

# Análise das propriedades físicas e mecânicas nas telhas de concreto fabricadas na cidade de Herval d'Oeste

Cristina Valcarenghi\*  
Angela Zamboni Piovesan\*\*

## Resumo

Telhas de concreto são componentes para cobertura com forma essencialmente retangular e perfil geralmente ondulado. Elas são compostas de cimento, agregado, água e aditivos (ou adições), e podem ser fornecidas na cor natural ou coloridas pela adição de pigmentos. O objetivo deste trabalho é analisar a qualidade das telhas de concreto de diferentes cores e modelos, comparando os resultados obtidos com os critérios mínimos estabelecidos pela NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). O relatório mostra os resultados obtidos por meio de ensaios relacionados às características físicas e mecânicas das telhas de concreto fabricadas na cidade de Herval d'Oeste. A amostra de pigmentação amarela apresentou melhores resultados referentes às características mecânicas, e as telhas onduladas e planas atingiram resultados de 16 e 10%, respectivamente, acima dos resultados das telhas naturais nos testes de ruptura à flexão. No teste de absorção de água, todas as amostras atingiram resultados satisfatórios. Já nas características físicas, todas as amostras foram rejeitadas. Tomou-se a Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc) como locus de estudo, uma Instituição de Ensino Superior, considerando o interesse científico de seus pesquisadores nesse assunto. Em relação aos procedimentos metodológicos, as atividades realizadas foram pesquisa bibliográfica, acadêmica, laboratorial e de campo. Os resultados obtidos podem ser avaliados pelos engenheiros, tornando-os como base na escolha de telhas de concreto em suas construções.

Palavras-chave: Telhas de concreto. Pigmentos. Propriedades físicas e mecânicas.

## 1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, um dos materiais mais utilizados é o cimento Portland, podendo obter o concreto com a adição de outros agregados, resultando em um produto resistente e durável. Porém, quando se fala em telhado, lembra-se de telhas de barro, em que são utilizadas a várias décadas como elemento insubstituível nessa etapa da obra, porém, nos últimos anos, a fabricação de telhas de concreto vem aumentando consideravelmente. As telhas de concreto, que até então eram presentes em residências de alto padrão, atualmente são opção para a faixa do consumidor médio, pois as fábricas vêm optando pela fabricação dessas peças. Um dos motivos pelos quais a fabricação de telhas de concreto vem se desenvolvendo é a falta de matéria-prima em determinadas regiões para confeccionar telhas de barro, além de gastar muita energia e liberar em seu processo de produção grande quantidade de gás carbônico.

Tamanho é a importância da fabricação de telhas de concreto no mercado, que a Associação Brasileira de Normas Técnicas desenvolveu normas nas quais regulamentam o padrão de qualidade

\* Engenheira civil, formada pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; crisvalca@yahoo.com.br

\*\* Mestre em Construção Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; professora da Área das Ciências Exatas de da Terra da Universidade do Oeste de Santa Catarina; angela.piovesan@unoesc.edu.br

das telhas de concreto, a fim de se obter produtos com qualidade aos consumidores e estabelecer padrões de qualidade nas empresas relativamente novas.

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a qualidade das telhas de concreto de diferentes cores e modelos, comparando os resultados obtidos com os critérios mínimos estabelecidos pela norma, observando as telhas no que diz respeito à absorção de água, carga de ruptura à flexão, massa, esquadro e dimensões.

## 2 CARACTERÍSTICAS DAS TELHAS DE CONCRETO

Em pesquisa realizada em campo em uma fábrica de telhas de concreto em uma cidade da região do Meio-Oeste catarinense, observou-se o processo de fabricação das telhas e com as amostras dessa fábrica realizaram-se ensaios de requisitos de qualidade do produto.

Para realizar os ensaios propostos neste trabalho, coletou-se 225 telhas de concreto de diferentes cores. Esse material foi obtido diretamente da fábrica de telhas e transportado para o laboratório de materiais da Universidade do Oeste de Santa Catarina, para posteriormente realizar os ensaios, conforme NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

### 2.1 CLASSIFICAÇÃO DAS TELHAS

As telhas foram classificadas conforme requisitos da NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). A Tabela 1 mostra os valores encontrados da profundidade do perfil (d) para cada amostra de telhas onduladas de diferentes cores.

Tabela 1: Classificação das telhas onduladas pela profundidade

Corpo de prova	Profundidade da telha (d) – mm					
	Amarela ondulada	Vermelha ondulada	Natural ondulada	Branca ondulada	Marrom ondulada	Preta ondulada
1	44,1	47,0	45,9	46,2	44,5	43,7
2	45,8	47,8	45,5	44,6	44,6	45,4
3	44,0	47,6	45,9	46,5	46,3	45,2
4	46,7	48,1	45,7	44,9	46,4	45,1
5	45,3	46,0	47,8	45,9	45,2	45,1
6	43,3	47,6	45,9	46,0	46,1	46,1

Fonte: as autoras.

Por meio dos valores da Tabela 1, percebe-se que as telhas onduladas se enquadram na classe B, tendo  $40 \text{ mm} \leq d < 50 \text{ mm}$ .

As telhas planas possuem uma classificação diferenciada em relação às telhas onduladas, em que as telhas planas devem obedecer a uma profundidade do perfil (d) máxima de 20 mm. A Tabela 2 mostra os valores encontrados da profundidade do perfil (d) para cada amostra de telhas planas de diferentes cores.

Tabela 2: Classificação das telhas planas pela profundidade

Profundidade da telha (d) – mm	
--------------------------------	--

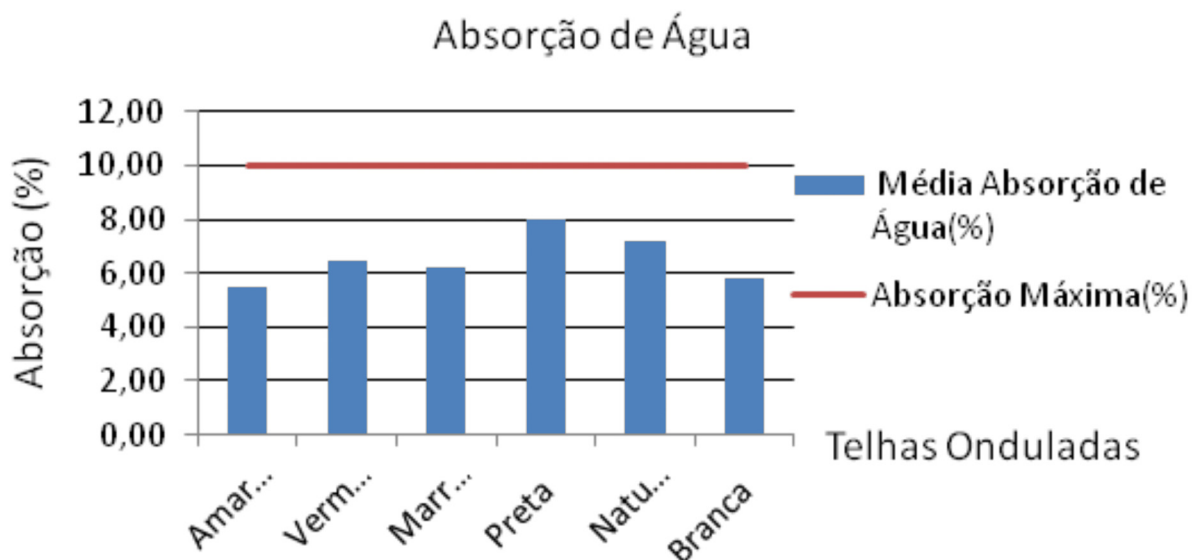
Corpo de prova	Amarela plana	Natural plana	Marrom plana
1	14,7	14,9	13,0
2	14,1	13,7	13,9
3	14,0	15,0	13,8
4	14,2	13,9	13,5
5	14,7	14,0	13,0
6	14,0	13,9	14,0

Fonte: as autoras.

Conforme os dados mostrados na Tabela 2, todas as telhas planas atenderam aos requisitos referentes à sua classificação.

## 2.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA

O teste foi realizado com todas as amostras de diferentes cores, considerando que cada amostra foi composta por seis corpos de prova. O Gráfico 1 mostra os valores médios dos resultados desse ensaio.



No Gráfico 1 observa-se que todas as amostras atenderam à exigência referente à absorção de água (10%). Nota-se também que a amostra de pigmento preto foi a que mais absorveu água, 31% a mais que a amostra de telhas amarelas, sendo as que menos absorveram água.

No Gráfico 2, observa-se que todas as amostras atenderam à exigência referente à absorção de água (10%). As telhas naturais (sem pigmento) foram as que tiveram melhor desempenho, absorvendo 26,9% a menos do que o exigido pela NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

A amostra de pigmento marrom absorveu 10,19% a mais do que a amostra de telhas naturais, porém, ainda ficou na faixa exigida pela norma vigente.

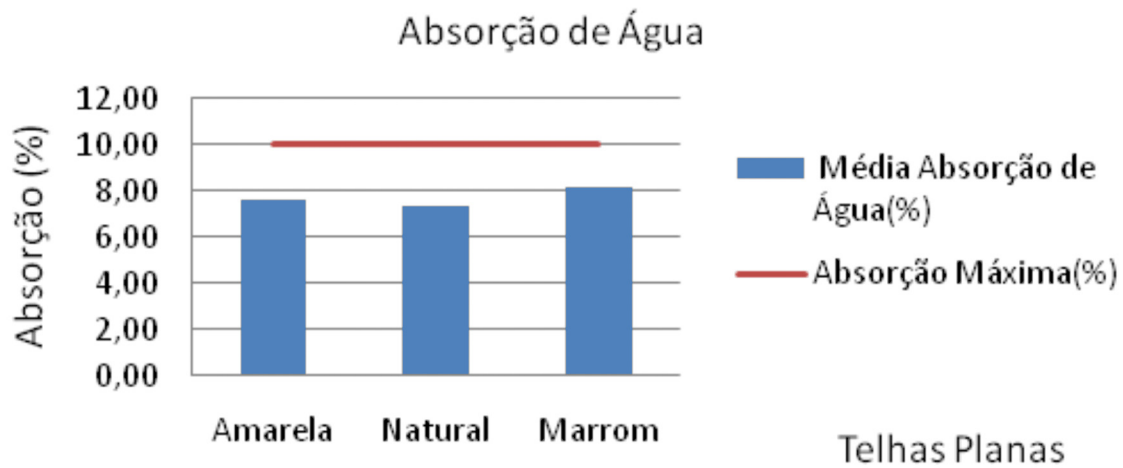


Gráfico 2: Absorção de água – Telhas planas  
Fonte: as autoras.

### 2.3 PESO

Os resultados do ensaio de determinação do peso foram obtidos por meio de dados retirados do ensaio de absorção de água.

No Gráfico 3, observa-se que as telhas onduladas atenderam aos requisitos exigidos por norma. A telha de pigmentação amarela foi a que apresentou maior peso, 5,41% a mais do que as telhas vermelhas, teve menos peso entre todas as amostras. Além disso, a telha de pigmentação amarela obteve menor absorção de água, o que se explica pelo fato de a peça ser menos porosa.

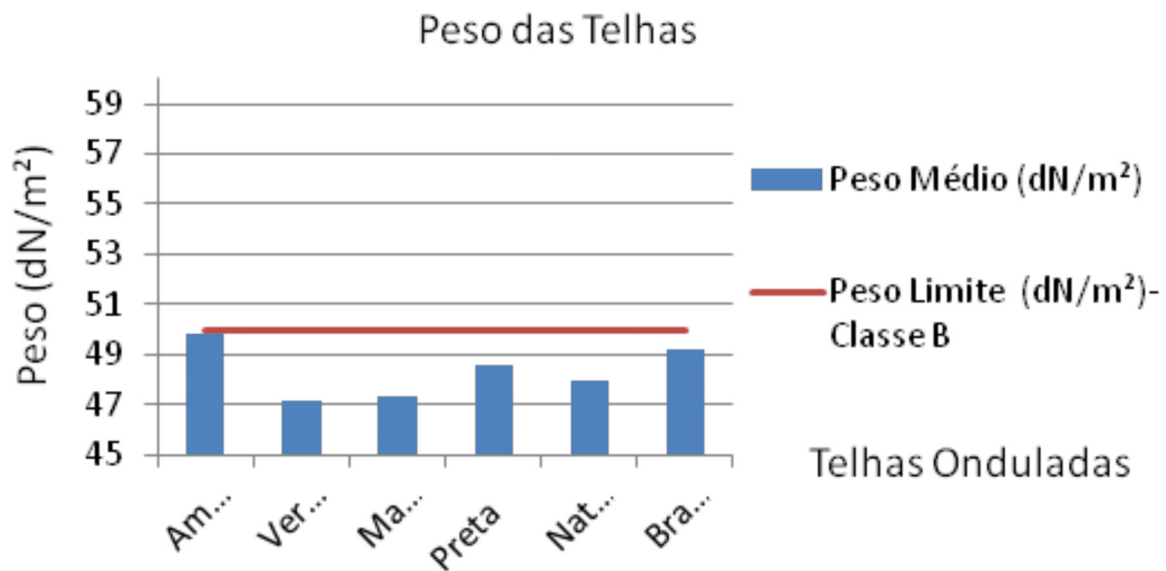


Gráfico 3: Peso das telhas onduladas  
Fonte: as autoras.

O Gráfico 4 demonstra os valores médios dos pesos das telhas planas, em que a telha natural, sem pigmentação, teve maior peso, 5,77% acima do peso limite exigido por norma. Todas as amostras de telhas planas não atenderam à exigência da norma.

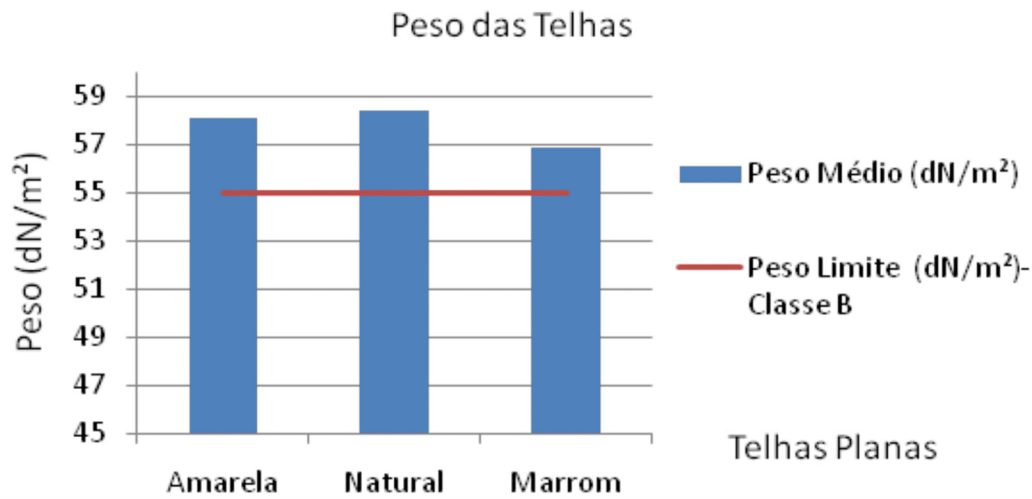


Gráfico 4: Peso das telhas planas  
Fonte: as autoras.

## 2.4 CARGA DE RUPTURA À FLEXÃO

O Gráfico 5 representa os valores médios de cada amostra referente à carga de ruptura à flexão para as telhas onduladas.

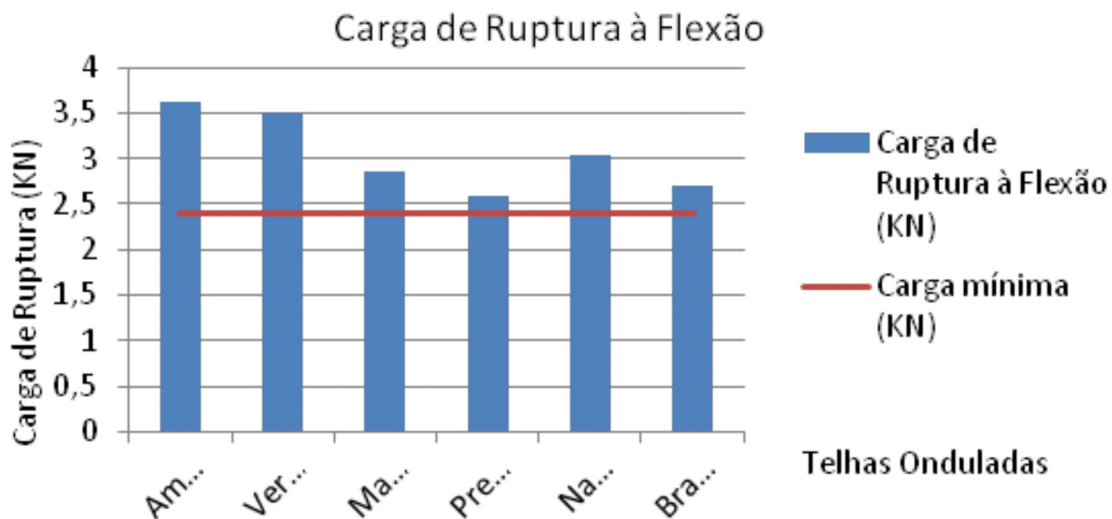


Gráfico 5: Carga de ruptura à flexão – Telhas onduladas  
Fonte: as autoras.

Percebe-se que todas as amostras de telhas onduladas atenderam à carga mínima de ruptura à flexão exigida pela norma. Essa carga é adotada por meio do parâmetro de classificação, no qual se obtém a condição de que peças com profundidade ( $d$ ) entre  $40 \text{ mm} \leq d < 50 \text{ mm}$  devem ter uma carga de ruptura mínima de 2,4 KN.

O Gráfico 6 representa os valores médios de cada amostra referentes à carga de ruptura à flexão para as telhas planas.

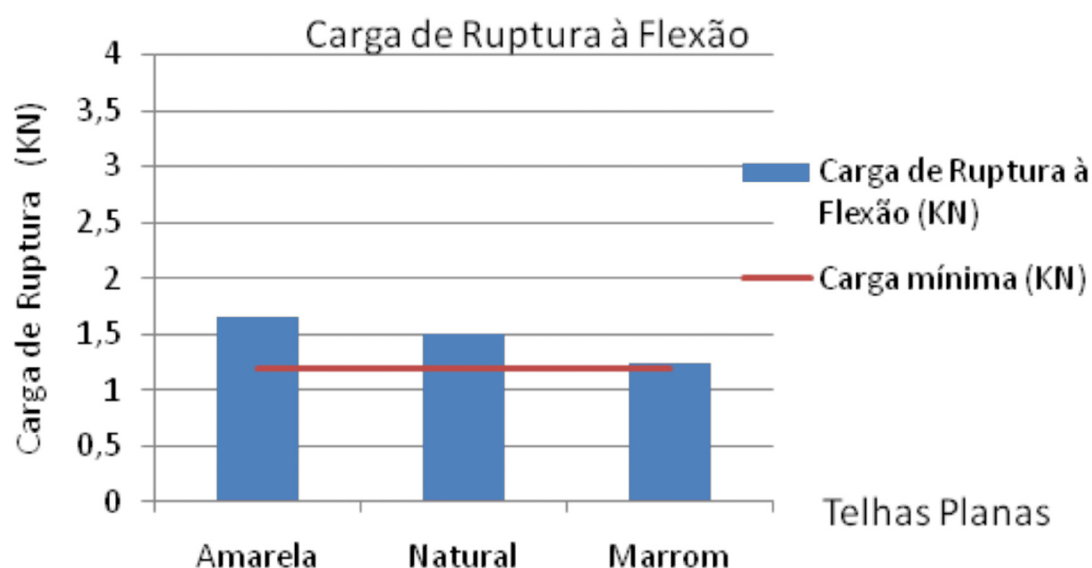


Gráfico 6: Carga de ruptura à flexão – Telhas planas  
Fonte: as autoras.

Por meio dos dados do Gráfico 6, nota-se que as telhas planas atenderam aos requisitos mínimos exigidos pela NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009), em que todas as amostras atingiram valores acima de 1,2 KN.

Observando os Gráficos 5 e 6 simultaneamente, percebe-se que as telhas com pigmento amarelo foram as que atingiram maior resistência. Tendo como informação importante o peso, ambas apresentaram maior peso do que as demais amostras coloridas. Sabendo que quanto mais compacto o concreto melhor será sua resistência, esse fator é comprovado observando que a absorção das telhas amarelas foi a menor.

As telhas onduladas com pigmento amarelo tiveram um acréscimo de resistência à ruptura à flexão de 16% em relação às telhas naturais, ficando também 34,06% acima da carga mínima exigida pela norma.

As telhas planas, também de pigmentação amarela, tiveram um acréscimo de 10,17% em relação às telhas naturais, ficando 28,14% acima da carga mínima exigida pela norma. Obtiveram melhor resultado nesse teste e conseqüentemente ultrapassaram o peso máximo exigido por ela. Em contrapartida, as telhas marrons planas foram as que obtiveram maior absorção, menor peso e conseqüentemente menor resistência à ruptura à flexão.

## 2.5 ESQUADRO

O resultado final da verificação do esquadro foi obtido mediante a subtração das medidas C2 e C3. Os valores presentes na Tabela 3 são os valores médios de seis corpos de prova para cada amostra.

Tabela 3: Esquadro

Amostra	C2 (mm)	C3 (mm)	C2-C3	≤ 3mm
Amarela ondulada	321,38	318,62	2,77	OK
Vermelha ondulada	319,67	317,92	1,75	OK
Natural ondulada	321,07	319,23	1,83	OK
Branca ondulada	320,68	318,22	2,47	OK
Marrom ondulada	320,68	319,60	1,08	OK
Preta ondulada	320,82	318,23	2,58	OK

Natural plana	387,22	386,10	1,12	OK
Marrom plana	331,69	329,88	1,81	OK
Amarela plana	386,57	384,43	2,13	OK

Fonte: as autoras.

## 2.6 DIMENSÕES

Para a análise das dimensões, devem-se comparar as exigências da norma com as dimensões declaradas pelo fabricante. A Tabela 4 mostra as dimensões declaradas pelo fabricante das amostras analisadas.

Tabela 4: Dimensões declaradas pelo fabricante

Dimensões do Fabricante (mm)									
Cn <sup>1</sup>	Ln <sup>2</sup>	Ct <sup>3</sup>	Ce <sup>4</sup>	Lt <sup>5</sup>	Lu <sup>6</sup> planas	Lu <sup>6</sup> onduladas	h <sup>7</sup>	Sobreposição longitudinal	Sobreposição lateral
420	304	420	–	304	303	255	–	100	30

Fonte: as autoras.

Nota: <sup>1</sup>Comprimento nominal, <sup>2</sup>Largura nominal, <sup>3</sup>Comprimento total, <sup>4</sup>Comprimento útil declarado, <sup>5</sup>Largura total, <sup>6</sup>Largura útil declarada, <sup>7</sup>Altura característica do perfil.

A tolerância para as medidas até 420 mm é de  $\pm 2$  mm. Para as medidas de sobreposição lateral, longitudinal e altura característica do perfil (h), tem-se a tolerância de  $\pm 5\%$  em relação ao tamanho declarado pelo fabricante.

No Gráfico 7 estão representados os valores do Comprimento Nominal (Cn) para as telhas onduladas e planas.

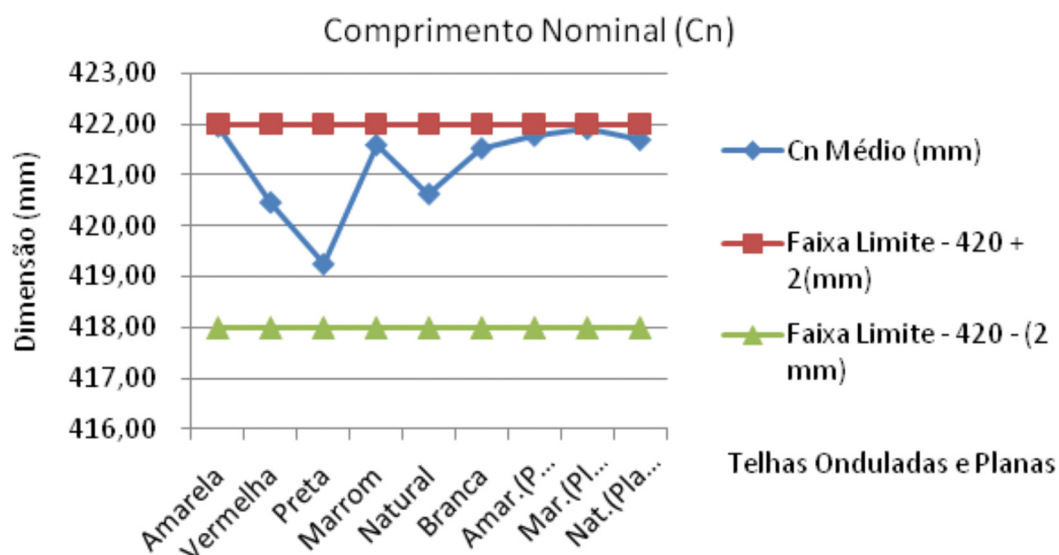


Gráfico 7: Comprimento nominal médio – Telhas onduladas e planas  
Fonte: as autoras.

Como podemos observar, no Gráfico 7, todas as amostras de telhas atenderam aos requisitos descritos na norma.

No Gráfico 8, estão representados os valores da Largura Nominal (Ln) para as telhas onduladas e planas.

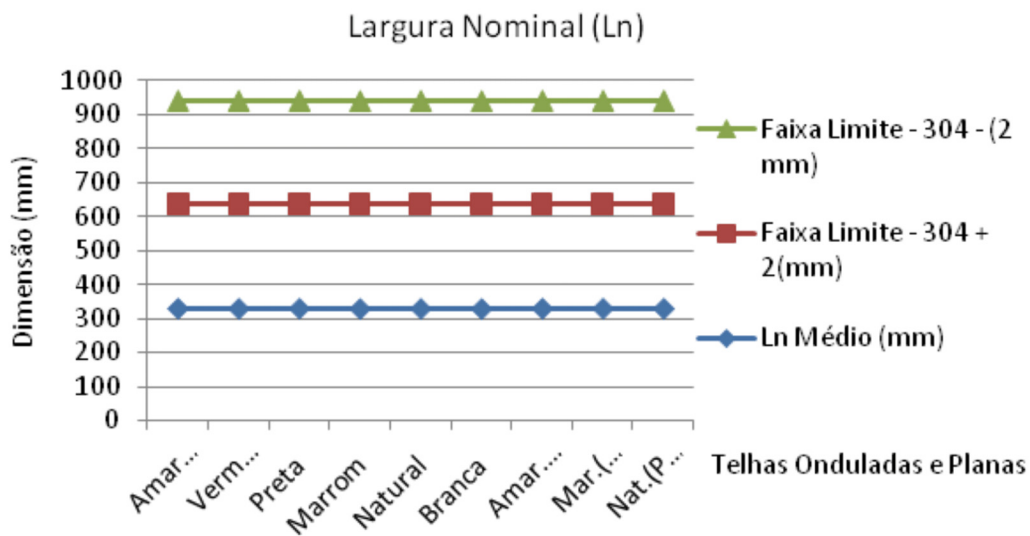


Gráfico 8: Largura nominal – Telhas onduladas e planas  
Fonte: as autoras.

Observando o Gráfico 8, percebe-se que todas as amostras de telhas onduladas não atenderam os requisitos descritos na norma.

O Gráfico 9 mostra os valores da Largura Útil (Lu) para as telhas onduladas.

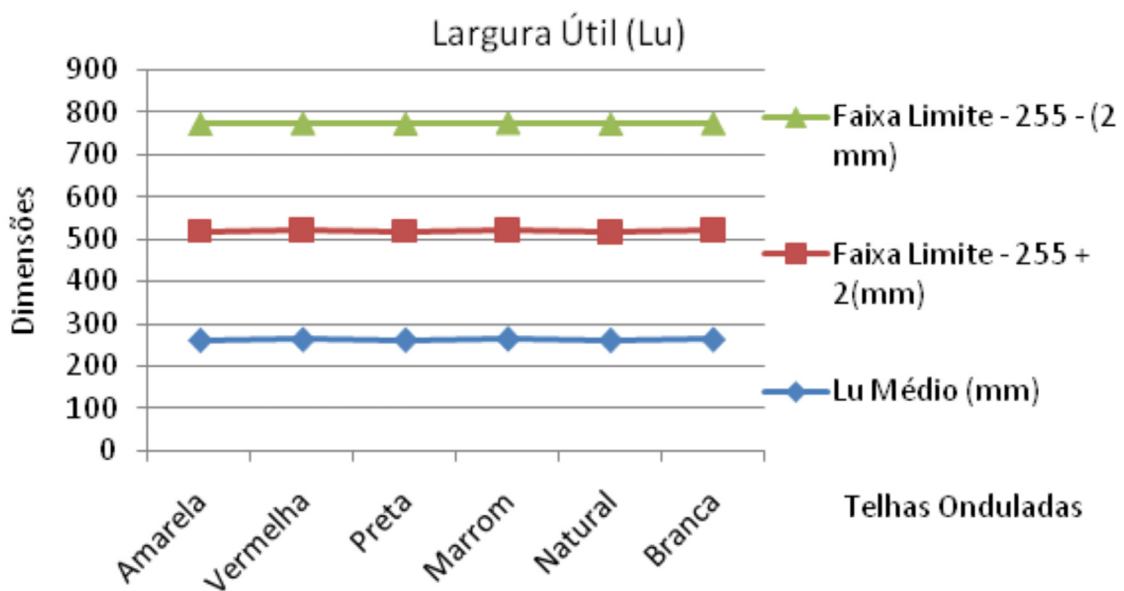


Gráfico 9: Largura útil – Telhas onduladas  
Fonte: as autoras.

O Gráfico 9 mostra que todas as amostras de telhas não atenderam os requisitos descritos na norma.

O Gráfico 10 demonstra os valores médios da largura útil das telhas planas, percebendo que todas as amostras não atendem aos valores exigidos na norma.



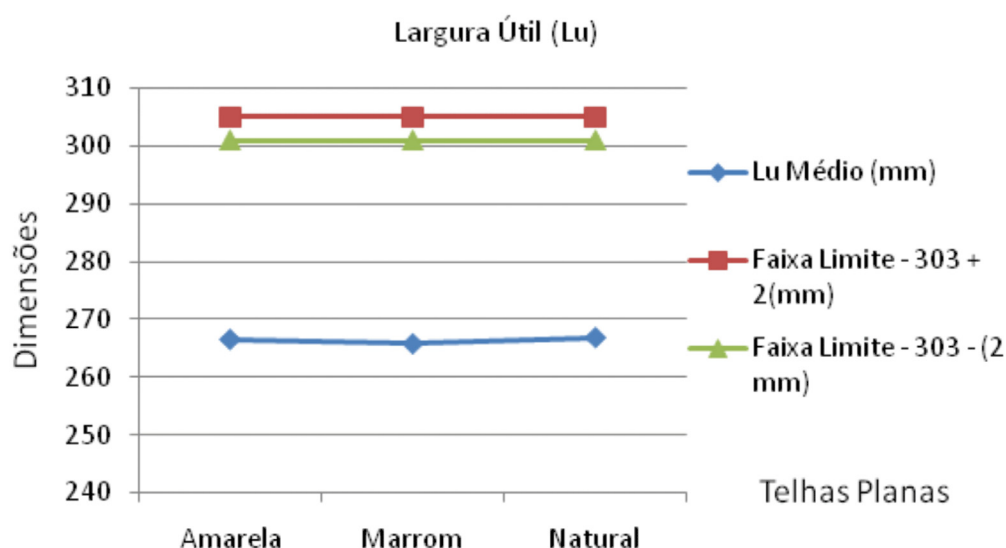


Gráfico 10: Largura útil – Telhas planas  
Fonte: as autoras.

Por meio dos valores do Gráfico 10, nota-se que as telhas não atenderam aos requisitos exigidos pela norma.

### 3 CONCLUSÃO

Analisando os resultados obtidos mediante os testes realizados em laboratório e com visita técnica em campo, baseando-se nas referências bibliográficas, têm-se as seguintes conclusões:

Nos requisitos relacionados ao peso, absorção de água, resistência à ruptura à flexão e esquadro, todas as amostras de telhas onduladas analisadas atenderam aos requisitos exigidos pela NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009) quanto às dimensões declaradas pelo fabricante. Apenas o comprimento nominal ficou dentro da faixa limite, as demais dimensões não atenderam à faixa delimitada na norma. As telhas analisadas se enquadraram na classe B.

As telhas com pigmentação amarela foram as que obtiveram melhores resultados referentes à carga de ruptura à flexão, ficando com um acréscimo de 16% quando comparadas com as naturais. Porém, não se pode afirmar que esse resultado está relacionado ao tipo de pigmento, pois outros fatores influenciam nos resultados, como o fator a/c e a escolha dos agregados. Tendo como resultado o maior peso e a menor absorção de água (5,48%), dois fatores influenciam na resistência da peça, pois é uma peça menos porosa, de peso maior, e, conseqüentemente, com maior resistência.

Já as telhas classificadas como planas obtiveram resultados positivos referentes à absorção de água, resistência à ruptura à flexão e esquadro. Nos resultados relacionados ao peso e à análise das dimensões, as telhas planas não atenderam aos requisitos exigidos pela norma. Para trabalhos futuros, sugere-se testar a porcentagem de pigmentos em traços de concreto e verificar as influências físicas e mecânicas deste, podendo, assim, afirmar se o teor de pigmento modifica a estrutura das peças. Além disso, são necessários estudos em relação à determinação do fato a/c, para precisar os resultados obtidos nesta pesquisa.

## ***Analysis of the physical properties is mechanical in the tiles of concrete***

### *Abstract*

*Concrete roof tiles are roof covering components, usually rectangle-shaped with a curved profile. They are made of cement, aggregate, water and additives, being available on the color of any added pigment or their natural one. The goal of this work is to analyze the quality of concrete roof tiles, in different colors and models, by comparison of each result with the basic criteria of the NBR 13858:2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). The report shows the results obtained by testing physical and mechanical characteristics of concrete roof tiles produced from the city of Herval d'Oeste. The sample of yellow pigmentation showed the best results regarding the mechanical characteristics, being that the corrugated and flat roof tiles results achieved of 16% and 10%, respectively, above the natural roof tiles results on the test of the rupture. The test of water absorption all the samples obtained satisfactory results. Already, on the physical characteristics all the samples were rejected. Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc) was chosen as the research site, as the field of this study is relevant to its researchers. Regarding the methodological procedures, it was chosen to carry out bibliographic, academic, laboratory and field studies. The results can be analyzed by engineers, being used as references in the choice of concrete roof tiles for their buildings.*

*Keywords: Concrete roof tiles. Pigments. Physical and mechanical properties.*

### **REFERÊNCIAS**

AGUIAR, C. A. **Concreto cimento Portland branco estrutural**: análise da adição de pigmentos quando à resistência à compressão. 2006, 88 f. Dissertação (Mestrado profissional em Engenharia Civil)–Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

ANDRADE CONSTRUÇÕES. **Telhas de Concreto**. 2009. Disponível em: <<http://www.andradeconstrucoes.com.br/produtos-telhas.php>>. Acesso em: 16 abr. 2010.

ANDRIOLO, Francisco Rodrigues. **Construção de Concreto**: Manual de práticas para controle e execução. São Paulo: Pini, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Usos de corantes, pigmentos e branqueadores ópticos**. 2009. Disponível em: <[http://www.abiquim.org.br/corantes/cor\\_aplicacoes.asp](http://www.abiquim.org.br/corantes/cor_aplicacoes.asp)>. Acesso em: 7 abr. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13858:2** – Telhas de concreto – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

FILHO, C. Vicente Mitidieri. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. v. 1, cap. 2, 2007.

GOMES, Leila Verônica da Rocha; ALVAREZ, Cristina Engel. **Análise Crítica dos aspectos ambientais no uso de pigmentos nas argamassas de rejuntamento do Espírito Santo (Brasil): Diagnóstico e recomendações**. 2006. Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: <[http://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2044\\_07.pdf](http://www.apfac.pt/congresso2007/comunicacoes/Paper%2044_07.pdf)>. Acesso em: 19 maio 2010.

ISAIA, G. Cechella. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. v. 1, cap. 1, 2007.

MUNDO COR. 2009. **Novos pigmentos inorgânicos da Bayer**. Disponível em: <<http://www.mundocor.com.br>>. Acesso em: 19 maio 2010.

PIOVESAN, A. Z. **Estudo sobre a influência da adição de pigmentos em propriedades de durabilidade e na cromacidade do concreto de cimento Portland Branco**. 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado profissional em Engenharia Civil)–Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

REVISTA PISOS INDUSTRIAIS. **Pigmentos para concreto**. n. 5, 2009. Disponível em: <<http://www.pisosindustriais.com.br/materias/noticia.asp?ID=106>>. Acesso em: 16 abr. 2010.

