

**NORMA DE DESEMPENHO TÉRMICO DE COBERTURAS E  
AS EMPRESAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO**

LUIS AMERICO CSERNIK

SPUMAPAC INDUSTRIAL E DISTRIBUIDORA DE ARTEFATOS PLASTICOS LTDA

Rua Prof. Clarismundo Fornari, 2990

Bairro do Engordadouro

Jundiaí – SP

CEP: 13.214-660

**SÃO PAULO 24 DE FEVEREIRO DE 2015**

## **RESUMO**

No dia 17 de julho de 2013 entrou em vigor a norma NBR 15575, que dentre outros assuntos, aborda a questão do isolamento térmico de lajes prediais, estabelecendo níveis de classificação de conforto e propriedades térmicas mínimas necessárias nas novas construções.

Sendo agente ativo neste processo, as empresas de impermeabilização assumem papel fundamental neste ponto de atendimento a norma, visto que o serviço de aplicação do isolamento térmico em coberturas é realizado pelas impermeabilizadoras.

O tema aqui proposto pretende, de maneira resumida, esclarecer às empresas de impermeabilização e demais profissionais da área sobre os requisitos da norma, materiais utilizados e benefícios que o isolamento térmico traz não somente do ponto de vista de conforto para o consumidor final, mas também para uma impermeabilização mais eficiente.

## 1. QUANTO A NORMA DE DESEMPENHO

No ano de 2013 um importante passo foi dado para que fossem estabelecidos novos parâmetros de desempenho na construção civil no Brasil.

Entre os temas abordados na ABNT NBR 15575 estão inseridos requisitos mínimos de desempenho térmico para as edificações, com objetivo de garantir que parâmetros de conforto sejam garantidos aos indivíduos quando estão dentro de suas residências.

Entre os pontos abordados na norma, se destaca o isolamento térmico de lajes expostas, com ausência de telhados, área na qual é feita a impermeabilização e o isolamento térmico simultaneamente.

Considerado o ponto de maior troca térmica do imóvel, a laje requer cuidados especiais, para que não se torne um problema para quem adquire a cobertura de um prédio, que é considerada a parte mais nobre e cara de um edifício.

A avaliação do desempenho térmico de uma edificação pode ser feita de três maneiras:

- forma simplificada, com base em propriedades térmicas dos materiais;
- por simulação computacional donde são considerados todos os elementos e fenômenos ambientais que compõem uma construção;
- avaliação in loco, onde após o imóvel estar pronto é avaliado o desempenho térmico da construção, em um dia típico de verão ou inverno.

Aqui iremos considerar a forma simplificada, de maneira a conseguir avaliar isoladamente, a contribuição que a laje pode dar para que o imóvel atenda os requisitos da norma, obedecendo ao zoneamento bioclimático brasileiro e ao mesmo tempo a expectativa dos moradores.

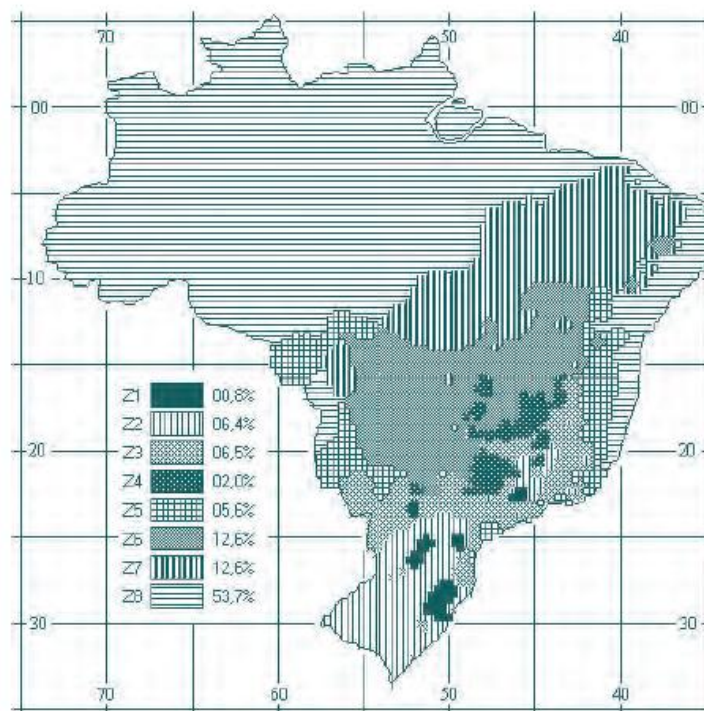


Figura 1 – Mapa de Zoneamento bioclimático brasileiro (fonte: ABNT NBR 15220 – Parte 3)

Para cada uma dessas zonas climáticas é definido o dia típico de inverno e o dia típico de verão, estabelecidos com base na temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar incidente para o dia mais frio e para o dia mais quente do ano respectivamente, segundo a média observada em um número representativo de anos.

## **2. QUAIS SÃO OS BENEFÍCOS DO SISTEMA DE ISOLAMENTO TÉRMICO COM A IMPERMEABILIZAÇÃO**

“Os sistemas de coberturas (SC) exercem funções importantes nas edificações habitacionais. Desde a contribuição para preservação da saúde dos usuários até a própria proteção do corpo da construção, interferindo diretamente na durabilidade dos demais elementos que a compõem” (NBR 15575).

### **2.1 Conforto dos ocupantes**

A principal área afetada pelo não isolamento térmico é a cobertura. Não são raros os casos de reclamações dos proprietários de coberturas, que por sinal, é considerada a área mais nobre do prédio, mas pode se tornar um pesadelo no verão e inverno, caso não tenha um bom sistema de isolamento térmico junto à área de impermeabilização.

### **2.2 Economia de energia**

O isolamento térmico faz com que as trocas de calor e frio sejam mais lentas, proporcionando a redução do uso de equipamentos de ar condicionado, climatização, reduzindo os gastos de energia elétrica. Estima-se que 70% da interferência térmica de uma casa e 50% da interferência térmica da cobertura de um prédio sejam oriundas da laje. Outros fatores, como janelas, paredes, pisos, posicionamento do imóvel, ventilação, são responsáveis pelas demais interferências, podendo variar de uma região climática para outra.

Em coberturas de concreto, em um dia típico de verão uma laje pode chegar a temperaturas superiores a 50 °C. Por característica, o concreto é um grande concentrador térmico, sua temperatura muda mais lentamente que outros materiais. A simples utilização de uma camada de isolamento térmico de 2,5 cm pode reduzir esta temperatura em mais de 50%. Dependendo do tipo de isolante utilizado e das condições climáticas de região é possível, até mesmo, eliminar a utilização do ar-condicionado.

### **2.3 Estabilidade das estruturas e do sistema de impermeabilização**

Todos os materiais que compõem a laje sofrem os efeitos do calor, que acarreta dilatações e contrações térmicas. Este fenômeno afeta diretamente a vida útil dos diversos tipos de sistemas de impermeabilização utilizados, sendo que quanto menor for a dilatação e contração da laje e do próprio impermeabilizante, menor será o desgaste do sistema.

Em situações em que o isolamento térmico não é incluído, é comum aparecer uma fissura horizontal no último andar, devido à exposição direta da superfície da laje ao sol, podendo comprometer o sistema de impermeabilização.

Bauer et al (2007) afirma que, ao se utilizar um isolamento térmico sobre a impermeabilização da cobertura de um edifício, pode-se concluir que a deformação será menor e ocasionará o aumento da durabilidade do sistema de impermeabilização.

#### **Benefícios do isolamento térmico para sistemas de impermeabilização:**

Maior proteção contra impactos;

Menor força de tração exercida sobre o sistema;

Redução de mais de 50% de oscilação térmica exercida;

Diminuição do envelhecimento em sistemas protegidos (quando o isolante está sobre a impermeabilização).

### 3. AVALIANDO O DESEMPENHO TÉRMICO DA LAJE

O procedimento simplificado (normativo) de atendimento aos requisitos e critérios para os sistemas de isolamento térmico de lajes, conforme ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5, leva em consideração a transmitância térmica (U) das coberturas, seguindo os procedimentos de cálculo da ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5.

O valor de U (obtido de ensaios ou da norma NBR 15220-3) é confrontado com as exigências que aparecem no item na tabela de transmitância, que cotem o intervalo de entre 0,5 e 2,3 W/M2.k. De acordo com o resultado, a cobertura é avaliada em nível mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) de acordo com a localização no mapa de zoneamento bioclimático Brasileiro.

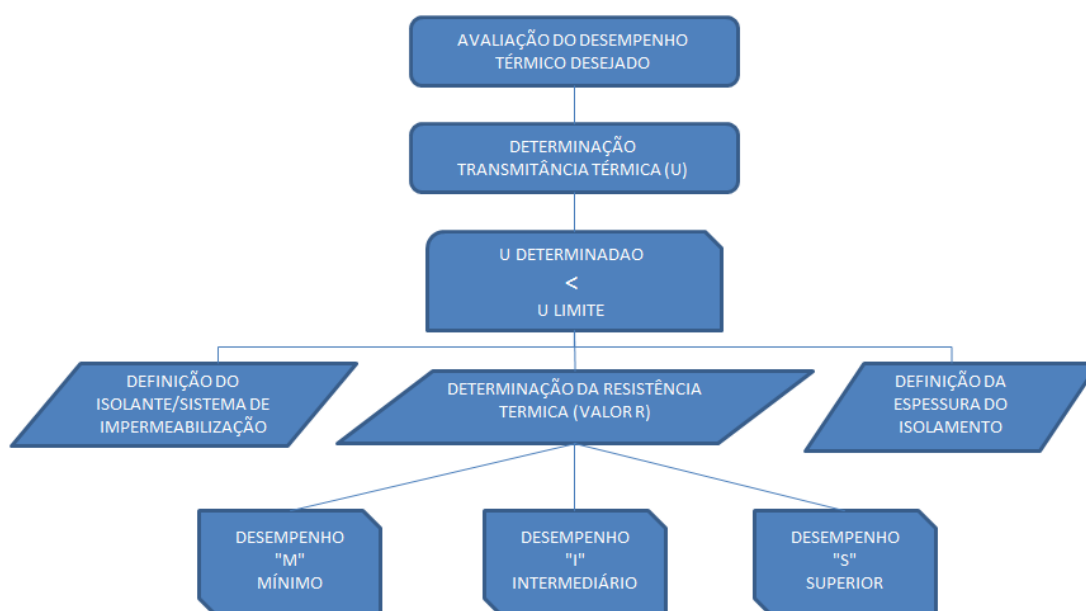


Figura 2 – Organograma avaliação simplificada de desempenho térmico.

No caso do valor não alcançar o valor limite de transmitância térmica (U) de 2,3 W/M2.k há necessidade de proceder-se à avaliação detalhada/simulação computacional ou medições em campo conforme as diretrizes estabelecidas na norma.

Tabela 1 - Transmitância térmica (U) W/m2K					
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8		Nível de desempenho
U 2,3	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	<b>M (mínimo)</b>
U 1,5	U ≤ 1,5	U ≤ 1,0	U ≤ 1,5	U ≤ 1,0	<b>I (intermediário)</b>
U 1,0	U ≤ 1,0	U ≤ 0,5	U ≤ 1,0	U ≤ 0,5	<b>S (superior)</b>

(Método simplificado de avaliação - Fonte: Tabela I.4, página 52 da NBR 15575 - Parte 5)

Com relação às lajes de cobertura expostas (sem sombreamento), somente lajes com isolamento térmico tem condições de atender o critério aqui apresentado.

### 3.1 Avaliação da transmitância térmica

Transmitância térmica é o fluxo de calor que atravessa a área unitária de um componente ou elemento quando existe um gradiente térmico de 1°K entre suas faces opostas, sendo o fluxo expresso em Watts/m<sup>2</sup>.°K.

Cálculo aplicado  $U = 1/RTT$

Onde:

U= Transmitância Térmica

RT= Resistência Térmica Total

Para se obter a resistência térmica total se faz necessário saber o coeficiente térmico de cada material e a espessura. Quanto menor o coeficiente de transmissão térmica do material e maior a sua espessura, melhor será a resistência térmica e conseqüentemente a transmitância térmica. Para se obter um isolamento térmico eficiente é necessário que o isolamento da laje tenha uma espessura mínima. Por menor que seja o coeficiente de transmissão de calor de um material, sem que exista uma avaliação quanto a espessura a ser utilizada, dificilmente se atinge os objetivos estabelecidos.

Como achar a resistência térmica (RT)

$$R \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)} = E \text{ (m)} / \lambda \text{ (W/m}\cdot\text{K)}$$

R = Resistência

E = Espessura

$\lambda$  = coeficiente térmico

Tabela 2 – Coeficiente Térmico de Materiais	
Material	Condutividade térmica dos materiais [W/(m.K)]
Prata	426
Cobre	398
Alumínio	237
Tungstênio	178
Ferro	80,3
Concreto Armado	1,37
Vidro	0,86
Água	0,61
Tijolo	0,8
Madeira (pinho)	0,14
Fibra de vidro	0,046
EPS (/P5/P7) 25/32 kg/m <sup>3</sup>	0,035
Poliestireno Extrudado XPS 38 kg/m <sup>3</sup>	0,027

## 4. MATERIAIS MAIS UTILIZADOS NO ISOLAMENTO TÉRMICO DE LAJES

A norma ABNT 11752 estabelece os requisitos para uso dos materiais celulares com base no poliestireno (PS) para aplicação no isolamento térmico na construção civil. No mercado nacional os produtos utilizados são denominados pelas siglas EPS e XPS.

Apesar de serem fabricados a partir da mesma resina plástica, estes materiais possuem processo de fabricação e característica bem diferentes.

Uma avaliação criteriosa do isolante a ser utilizado é ponto fundamental para que o isolamento térmico tenha êxito. Além das características térmicas, é importante que exista uma avaliação do comportamento do material dentro das condições que é submetido em cada contexto.

Cabe a atenção na hora da compra do isolante térmico, solicitando sempre laudos que atendam a norma NBR nos mais diversos pontos que interessam para a aplicação do produto.

### 4.1 EPS - Isopor®

O EPS é feito do polímero do estireno, composto químico estireno, expandido em pequenas bolhas ocas de 0,4 a 2,5 mm de diâmetro. Essas bolhas tornam o isopor 30 vezes mais leve que o poliestireno comum. Sua expansão é provocada pela ação de um agente químico chamado pentano, que aumenta em até 50 vezes o tamanho inicial a partir da liberação de vapores. Mais de 97% do volume do isopor é constituído de ar, o que dá ao material a propriedade de isolante térmico.



Figura 3 – Placas de EPS (fonte: Spumapac)

#### 4.1.1 Tabela de características estabelecidas na norma ABNT NBR 11752 para EPS

Tabela 3 - Característica EPS					
Propriedades EPS	Método de ensaio	Unidade	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
Densidade aparente nominal	ABNT - NBR 11949	Kg/m <sup>3</sup>	22,5	27,5	32,5
Densidade aparente mínima	ABNT- NBR 11949	Kg/m <sup>3</sup>	20	25	30
Condutividade térmica máxima (23°C)	ABNT - NBR 12094	W/(mK)	≤ 0,034	≤ 0,034	≤ 0,034
Tensão por compressão com deformação de 10%	ABNT - NBR 8082	KPa	≥ 120	≥ 170	≥ 185
Resistência mínima à flexão	ASTM C-203	KPa	≥ 220	≥ 275	≥ 340
Resistência mínima ao cisalhamento	EN-12090	KPa	≥ 100	≥ 135	≥ 180
Absorção de água	ABNT - NBR 7973	g/cm <sup>2</sup> x 100	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Permeabilidade ao vapor d'água	ABNT - NBR 8081	ng/Pa.s.m	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Flamabilidade (se classe F)	ABNT - NBR 11948		Material retardante à chama	Material retardante à chama	Material retardante à chama

## 4.2 Poliestireno Extrudado XPS

O poliestireno extrudado XPS é uma espuma rígida, fabricada a partir do processo de extrusão da resina, com estrutura celular fechada e homogênea. Este fator lhe confere excelentes características de isolamento térmica, conforto acústico e altíssima resistência.



Figura 4 – Placas de XPS (fonte: Spumapac)

### 4.2.1 Tabela de características estabelecidas na norma ABNT NBR 11752 para XPS

Tabela 4 - Característica XPS			
Propriedades	Método de ensaio	Unidades	Tipo 1
Tipo de material			Com película
Massa específica aparente	ABNT NBR 11949	Kg/m <sup>3</sup>	30 - 35
Resistência à compressão com 10% de deformação	ABNT NBR 8082	KPa	250 - 300
Resistência à flexão	ASTM C 203	KPa	300 - 350
Absorção de água	ABNT NBR 7973	g/cm <sup>2</sup> x 100	≤ 1
Permeabilidade ao vapor d'água	ABNT NBR 8081	ng/Pa.s.m	≤ 2
Coefficiente de condutividade térmica a 23°C	ABNT NBR 12094	W/(m.k)	0,027
Flamabilidade	ABNT NBR 11948	Material retardante à chama	Material retardante à chama

## 4.3 Estrutura celular

A estrutura celular do Poliestireno Extrudado XPS é imperceptível à vista, isto lhe confere menor absorção de água e vapor e maior resistência mecânica.

Poliestireno Extrudado XPS    Poliestireno Expandido EPS

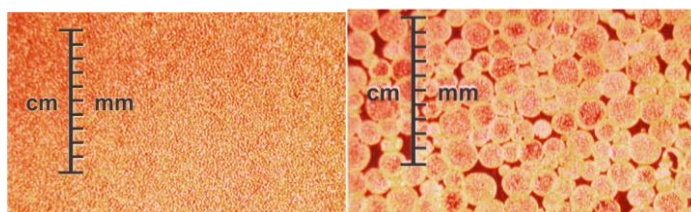


Figura 5 – Foto microscópica (Fonte Laboratório Spumapac)



#### 4.4 Absorção de água x durabilidade do isolante

Um dos principais vilões do isolamento térmico é a água, que compromete a vida útil e eficiência do isolamento térmico. As características do isolante acabam sendo comprometidas quando em contato com água e vapor. Sendo que, caso o isolante venha se encharcar, em pouco tempo não estará mais atendendo o que pede a norma.

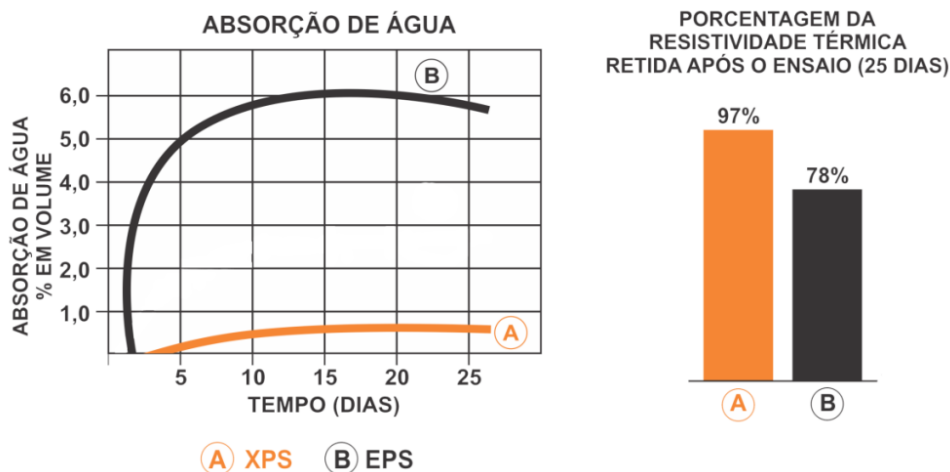


Figura 6 – Gráfico de absorção de água após dias

Materiais com densidade maior e estrutura celular mais fechada irão conferir menor absorção de água e maior resistência à compressão.

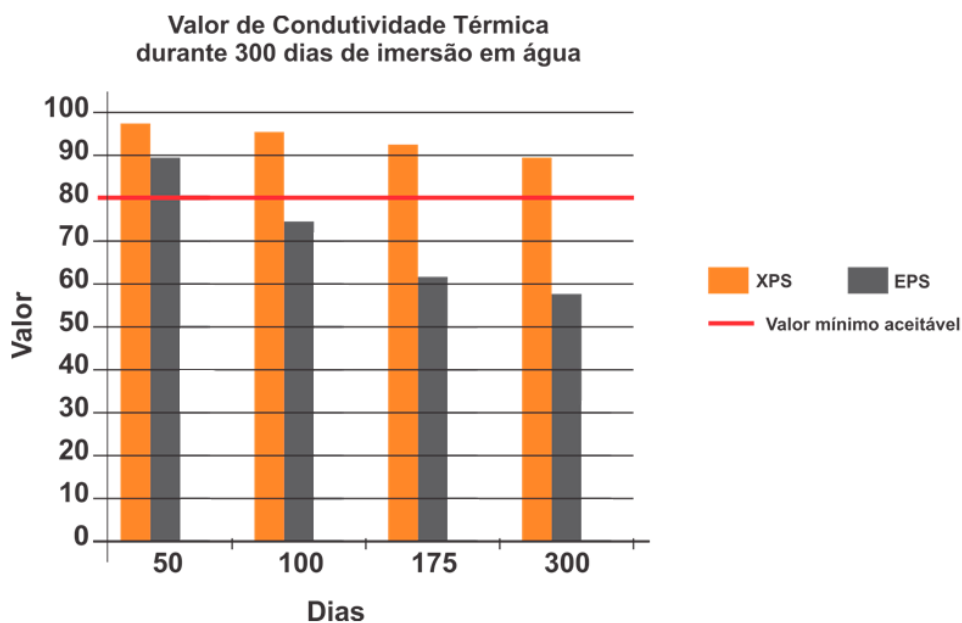


Figura 7 – Gráfico de condutibilidade térmica após imersão em água

#### 4.5 Coeficiente térmico

O Poliestireno Extrudado XPS de densidade 38 kg/m<sup>3</sup>, possui isolamento térmico 28% superior a placas de EPS com densidade de 32 kg/m<sup>3</sup>. Cabe o cuidado quanto a densidade do EPS, que possui diversas variações de densidade, sendo que o coeficiente térmico e resistência irão variar de acordo com cada uma delas. A recomendação é que somente sejam utilizados EPS de alta densidade para este tipo específico de aplicação.

#### 4.6 Resistência à compressão

É comum que lajes de empreendimentos comerciais sejam utilizadas como estacionamento de veículos e que áreas de cobertura de prédios residências sejam utilizadas como área de lazer. Neste momento cabe a atenção quanto à resistência do material a ser aplicado. A utilização de um isolante com resistência baixa poderá comprometer a área. Também é necessário que seja considerado o valor de resistência à compressão a longo prazo em condições de carga permanente.

ABNT NBR 8082-83 Resistencia a compressão 10% de deformação	
Lajes residenciais e comerciais	>= 60 Kpa
Lajes com circulação de veículos ligeiros	>= 180 Kpa
Lajes com circulação de veículos pesados	>= 250 kpa

#### 4.7 Garantias e segurança na compra do isolante

Visto a grande quantidade de fabricantes de placas isolantes no Brasil, é fundamental exigir os laudos de qualidade em conformidade com as normas Brasileiras ABNT, de preferência que sejam realizados em laboratórios fora da própria empresa.

Não são poucos os casos de obras que utilizam materiais fora de especificação por conta de não ter se resguardado do ponto de vista técnico.

Materiais fora de especificação do projeto poderão comprometer o desempenho térmico do imóvel e até mesmo favorecer o surgimento de patologias oriundas da não conformidade do material.

### 5. COMO É FEITO O ISOLAMENTO TÉRMICO DAS LAJES EM SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O sistema de impermeabilização com isolamento térmico pode ser efetuado de diferentes maneiras, sendo importante reforçar que a utilização do isolamento térmico em nenhum momento substitui a necessidade da impermeabilização.

## 5.1 Impermeabilização com manta asfáltica

As placas de isolamento térmico devem ser aplicadas, com juntas transversais desencontradas e devem ficar bem encostadas umas às outras.



Figura 8 – Laje obra Juscelino Kubitscheck (Impermeabilizadora Amplacom)

Nos pontos de ralo, e demais pontos críticos, as placas devem ser cortadas para adaptar-se ao substrato sem que sejam deixadas áreas que propiciem pontes térmicas.

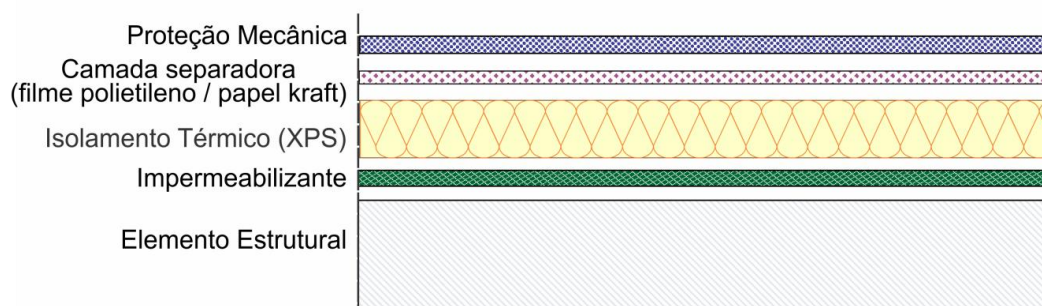


Figura 9 – Aplicação de impermeabilizante asfáltico com isolamento térmico

O material isolante não pode ser exposto ou estocado no sol para não ser agredido pelos raios UV. Após a aplicação do isolamento, é necessário que seja feita a proteção mecânica concomitantemente. Para áreas sem circulação de pessoas a proteção mecânica pode ser feita com cascalho, argila e jardim.

## 5.2 Impermeabilização com mantas poliméricas

Neste tipo de aplicação a impermeabilização é feita diretamente sobre o isolamento térmico, devidos as mantas de TPO e PVC poderem ficar expostas diretamente ao sol.

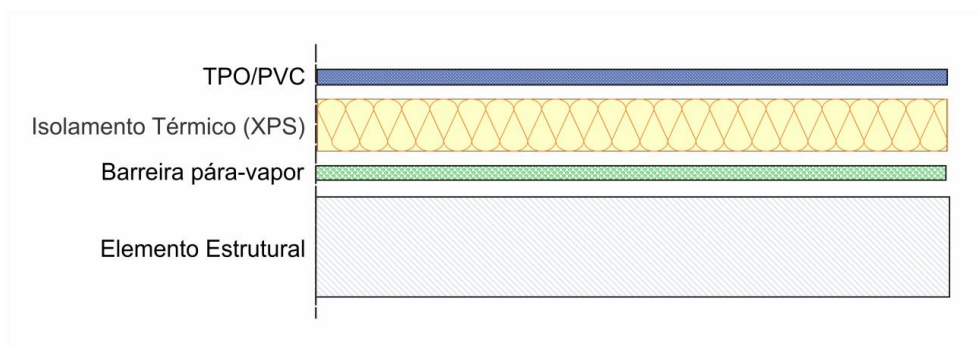


Figura 10 – Aplicação de impermeabilização com manta elastomérica com isolamento térmico

As mantas de TPO e PVC funcionam como barreira de proteção do isolamento térmico contra os raios UV. Podendo ser aplicada sobre lajes e telhados. O não contato do isolamento com a água contribuí para um isolamento térmico mais estável.



Figura 11 – Laje obra Alwitra (Alwitra)

## 6. EXEMPLO DE AVALIAÇÃO SIMPLIFICADA DE LAJE

Tabela 5 – Metodologia de cálculo de transmitância	
Metodologia	Trânsmitância de Calor (W/m <sup>2</sup> .k)
<b>RT=Rsi+RT+Rse (W/m<sup>2</sup>.k)</b>	<b>U=1/RT</b>
Rse= Resistência térmica exterior	U= Transmitância Térmica
RT= Resistência térmica da Laje + Isolante	RT=Resistência Térmica Total
RSi= Resistência Térmica interior	

### 6.1 Resistências térmicas da laje e isolamento

A resistência térmica do isolamento está diretamente ligada ao coeficiente térmico do material e à espessura. Sendo que, quanto menor o coeficiente de transmissão térmica, maior será a resistência de determinada espessura de isolamento. Materiais colocados sequencialmente deverão ter sua resistência térmica somada.

$$RT = E/\lambda$$

RT = Resistência Térmica

E = Espessura

$\lambda$  = Coeficiente Térmico

### 6.2 Resistências térmicas superficiais (Rse e RSi)

A resistência térmica superficial varia de acordo com vários fatores, tais como: emissividade, velocidade do ar sobre a superfície e temperaturas da superfície, do ar e superfícies próximas.

A tabela A.1 apresenta valores médios recomendados para os cálculos.

Rsi (m2.K)/W			Rse (m2.K)/W		
Direção do fluxo de calor			Direção do fluxo de calor		
Horizontal	Ascendente	Descendente	Horizontal	Ascendente	Descendente
⇒	— ↑	— ↓	⇒	— ↑	— ↓
0,13	0,10	0,17	0,04	0,04	0,04

**Caso 1** – Isolamento térmico de laje comercial na zona bioclimática 8, com estacionamento de veículos leves e que pretenda um isolamento térmico superior.

	Laje 10 cm com XPS esp de 50mm	Laje 10 cm com EPS esp de 60mm	Laje sem isolamento
Densidade Mínima <b>32 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>38</b>	<b>32,5</b>	—
Resistência a compressão Mínima <b>180 Kpa</b>	<b>400</b>	<b>180,5</b>	—
Resistência Térmica mínima (R) <b>2</b>	2,15	2,06	<b>0,30</b>
Transmitância térmica máxima <b>0,50 W.m<sup>2</sup>/K</b>	0,47	0,49	<b>3,38</b>

**Caso 2** – Isolamento térmico de uma laje residencial na zona bioclimática 3, com transito de pessoas, e que pretenda um isolamento térmico superior.

	Laje 10 cm com XPS esp de 25mm	Laje 10 cm com EPS esp de 30mm	Laje sem isolamento
Densidade Mínima <b>32 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>38</b>	<b>32,5</b>	—
Resistência a compressão Mínima <b>60 Kpa</b>	<b>250</b>	<b>180,5</b>	—
Resistência Térmica mínima (R) <b>1</b>	1,22	1,18	<b>0,30</b>
Transmitância térmica máxima <b>1 W.m<sup>2</sup>/K</b>	0,82	0,85	<b>3,38</b>

## 7. CONCLUSÃO

A norma de desempenho NBR 15575 traz novos parâmetros de desempenho para as construções no Brasil, nos abrindo a perspectiva de uma maior profissionalização, em detrimento aos novos requisitos que criam oportunidades para todas as áreas da construção civil.

Sendo levado em consideração o custo total da obra e os benefícios obtidos com um bom projeto de impermeabilização, que contemple o isolamento térmico, o resultado será um rápido retorno do investimento, visto a diminuição dos gastos de energia com equipamentos de climatização, diminuição das despesas de manutenção e maior durabilidade do sistema.

Conhecer os tipos de isolantes térmicos e características de cada um é fundamental para que estes objetivos sejam atingidos.

## **BIBLIOGRAFIA**

ABNT NBR 15220-2 - Desempenho térmico de edificações.

ABNT NBR 11752, Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15575.

ASTM C585-90 (2004) Standard Practice for Inner and Outer Diameters of Rigid Thermal Insulation for Nominal sizes of Pipe and Tubing (NPS System).

GUIA CEBIC, Norma de desempenho 2º edição.

BAUER et al. Sistema de impermeabilização e isolamento térmico. In: ISAIA G.C (ed.). Materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. São Paulo: IBRACON, 2007.