de energia por meio de torque do motor para a rosca), cilindro, rosca, matriz, carcaça, painel de comando, resistência de aquecimento, ventiladores de resfriamento e bomba de vácuo.

O processo de extrusão de chapas de PVC é simples: uma matriz plana (*flat die*) de largura e espessura adequadas às dimensões finais da chapa é

alimentada por uma extrusora, que tanto pode ser de rosca simples, quanto de rosca dupla, dependendo dos requisitos de produtividade do processo.

O composto de PVC aquecido e fundido é então resfriado para adquirir sua espessura final. Chapas de pequena espessura são normalmente resfriadas por meio do contato com rolos, enquanto chapas de maiores espessuras podem tanto ser resfriadas mediante contato com rolos, quanto por meio de calibradores a vácuo. Chapas finas podem ser refiladas para ajuste de largura e continuamente embobinadas. Já as chapas de maior espessura e, conseqüentemente maior rigidez, são puxadas, cortadas por serra ou guilhotina em comprimentos pré-determinados e empilhadas.

### **3.2.3- Reciclagens do PVC**

O processo de reciclagem de produtos à base de PVC pode ocorrer em três formas distintas. Segue detalhamento do meio de reciclagem utilizado para telhas de MPVC.

- **Reciclagem mecânica**

Consiste na combinação de um ou mais processos operacionais, para aproveitamento do material descartado, transformando-o em material apto para a fabricação de novos produtos. Quando o material descartado é proveniente de aparas de indústrias de transformação denomina-se reciclagem primária, enquanto no caso de material pós-consumo retirado do resíduo sólido urbano o processo é denominado reciclagem secundária.

O processo de reciclagem primária é simples e normalmente realizado dentro das próprias instalações da indústria geradora das aparas, ou ainda por empresas especializadas prestadoras destes serviços. Normalmente as aparas são bastante limpas, isentas de contaminantes de difícil remoção, bastando processar sua moagem e eventualmente extrusão para filtragem dos contaminantes para se obter um material pronto para novo processamento. Além disso, as aparas possuem composição bem definida, com pouca variação dependendo da fonte de origem.

Já no caso da reciclagem secundária o processo é mais complexo e envolve etapas de triagem das aparas, lavagem e secagem para eliminação de contaminantes provenientes do resíduo sólido urbano, moagem, extrusão/filtração, para retenção de contaminantes sólidos diversos e granulação.

### **3.2.4 CAMPO DE APLICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS TELHAS**

As telhas plásticas, objetos deste trabalho, são predominantemente destinadas a unidades térreas isoladas e geminadas e sobrados destinados a habitações. A sua utilização em outros tipos de edificações será possível, desde que a ação do vento na edificação em questão não seja superior à correspondente pressão máxima de vento.

As principais características das telhas plásticas que formam os telhados objetos deste trabalho, são apresentadas na tabela 1.1.



Tabela 1.1 – Requisitos para caracterização das telhas plásticas de MPVC

| Item | Requisitos  | Indicador de conformidade  |
|------|---|--|
| 1    | Espessura da telha  | Conforme especificação de projeto desde que inferior a 5mm   |
| 2    | Peso próprio da telha por metro quadrado  | Conforme especificação de projeto  |
| 3    | Cor da telha  | Conforme especificação de projeto  |
| 4    | Forma geométrica da telha   | Conforme especificação de projeto  |
| 5    | Resistência da telha Plástica aos raios Ultravioleta (exposição em câmara de CUV-UVB)                       | 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB - 313.  |
| 5.1  | Módulo de Elasticidade na flexão (antes e após exposição em câmara de CUV)                                  | ME após envelhecimento (...) 0,70 ME inicial.  |
| 5.2  | Resistência ao impacto Charpy ou Resistência ao impacto na tração (antes e após exposição em câmara de CUV) | RI após envelhecimento (...) 0,70 RI inicial.  |
| 5.3  | Aspecto visual após ensaio de envelhecimento acelerado (exposição da face externa da telha)                 | As duas faces do corpo de prova devem ser avaliados; Sem bolhas, sem fissuras, ou escamações, após exposição de 2000 horas em câmara de CUV com avaliação a 500h, 1000h e 2000h. |
| 6    | Alteração da cor da tela plástica após exposição em Weather-O-Meter   | Avaliação da alteração da cor, a face externa da telha pode apresentar grau máximo de alteração 3 na escala cinza após exposição por 1600 h.                                     |
| 7    | Estabilidade dimensional da telha   | Retração transversal (...) 3%  |
| 8    | Impermeabilidade à água da telha  | A face internada telha não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes.   |
| 9    | Opacidade da telha  | Transmitância luminosa (...) 0,2%  |
| 10   | Resistência ao impacto da telha   | Energia média de ruptura (...) 15 Joules   |
| 11.1 | Absortância à radiação solar  | Determinação de propriedades térmicas  |
| 11.2 | Condutividade térmica   |  |
| 11.3 | Emissividade  |  |

Fonte: Diretriz Sinat Nº 007

### **3.2.5 Critérios de desempenho e durabilidade das coberturas constituídas de telhas plásticas**

Os requisitos e critérios a seguir correspondem a norma NBR 15.575/2013 e outras normas pertinentes, as quais são direcionadas às telhas plásticas como um todo e não somente telhas de MPVC.

- **Desempenho estrutural**

Os requisitos abaixo têm a finalidade de determinar o desempenho estrutural que a telha deve obedecer para ser validada através de testes específicos.

- **Risco de arrancamento pela ação do vento**

Sob ação do vento, não podem ocorrer remoção, ruptura ou deformação de nenhum componente do telhado sujeito a esforços de sucção. Em caso de fortes inclinações é necessário que se preveja a amarração das telhas à estrutura.

O cálculo dos esforços atuantes do vento num dado telhado deve ser desenvolvido considerando as condições de exposição ao vento, incluindo as velocidades básicas máximas de vento no Brasil, o tipo e local da edificação.

- **Ação de granizo e outras cargas acidentais em telhados**

Não sofrer danificação sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais, ou seja, sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não deve sofrer ruptura.

Segundo as exigências normativas, é tolerante a ocorrência de algumas falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem na perda de estanqueidade do telhado e nem influencie em sua resistência mecânica.

- **Segurança contra incêndio**

Os requisitos de segurança contra incêndio são definidos pela reação ao fogo das telhas, propondo-se a dificultar a propagação de chamas no ambiente de do incêndio e facilitar a fuga dos ocupantes não criando impedimento visual.

### **3.2.6 - Manutenção e operação do telhado**

- **Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o telhado**

Atendendo as exigências normativas, telhados devem propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem, manutenção ou instalação, nas posições indicadas em projeto e manual do proprietário, sem apresentar ruptura, deslizamentos ou outras falhas.

- **Estanqueidade a água do telhado**

O telhado deve ser estanque à água de chuva, evitar a formação de umidade e a proliferação de insetos e micro-organismos, não permitindo a penetração de água que acarrete escoamento ou gotejamento.

- **Desempenho térmico**

A edificação deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico estabelecidas na NBR 15575/2013, devem ser submetidas às seguintes propriedades térmicas:

- Absortância de calor
- Condutividade Térmica
- Emissividade

- **Durabilidade e manutenibilidade**

O telhado deve manter as suas características funcionais durante a vida útil de projeto, considerando que seja submetido à manutenção especificada no manual de instalação do fabricante das telhas plásticas que constituem o trabalho.

As telhas devem manter suas características estéticas, compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais, de acordo com a norma NBR15.575/2013.

- **Resistência ao envelhecimento natural da telha plástica**

As telhas objeto deste trabalho expostas em condições ambientais não devem apresentar durante dois anos:

- fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração e outros danos.

Tabela 1.2– Resistência da telha plástica aos raios ultravioletas

| Requisitos  | Indicador de conformidade   |
|---|---|
| Resistência da telha plástica aos raios ultravioletas (exposição em câmara de CUV-UVB)                      | 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB-313  |
| Módulo de Elasticidade na flexão (antes e após exposição em câmara de CUV)                                  | $ME_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 ME_{\text{inicial}}$   |
| Resistência ao impacto Charpy ou Resistência ao impacto na tração (antes e após exposição em câmara de CUV) | $RI_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 RI_{\text{inicial}}$   |
| Aspecto visual após ensaio de envelhecimento acelerado (exposição da face externa da telha)                 | As duas faces do corpo de prova devem ser avaliadas:<br>Sem bolhas, sem fissuras, ou escamações, após exposição de 2000 horas em câmara de CUV, com avaliação a 500h, 1000h e 2000h |
| Alteração da cor da telha plástica após exposição em Weather-O-Meter (exposição da face externa da telha)   | Avaliação da alteração da cor: a face externa da telha pode apresentar grau máximo de alteração 3 na escala cinza após exposição por 1600 h.  |

Fonte: Diretriz Sinat nº 007

### 3.2.7- COMPARAÇÃO DAS TELHAS DE MPVC EM RELAÇÃO ÀS EXISTENTES NO MERCADO

- **Isolamento Térmico**

Um material que seja isolante térmico possui a característica de dissipar o calor, o mesmo estabelece uma barreira, não permitindo a passagem de calor entre dois meios, que com certeza igualariam rapidamente suas temperaturas.

As telhas de MPVC apresentam um ótimo tratamento térmico. As mesmas proporcionam uma redução de 18% a 20% em comparação com a temperatura do ambiente externo.

Tabela 1.3- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação ao Isolamento Térmico

| TIPOS DE TELHAS        | NÍVEL DE ISOLAMENTO TÉRMICO |
|------------------------|-----------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTO                        |
| TELHAS DE BARRO        | ALTO                        |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | BAIXO                       |
| TELHAS METÁLICAS       | BAIXO                       |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Isolamento Acústico**

Isolamento Acústico é uma característica de um determinado material que impede ou diminui a transmissão de som de um ambiente para outro.

Tabela 1.4- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação ao Isolamento Acústico

| TIPOS DE TELHAS        | NÍVEL DE ISOLAMENTO ACÚSTICO |
|------------------------|------------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTO                         |
| TELHAS DE BARRO        | ALTO                         |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | MÉDIO                        |
| TELHAS METÁLICAS       | BAIXO                        |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Resistência às Intempéries**

As telhas de MPVC passaram por muitos testes onde comprovaram serem as telhas mais resistentes do mercado em questões de intempéries.

As telhas resistentes a chuvas de granizos, não absorvem água e conseqüentemente não há percolação das águas das chuvas. Por serem fixadas com parafusos de alta qualidade, tem uma maior segurança contra risco de arrancamento devido a ação dos ventos.

Tabela 1.5- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação à resistência às intempéries

| TIPOS DE TELHAS        | RESISTÊNCIA ÀS INTEMPÉRIES |
|------------------------|----------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTO                       |
| TELHAS DE BARRO        | MÉDIO                      |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | BAIXO                      |
| TELHAS METÁLICAS       | ALTO                       |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Proliferação de insetos e microrganismos**

Por geralmente as telhas convencionais serem porosas, as mesmas constantemente absorvem água, contribuindo para a proliferação de microrganismos, os quais vêm a modificar a tonalidade da telha, escurecendo-a devido ao mofo.

As telhas de MPVC não absorvem água, no entanto não sofrem ação de microrganismos. Elas podem ser lavadas, ou até mesmo as águas das chuvas, já as lavam, deixando-as sempre com aparência de novas.

Tabela 1.6- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação à proliferação de insetos e micro-organismos

| TIPOS DE TELHAS        | NÍVEL DE ISOLAMENTO ACÚSTICO |
|------------------------|------------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTO                         |
| TELHAS DE BARRO        | BAIXO                        |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | BAIXO                        |
| TELHAS METÁLICAS       | ALTO                         |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Visual**

As telhas de MPVC em vários modelos e cores trazem versatilidade e charme para todo tipo de cobertura. Além disso e como já citado neste trabalho, elas são laváveis e não absorvem água, mantendo por muito mais tempo a beleza do telhado.

Tabela 1.7- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação ao aspecto visual.

| TIPOS DE TELHAS        | NÍVEL DE ISOLAMENTO ACÚSTICO |
|------------------------|------------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | MUITO BOM                    |
| TELHAS DE BARRO        | ÓTIMO                        |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | RUIM                         |
| TELHAS METÁLICAS       | RUIM                         |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Durabilidade da cor**

As telhas de MPVC foram desenvolvidas com proteção contra raios UV e possuem fixadores de cor. A tecnologia desenvolvida confere ao produto final vida longa e estabilidade de cor por mais tempo que as telhas convencionais.

Tabela 1.8- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação à durabilidade da cor.

| TIPOS DE TELHAS        | NÍVEL DE DURABILIDADE DA COR |
|------------------------|------------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTO                         |
| TELHAS DE BARRO        | BAIXO                        |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | BAIXO                        |
| TELHAS METÁLICAS       | ALTO                         |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Vida útil**

A tecnologia das telhas de MPVC conferem flexibilidade, permitindo exposição às intempéries, sem ressecamento ou quebra por longos anos, muito acima das telhas convencionais.

Tabela 1.9- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação à vida útil

| TIPOS DE TELHAS        | VIDA ÚTIL |
|------------------------|-----------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTA      |
| TELHAS DE BARRO        | ALTA      |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | ALTA      |
| TELHAS METÁLICAS       | MÉDIA     |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Resistência à maresia**

Escurecimento e mofo na face interna das telhas é ocasionado pelo excesso de umidade e maresia.

Tabela 1.10- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação à resistência à maresia.

| TIPOS DE TELHAS        | RESISTÊNCIA À MARESIA |
|------------------------|-----------------------|
| TELHAS DE MPVC         | ALTA                  |
| TELHAS DE BARRO        | BAIXA                 |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | BAIXA                 |
| TELHAS METÁLICAS       | BAIXA                 |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Facilidade de instalação**

As telhas objeto deste trabalho, não necessitam de caibros e ripas para seu apoio, trabalham com espaçamento entre terças de 600 a 990 mm, proporcionando extrema economia na instalação do engradamento (madeira ou metálico) de sustentação do telhado. A economia sistêmica da cobertura varia em até 30%, se comparado aos sistemas de coberturas tradicionais.

Tabela 1.11- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação a Facilidade de instalação

| TIPOS DE TELHAS        | FACILIDADE DE INSTALAÇÃO |
|------------------------|--------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | EXCELENTE                |
| TELHAS DE BARRO        | BOA                      |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | MUITO BOA                |
| TELHAS METÁLICAS       | EXCELENTE                |

Fonte: Base de dados Precon Industrial



- **Índice de manutenção**

O sistema de cobertura, utilizando as telhas de MPVC, apresenta baixo índice de manutenção, já que suas telhas são fixadas com parafusos, não ocorrendo assim movimentação das mesmas, não absorvem água, e não necessitam de limpeza, pois uma leve chuva proporciona a limpeza necessária.

Tabela 1.12- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação ao índice de manutenção

| TIPOS DE TELHAS        | NÍVEL DE ISOLAMENTO ACÚSTICO |
|------------------------|------------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | BAIXO                        |
| TELHAS DE BARRO        | ALTO                         |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | ALTO                         |
| TELHAS METÁLICAS       | BAIXO                        |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Peso por metro quadrado**

As telhas de MPVC, são extremamente leves em relação às demais existentes no mercado. Essa característica influencia diretamente na durabilidade do telhado, já que as mesmas proporcionam alinhamento correto do sistema por muito mais tempo se comparado aos sistemas convencionais.

Tabela 1.13-Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação ao peso por metro quadrado.

| TIPOS DE TELHAS        | PESO POR METRO QUADRADO |
|------------------------|-------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | 4,5 kg                  |
| TELHAS DE BARRO        | 50 kg                   |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | 10,5 kg                 |
| TELHAS METÁLICAS       | 5,5 kg                  |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

- **Custo sistêmico por metro quadrado**

A grande economia na utilização das telhas de MPVC advém da economia com estrutura seja de madeira ou metálica e na simplicidade de montagem que não necessita mão de obra especializada.

Tabela 1.14- Comparação das telhas de MPVC com as demais existentes no mercado em relação ao custo sistêmico por metro quadrado.

| TIPOS DE TELHAS        | CUSTO POR METRO QUADRADO |
|------------------------|--------------------------|
| TELHAS DE MPVC         | R\$ 80,00                |
| TELHAS DE BARRO        | R\$ 100,00               |
| TELHAS DE FIBROCIMENTO | R\$ 55,00                |
| TELHAS METÁLICAS       | R\$ 80,00                |

Fonte: Base de dados Precon Industrial

## **4. ANÁLISE DA MONTAGEM DO TELHADO EM OBRA**

Para o presente trabalho foi feito o acompanhamento de uma montagem de um sistema de cobertura (telhado), utilizando as telhas de MPVC em obra. Serão apresentados os métodos, técnicas e ferramentas utilizadas para elaboração deste.

O primeiro passo foi localizar uma habitação térrea unifamiliar, na qual pudesse ser efetuada a montagem do sistema de cobertura.

O segundo passo foi a execução do projeto estrutural do sistema para se seguir com a montagem do mesmo.

Foi realizada uma avaliação técnica das telhas de MPVC, após montagem do sistema, para identificar a existência de eventuais não conformidades, como deformações excessivas, quebras ou fissuras nas telhas durante o processo de montagem.

### **4.1 Descrição das telhas e do telhado avaliado**

O telhado que integra o objeto desta avaliação é formado por telhas de MPVC, modelo colonial cerâmica (ANEXO II).

As telhas são acopladas entre si, por meio de sobreposição ao longo de seu comprimento e em sua largura (transpasse longitudinal e transversal) e são ancoradas à estrutura através de fixações mecânicas constituídas por parafusos autobrocantes compostos por anel de vedação plástico ou de PVC e capa de proteção.

### **4.2 Descrição das telhas utilizadas**

As telhas de PVC apresentam as seguintes características:

- marca da telha: PreconVC;
- modelo: Colonial Cerâmica;
- substrato: composto de PVC rígido, cor cerâmica, liso e sem brilho;
- revestimento: capstock anti raios ultra violeta (anti UV) e anti-chama, cor cerâmica, com brilho e textura, e com espessura mínima de 100 micras;

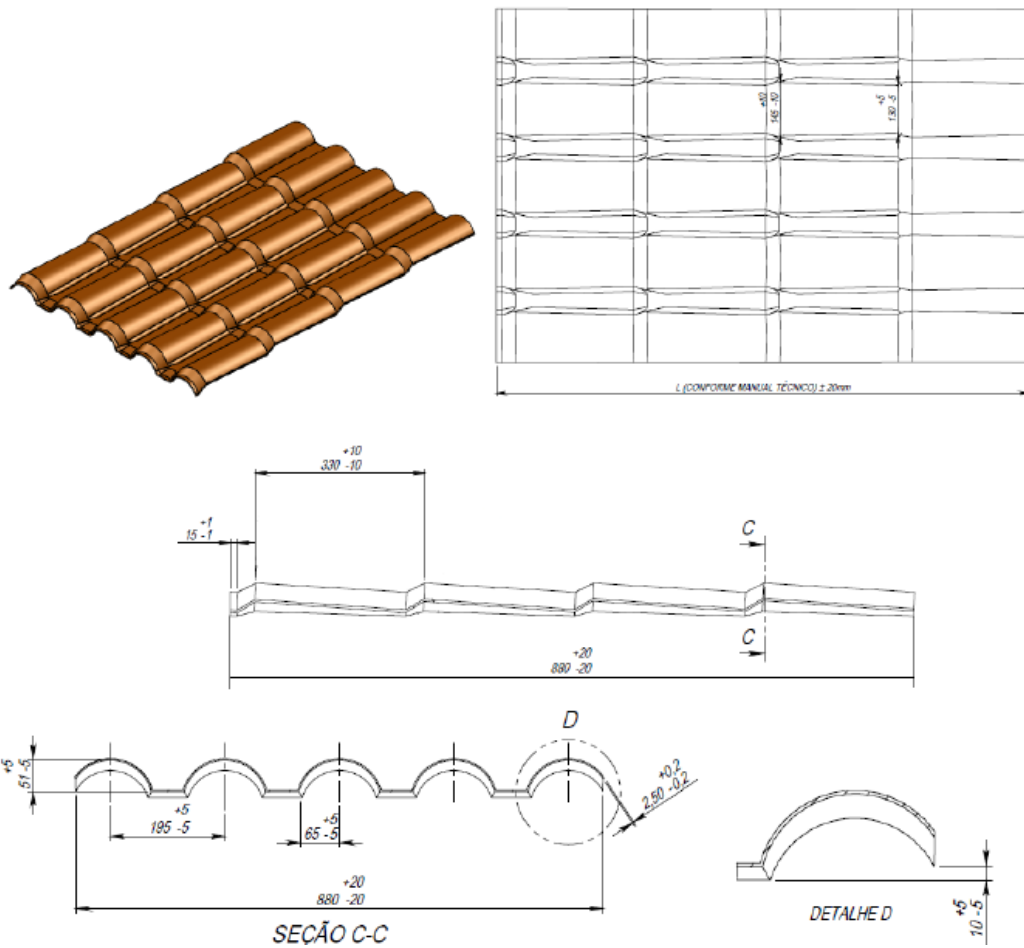
- cor da face interna da telha: marrom sem brilho;
- cor da face externa da telha: marrom com brilho e com textura;
- dimensões nominais: largura: 880mm/ comprimento: 2.300mm /espessura: 2,5mm;
- peso nomina da telha: 9kg.

As figuras 1.3 e 1.4 apresentam a telha de MPVC e dos seus respectivos projetos de aspecto e dimensionais.

Fotografia 1.3- Amostra da telha de PVC utilizada



Figura 1.4- Ilustração do projeto visual e dimensional (em mm) da amostra de telha avaliada



### 4.3 Descrição das peças de fixação das telhas de MPVC à estrutura do telhado

As peças de fixação das telhas de MPVC na estrutura do telhado são compostas por parafusos metálicos de cabeça sextavado de 5/16", com comprimento nominal 97mm com ponta broca, anel de vedação de PVC e capa de proteção na cor cerâmica, conforme figura 1.5.

Figura 1.5- Detalhes do sistema de fixação das telhas de MPVC



#### 4.4 Análise Geral

O controle da execução da colocação das telhas no telhado em canteiro de obras adotou como base o manual técnico de instalação do fabricante e foram verificadas as atividades relacionadas a seguir.

- Armazenamento adequado das telhas e acessórios para evitar possíveis danos à peças (Fig. 1.6);

Figura 1.6- Armazenamento das telhas e das cumeeiras em obra



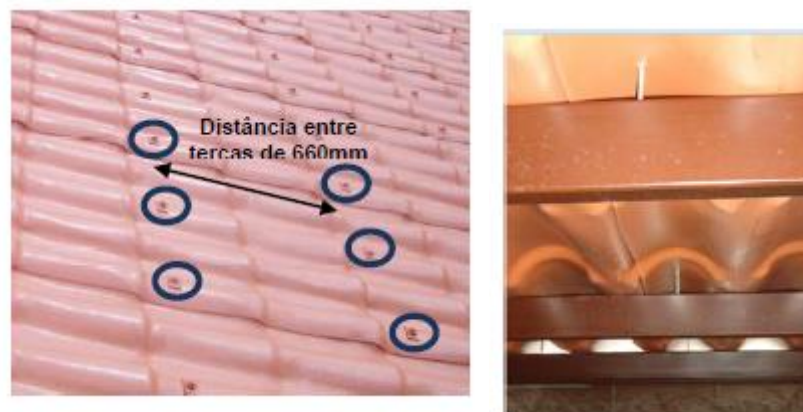
- verificação da declividade do telhado (Fig. 1.7);

Figura 1.7- Estrutura de telhado em perfis metálicos



A declividade da estrutura apresentada na figura 1.7 é de 20% e a distância entre terças de 660mm (Fig.1.8).

Figura 1.8 - Distribuição das peças de fixação das telhas à estrutura metálica no recobrimento longitudinal



- verificação do posicionamento das terças quanto ao atendimento às distâncias máximas entre apoios da telha previstas no manual do fabricante
- verificação da colocação das telhas e da direção de aplicação das telhas;

Figura 1.9 - Fotografia de instalação da primeira telha



- verificação dos recobrimentos mínimos longitudinal e transversal;
- verificação da distribuição dos dispositivos de fixação da telha (Fig.1.10);

Figura 1.10- Furação e fixação da telha no perfil metálico



- verificação da fixação dos parafusos, incluindo seu aperto e a presença de anel de vedação e capa protetora,
- verificação do beiral quanto a distância em balanço;



Figura 1.11- Montagem de uma água do telhado



- verificação da colocação das cumeeiras.

Figura 1.12- Fotografia da linha da cumeeira



(a) Face externa do telhado



(b) Face interna do telhado

Figura 1.13 - Corte da telha próximo a cumeeira



#### 4.5 Montagem do telhado concluída – análise final

Depois de finalizada a execução da colocação das telhas no telhado (Figs. 1.15 e 1.16), realizou-se a inspeção visual das telhas instaladas para identificar a existência de eventuais não conformidades, como deformações excessivas ou quebras ou fissuras das telhas plásticas ou outros que poderiam causar prejuízo ao desempenho do telhado. Não foram identificadas quaisquer ocorrências.

Figura 1.14 - Vista frontal da edificação térrea unifamiliar



Figura 1.15- Telhado montado com duas águas



(a) Face externa



(b) Face interna

Figura 1.16- Detalhe da calha instalada



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do estudo das telhas de MPVC elaborado, conclui-se que esta monografia apresenta um novo material no mercado brasileiro sendo que, este apresenta características físicas semelhantes aos tradicionais telhados existentes no Brasil feito à base de barro ou fibra de amianto e características mecânicas equivalentes ou melhores do que estes produtos.

Apresenta-se neste trabalho uma solução que acredita-se ser uma possível substituição na atualidade para os tipos de coberturas existentes no Brasil.

Demonstrando suas aplicações, processo de fabricação, montagem do sistema e testes, identificam-se vários diferenciais que nos levam a acreditar que as telhas de MPVC vieram a agregar importante valor, a tudo que se refere a cobertura existente no Brasil.

Neste trabalho foi apresentado um material do próprio fabricante que aponta para a confiabilidade das telhas de MPVC para a instalação de telhados. Dados como maior resistência mecânica, resistência contra ação de intempéries, durabilidade, melhor conforto térmico e acústico, fornecem embasamentos para a utilização das telhas de MPVC no mercado brasileiro.

Ressalta-se que se trata de um produto ecologicamente correto onde 100% de sua composição podem ser recicladas o que nos parâmetros atuais de sustentabilidade ecológica é de extrema importância.

Como se trata de um material novo no mercado, sugere-se como continuação de estudo, o acompanhamento da utilização das telhas de MPVC na construção civil através de pesquisas para que se comprove a potencialidade do material.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15575-5: edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas*. Rio de Janeiro, 2013.

CANEVAROLO, Sebastião V. Jr. *Ciência dos polímeros – Um texto básico para tecnólogos e engenheiros*. São Carlos. 3ª Edição. Editora Artliber. 2006. 277p.

MOLITERNO, Antônio. *Caderno de Projetos de Telhados em Estrutura de Madeira*. 4. Ed. Blucher, 2012, 268p.

PRECONVC – *Manual Técnico de telhas de PVC*. Belo Horizonte: Editora Precon, 2013, 17p.

RODOLFO, Antônio; NUNES, Luciano Rodrigues, ORMANJI, Wagner. *Tecnologia do PVC*. 2.ed. Fortaleza: Braskem, 2013, 428p.

SINAT – Diretriz para Avaliação Técnica de Produtos. *Telhados Constituídos de Telas Plásticas*. 2012, 38p.

### ENDEREÇOS ELETRÔNICOS

ABITELHA. Programa de garantia da qualidade. Disponível em: <http://www.abitelha.org.br/programa-de-garantia-da-qualidade>. Acesso em 04 de jan, 2014.

BORGES, Carlos. Normas e Legislação. Desempenho revisado. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/192/artigo288027-2.aspx>>. Acesso em: 26 dezembro 2013.

BRASKEM. Glossário de termos aplicados a polímeros. Disponível em: <[http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm\\_tecnico/Glossario\\_de\\_termos\\_aplicados\\_a\\_polimeros.pdf](http://www.braskem.com.br/Portal/Principal/Arquivos/html/boletm_tecnico/Glossario_de_termos_aplicados_a_polimeros.pdf)>. Acesso em 17 de dez, 2014.

EMMETI. Disponível em: <<http://www.emmeti.com.br/imprensa/noticia.asp?id=738216>>. Acesso em: 15 de jan., 2014.

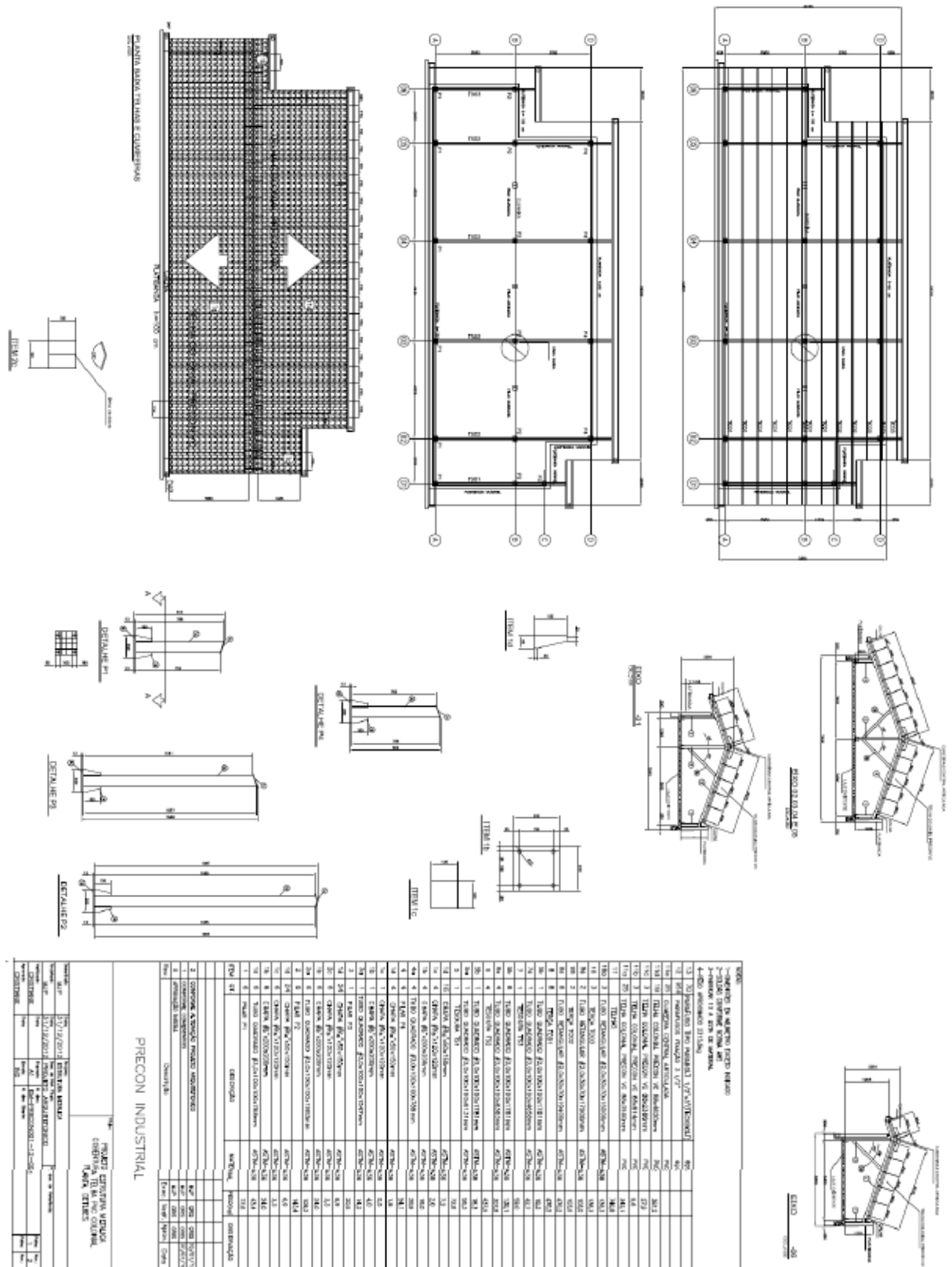
Instituto do PVC. O PVC faz parte do nosso cotidiano. Disponível em: <[http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal\\_id=39&subcanal\\_id=43](http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal_id=39&subcanal_id=43)> Acesso em: 03/12/2013.

Instituto do PVC. A fabricação do PVC. Disponível em: <[http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal\\_id=39&subcanal\\_id=40](http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal_id=39&subcanal_id=40)> Acesso em: 03/12/2013.

Instituto do PVC. As Principais características do PVC. Disponível em: <[http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal\\_id=39&subcanal\\_id=41](http://www.institutodopvc.org/publico/?a=conteudo&canal_id=39&subcanal_id=41)> Acesso em: 03/12/2013.

PRECON INDUSTRIAL. Disponível em: <[www.preconindustrial.com.br](http://www.preconindustrial.com.br)>. Acesso em 03 de dez, 2013.

ANEXO I - Projeto estrutural da cobertura executada



## ANEXO II- EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DAS TELHAS PLÁSTICAS DE MPVC

Foto 1: Telha Perfil Colonial cor Marfim



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Leonardo Pereira)

Foto 2: Detalhe Telha Perfil Colonial cor Marfim



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Leonardo Pereira)

Foto 3: Beiral Telha Perfil Colonial cor Marfim



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Leonardo Pereira)

Foto 4: Telha Perfil Colonial cor Cerâmica



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Gustavo Andrade)



Foto 5: Telha Perfil Colonial cor Marfim



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Nello Aún)

Foto 6: Telha Perfil Colonial cor Cerâmica



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Nello Aún)

Foto 7: Detalhe Telha Perfil Colonial cor Cerâmica



Fonte: Base de dados Precon Industrial (Fotógrafo: Paulo Bicalho)