

**Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC**

**O Custo das Alternativas de Substituição do Telhado
de Cimento Amianto**

Alexandre Lee

**Orientador:
Vanderley M. John**

São Paulo, 31 de Janeiro de 2000

O Custo das Alternativas de Substituição do Telhado de Cimento Amianto

1. Introdução:

A principal função do telhado é proteção contra intempéries e adequação dos níveis de conforto mecânico, térmico, acústico e visual do usuário. Para isso várias opções de combinações de telhado e estrutura estão disponíveis no mercado para atender as diversas necessidades.

Porém nem toda opção de telhado está disponível para o usuário, devido a conhecimento técnico e/ou principalmente pela disponibilidade econômica, para isso é necessário estudar o custo de diferentes alternativas para depois poder escolher a alternativa que consiga atender as necessidades e adequar a disponibilidade econômica do usuário.

Atualmente no mercado, o telhado mais utilizado e econômico é o de cimento amianto, porém em sua composição existem fibras com potencial cancerígeno. Apesar da telha de cimento amianto ser uma opção bastante atraente para a maioria da população brasileira de baixa renda, seguindo uma tendência mundial por preocupação com a saúde, a utilização das telhas de cimento amianto em casas populares não estará disponível por muito tempo.

Independentemente dos motivos, o advento do banimento das telhas de cimento amianto forçará os seus milhares de usuários a optarem por outras alternativas de telhas existentes no mercado ou outro novo material que venha a substituí-la. Esta nova opção deverá atender aos requisitos mínimos de resistência, durabilidade, ataques químicos, biológicos e principalmente econômico, que é a principal vantagem que o usuário perderá.

Tendo em vista a importância do custo na escolha de telhados, este trabalho tem como objetivo: estudar, comparar e analisar o impacto de custo de telhados alternativas através da combinações de diferentes estruturas e telhas, excluindo os encargos sociais e BDIs, na substituição do telhado de cimento amianto. Baseando a pesquisa em um modelo de habitação comum de pequeno porte, em relação ao seu consumo de materiais, mão-de-obra e seus respectivos preços para a construção desses telhados.

2. Dados do trabalho

2.1. Fonte de dados para produção:

Na parte construtiva, foi consultado a última edição do livro TCPO edição 10, na qual se retirou os dados para a produção da estrutura e telhado dos diferentes tipos de telhados analisados neste trabalho.

Apesar de diferentes formas de produção podem acarretar em diferentes quantidades de insumos e desperdícios, a TCPO 10 foi adotada por ser uma grande referência como fonte de consulta para orçamentos de uma grande gama de obras de engenharia civil, apresentando para cada obra uma completa composição superestimada de materiais, mão de obra e encargos.

Os códigos de referência extraídas da TCPO 10 de materiais e mão de obra para estruturas e telhas estão listadas abaixo:

2.1.1. Estrutura

- 110101 Estrutura de Madeira para telhas cerâmicas 330x 419 mm, vão 3 a 7 m (m2);
- 110104 Estrutura de Madeira apoiada sobre parede ou laje de forro para telhas cerâmicas 330x 419 mm;
- 110108 Estrutura de Madeira apoiada sobre paredes e/ ou lajes de forro para telhas onduladas de FC, Al ou plásticas (m2)
- 110201 Estrutura Pré-Fabricada de madeira, vão 6m, em duas águas, espaçamento entre tesouras 0,8m, inclinação (26% a 48%), para telhas cerâmicas;
- 110205 Estrutura Pré-fabricada de madeira, vão de 6 m, em duas águas, espaçamento entre tesouras de 1,2 m, inclinação (26 a 48%), telhas de Cimento amianto;
- 110209 Estrutura Pré-fabricada de madeira, vão de 6 m, em duas águas, espaçamento entre tesouras de 1,2 m, inclinação (26 a 48%), telhas Me ou Plásticas;

2.1.2. Telhado

- 110401 Telhado com Telha cerâmica tipo francesa ou marselha;
- 110402 Emboçamento de cumeeira para telha cerâmica tipo francesa com argamassa (1:2:9);
- 110403 Telhado com telha cerâmica tipo paulista, empregando argamassa mista (1:2:9);
- 110404 Emboçamento de cumeeira para telha paulista empregando argamassa mista (1:2:9);
- 110405 Telhado com telha tipo Plan;
- 110406 Emboçamento de cumeeira p/ telha cerâmica plan empregando argamassa mista (1:2:9);
- 110408 Telhado com uma água com telha de Cimento amianto, espessura de 6 mm, perfil ondulado (5,1 x 87 x 105), c/ inclinação de 15%;
- 110409 Cumeeira normal ou articulada de Cimento amianto
- 110414 Telhado em uma água, FC, perfil ondulado , espessura=4mm, dimensões: 2.4 x 45 x 50 , inclinação 27%
- 110409 Cumeeira normal ou articulada de Cimento amianto
- 110440 Telhado com chapa corrugada de alumínio de 0,7 mm e recobrimento de meio onda;
- 110441 Rufo, Cumeeira ou contra-rufo de alumínio 300 mm de cada lado e 0,8 mm de espessura;
- 110442 Telhado uma água com chapa de aço zincada, pintada c/ montagem , trapezoidal: 12 cm altura e largura útil 91 cm (vão max 7,5 m na esp 0,43 mm);

2.2. Fonte de dados de Custos:

Para cotação dos elementos de cada telhado foi necessário encontrar uma fonte de consulta em fosse a mais próxima do exercido no mercado, por essa razão foi escolhida a Revista Construção, fonte de referência de preços para a construção civil, publicados a cada semana alternadamente para materiais (MAT) e mão de obra (MDO).

As últimas edições disponíveis e sequenciais pesquisados foram Revista Construção Ano LII no. 2693 (MOD) Setembro 20/99 e Revista Construção Ano LII no. 2694 (MAT) Setembro 27/99.

O preço de alguns materiais como: cumeeira de zinco, Gancho de 1/4" c/ porca arruela ou parafusos de 5/16" com arruelas e conectores; não estavam presentes na revista Construção, para suprir esses dados foi feita uma consulta via telefone no dia 21 Nov /99 para empresas anunciantes da revista de onde se selecionou a Costa Lion (Tel. 572-8483), devido ao seu pronto atendimento.

Devido a grande importância da cumeeira de zinco na composição de preço do telhado de aço galvanizado, além da necessidade de compatibilizar os dados com os valores encontrados na Revista Construção, foi feita uma análise qualitativa de preços para tirar uma relação do valor dos elementos encontrados no mercado com o que falta no trabalho. Na Costa Lion, o preço da telha de aço galvanizado de 0,43 mm foi R\$8,50 e para Cumeeira de aço galvanizado foi R\$10,00. Destes valores obtivemos a relação de preços da cumeeira e da telha de $10/8,5=1,176$ da qual estimou-se o preço da cumeeira através desta relação multiplicada pelo preço na telha de aço galvanizado na revista construção em $R\$9,88*1.176=R\$11,62$.

Para conectores, devido ao sua pequena contribuição no orçamento de estrutura, foi adotado o preço do quilo de aço por um fator três. Enquanto que para os ganchos adotou-se o preço da Costa Lion devido ao seu baixo custo e pequena quantidade requerida.

Uma tabela resumida dos valores consultados e estimados estão abaixo:

Tabela 1 - Preço de materiais

Materiais	Tamanho	R\$/Unid
Telha plan	33 x 41.9	0,30
Cumeeira cerâmica	Padrão	0,63
Telha paulista	33 x 41.9	0,31
Telha francesa	33 x 41.9	0,43
Cimento amianto (2,4x45x50) - esp 4 mm, Larg 1,22 m	50 x 122 x 0,4	1,49
Cimento amianto (5,1x87x105) - esp 5 mm, Larg 1,22m	110 x 122 x 0,5	5,58
Cimento amianto (5,1x87x105) - esp 6 mm, Larg 1,22 m	110 x 122 x 0,6	6,44
Onduline (5,1x87x95) - esp 3 mm, Larg 2 m	95 x 122 x 0,3	14,00
Chapa corrugada de Alumínio 0,7 mm	Padrão	6,02
Cumeeira de Alumínio 0,8 mm	Padrão	15,29
Telha de Aço galvanizado pintado	91 x 100 x 0,043	9,88
Cumeeira ou rufo de Aço Galvanizado	Padrão	11,63
Argamassa 1:2:9	m3	7,50
Cimento	Kg	0,15
Cal Hidratada	Kg	0,13
Areia média ou fina	m3	25,28
Prego galvanizado 18 x 27	Un	0,53
Arruela Plástica	Un	0,10
Gancho 1/4" ou parafusos 5/16" com arruelas	Unid	0,50
Conectores	Kg	8,55
Madeira	m3	583,61
Prego	Kg	2,85
Ferragem	Kg	2,85

Tabela 2 - Preço de mão de obra

Mão de Obra	Unidade	Custo (R\$)
Carpinteiro	h	1,97
Ajudante	h	1,58
Telhadista	m2	5,22
Montador	h	1,94
Pedreiro	h	1,94
Servente	h	1,58

3. Desenvolvimento:

A nível de comparação, foi idealizado de um telhado de uma casa popular de 30 m² com 6 m de largura por 5 m de comprimento, baseado neste modelo foi escolhido os telhados mais utilizados no mercado e suas respectivas estruturas. Baseado nestas opções foi feito um orçamento através das estimativas de consumo pela TCPO 10 (Tabela de Composição de Preços para Orçamentos) e preço de materiais e mão de obra através da Revista Construção.

Para a estrutura foi adotado a madeira como material, por conseguir atender satisfatoriamente para habitações de pequeno porte, vãos de 6 m.

3.1. Modelo

- Estrutura de madeira;
- Vão central de 6 m;
- 30 m² dividido em 2 águas;
- 6 m de largura;
- 5 m de comprimento;
- Cumeeira disposta na direção do comprimento.

3.1.1. Telha

Telha são revestimentos descontínuos de materiais capazes de prover estanqueidade a água de chuva, repousados ou fixados sobre uma estrutura leve.

As telhas estudadas neste trabalho foram selecionadas por serem comumente utilizadas e facilmente encontradas no mercado: Cerâmica Francesa, Cerâmica Paulista, Cerâmica Plan, Cimento amianto, Fibra Vegetal, Alumínio e Aço Galvanizado.

A sobreposição para montagem de telhados de Cimento amianto, Fibra vegetal e Metálicos segue a orientação de cobertura da TCPO 10, 14 cm na direção longitudinal e 5 cm na direção do comprimento, elevando levemente o consumo de telha por m² de telhado.

Para a telha de Fibra Vegetal, comercialmente conhecida como Onduline, o consumo de material não estava presente na TCPO 10, por essa razão foi estimada como sendo a mesma para telhas de Cimento amianto de 4 mm, por serem de espessura semelhante.

Nos telhados cerâmicos, a telhado consistiu de telha com embossamento apoiado sobre terço e para telhados metálicos de telha com cumeeira fixados com ganchos.

Tabela 3 – Características das Telhas

Material	Peso (kgf/m²)	I(%)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
Cerâmico Francesa	50	49	240	400
Cerâmico Paulista	95	42	120x150	425
Cerâmico Plan	95	27	170 x 210	425
Fibra Vegetal 3 mm	3,4	10	950	2000
Cimento amianto 4 mm	8,4	10	500	1220
Aço Galvanizado 0,43 mm	12,4	18	950	1220
Alumínio 0,7 mm	4	10	950	1220

3.1.2. Estrutura de apoio

A estrutura de apoio é o elemento construtivo que serve de fixação às telhas, suportando-as e transferindo a carga vertical para as vigas, pilares ou lajes. Sendo necessário compatibilizar a estrutura com a telha a ser usada.

Para vencer vãos em habitações de pequeno porte de forma econômica, a estrutura padrão apresentada pela TCPO 10 é composta :

- Tesouras, terças, caibros, ripas, contraventamentos e ferragens de fixação;
- Madeira de peroba rosa aparelhada ou outra de qualidade equivalente;
- Pontos de junção da estrutura utilizam conectores de aço zincado aplicados a madeira nos pontos nos dois lados da madeira;
- Espaçamento de 0,8m entre tesouras para telhas cerâmicas e 1,2 m para telhas de cimento amianto, aço galvanizado e alumínio.

Quanto ao número de tesouras, dividiu-se o comprimento pelo espaçamento e subtraiu-se uma unidade, desse valor foi feito um arredondamento para cima para efeito de segurança.

Algumas considerações tiveram que ser adotadas para a estrutura do telhado de zinco, pois esta não estava detalhada na TCPO 10, para isso foi adotado o mesmo consumo de madeira, fixadores e mão de obra do telhado de alumínio, devido a semelhante peso estrutural.

3.1.3. Mão de obra

A mão de obra é o emprego de ferramentas e trabalho de profissionais especializados que realizam tarefas específicas para transformar o material em produtos.

Na estrutura a mão de obra foi composta de carpinteiro e ajudante para montagem e colocação dos elementos de apoio, contabilizados em horas de trabalho e seus respectivos custos. Para o telhamento, o trabalho foi composto de telhadistas para colocação das telhas

cerâmicas, pedreiros e ajudantes encarregados da mistura de argamassa e embossamento, e montador para as telhas de cimento amianto e metálicas.

Vale ressaltar que para alguns itens a TCPO 10 estima o trabalho em unidades diferentes da Revista Construção, por exemplo: para colocação de 1 m² de telha, a TCPO 10 utiliza horas de montador, enquanto que na Revista Construção em R\$/m², porém essa diferença afeta o cálculo do orçamento final em R\$.

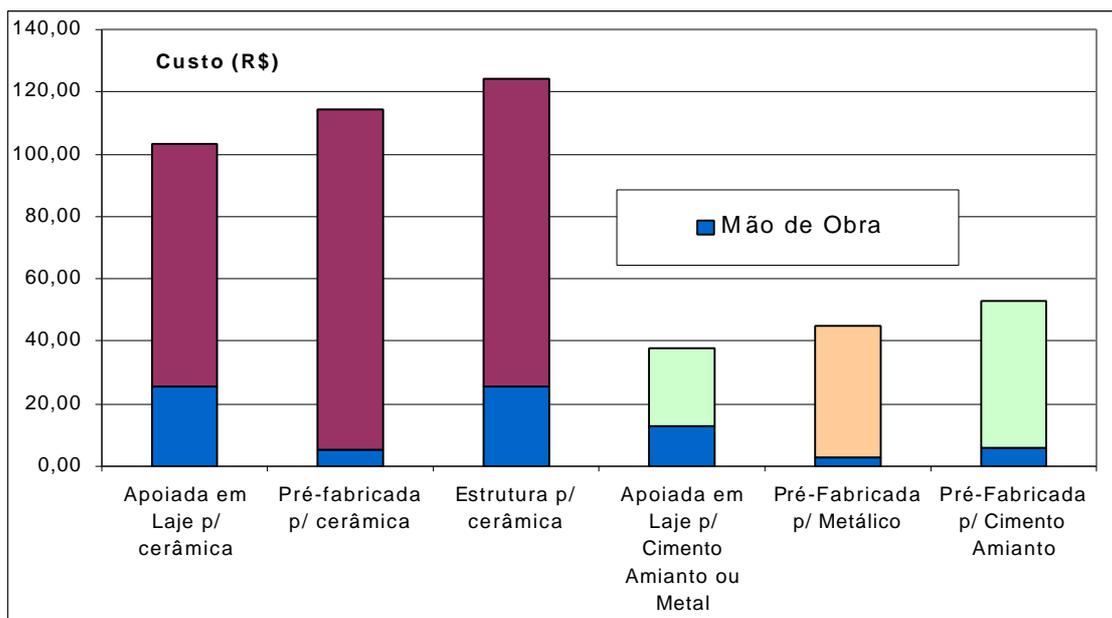
Lembrando que não foi considerado os custos sociais e BDI's.

3. Resultados:

Com base nos dados, foi orçado o custo de produção dos telhados e estruturas em relação à mão de obra, cumeeira e telha com acessórios, resumido na tabela 4:

Tabela 4 - Orçamento de estrutura

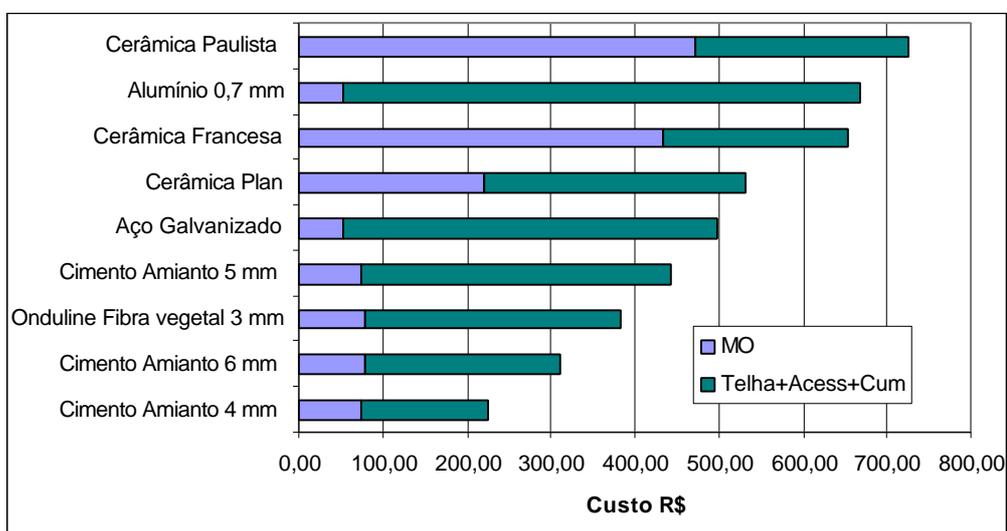
Estruturas de Madeira	Tesouras	Mão de Obra (R\$)	Estrutura (R\$)	TOTAL (R\$)
Apoiada sobre parede ou laje p/ telhas Cerâmicas	6	25,56	77,64	103,20
Pré-Fabricado p/ Cerâmica	6	5,08	109,50	114,58
Para telhas Cerâmicas	6	25,56	98,83	124,39
Apoiada sobre lajes p/ telhas de Cimento amianto ou Metálicas	4	12,78	25,18	37,96
Pré-fabricada para telhas Metálicas	4	2,99	41,80	44,79
Pré-fabricada de madeira para telhas de Cimento amianto	4	5,81	47,51	53,32



Gráf. 1 - Composição de preço para estrutura

Tabela 5 - Orçamento de telha

Cobertura	Área (m2)	Mão de Obra (R\$)	Telha+Ac (R\$)	Qto Cum	Cum (R\$)	Telha+ Ac+ Cum (R\$)
Cimento amianto 4 mm	30	75,05	136,96	5	12,99	149,95
Cimento amianto 6 mm	30	79,27	183,60	5	48,87	232,47
Fibra vegetal 3 mm (Onduline)	30	79,27	272,10	5	31,60	303,70
Cimento amianto 5 mm	30	75,00	294,00	5	74,00	368,00
Aço Galvanizado	30	52,80	386,40	5	58,12	444,52
Cerâmica Plan	30	221,30	297,11	5	12,60	309,71
Cerâmica Francesa	30	433,25	212,23	5	9,45	221,68
Alumínio 0,7 mm	30	52,80	507,19	5	108,56	615,75
Cerâmica Paulista	30	472,17	243,66	5	9,45	253,11



Gráf. 2 – Composição de preço para telhas

Combinado as estruturas da Tabela 4 e suas respectivas telhas na Tabela 5, obtivemos o orçamento dos vários telhados possíveis em relação a suas respectivas mão de obras, estruturas e telhas + acessórios + cumeeira.

A combinação mais cara de telha e estrutura é telha cerâmica sobre estrutura de madeira, apresentada na tabela 6 abaixo:

Tabela 6 – Telhas Cerâmicas sobre estrutura de madeira

Telha c/ Estrutura de Madeira	Custo (R\$)
Paulista	1326,21
Francesa	1216,94
Plan	881,06

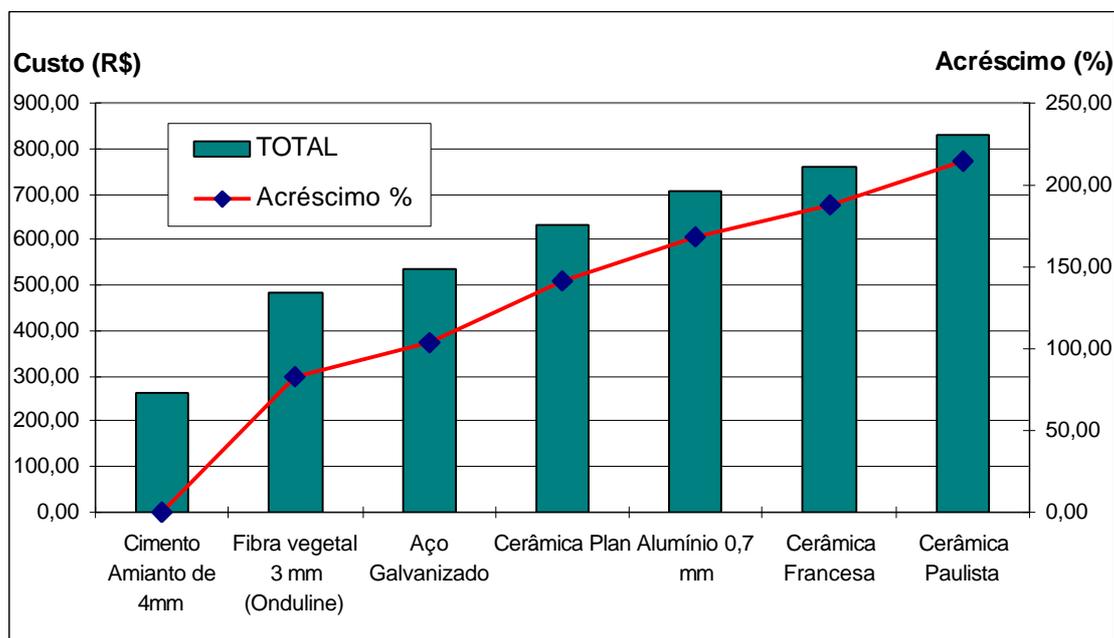
Como a TCPO 10 não define estruturas de madeira para as demais telhas (metálicas, cimento amianto, fibra vegetal e aço galvanizado), não foi feita a combinação de custo para estas.

Outras duas combinações de estrutura e telha mais interessantes do ponto de vista econômico são: telhas cerâmicas, metálicos e cimento amianto sobre estrutura pré-fabricada; e a mais econômica: telhas cerâmicas, metálicos e cimento amianto apoiada sobre laje.

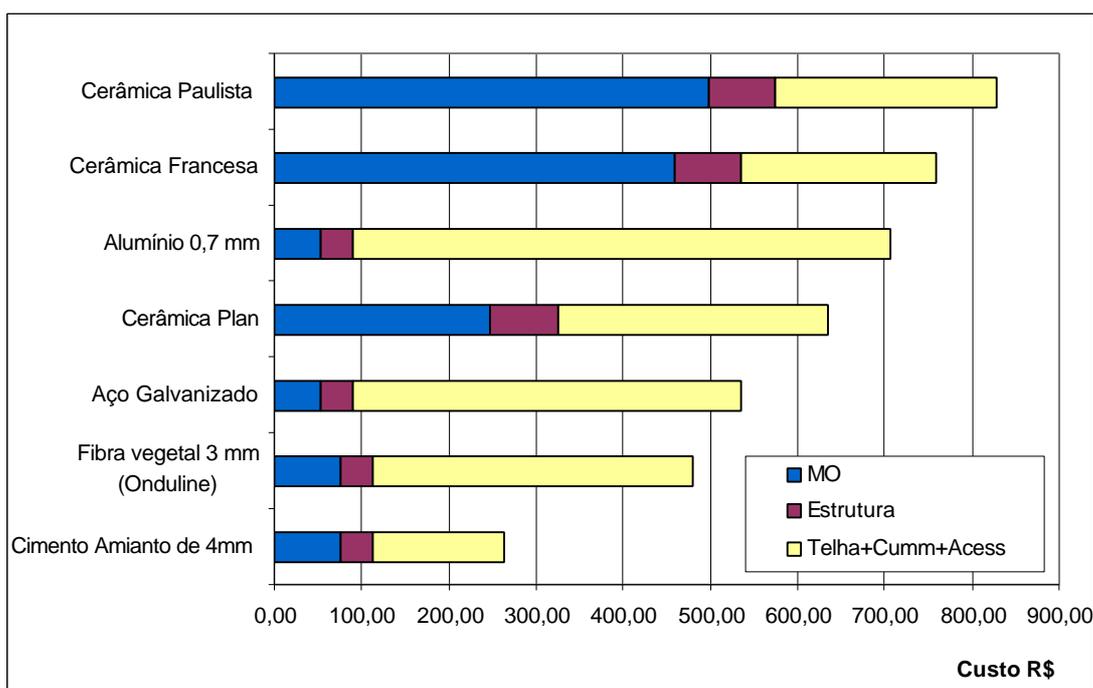
Tabela 7- Orçamento para estrutura apoiada sobre laje

Telhado	Mão de Obra (R\$)*	Estrutura (R\$)	Telha+Cum+ Acess (R\$)	Total(R\$)	Acréscimo%
Cimento amianto de 4mm	76,45	36,56	150,09	263,09	0,00
Fibra vegetal 3 mm	76,40	36,56	368,00	480,96	82,81
Aço Galvanizado	54,20	36,56	444,52	535,28	103,45
Cerâmica Plan	246,86	77,64	309,71	634,20	141,06
Alumínio 0,7 mm	54,20	36,56	615,75	706,50	168,54
Cerâmica Francesa	458,81	77,64	221,68	758,13	188,16
Cerâmica Paulista	497,73	77,64	253,11	828,48	214,90

* Mão de obra referente a telha e estrutura



Gráf. 3 – Estrutura Apoiada sobre Laje



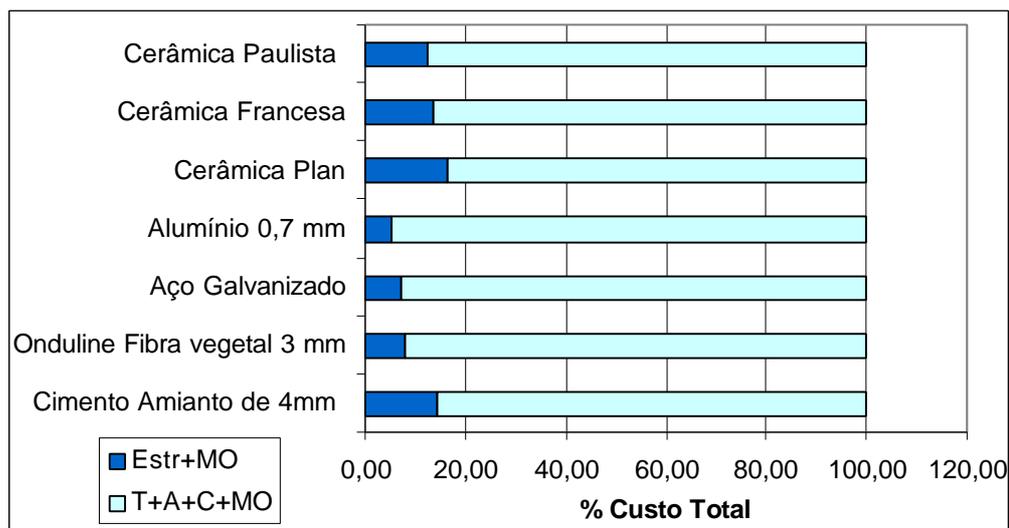
Gráf. 4 - Composição de Preços para Estrutura Apoiada sobre Laje

Tabela 8 – Comparação de custo final de telhados e estruturas diferentes

Telhado	Estr. Pré-fab Total (R\$)	Estr. Apoiada Total (R\$)	Diferença %
Cimento amianto de 4mm	270,09	263,09	2,6
Fibra vegetal 3 mm (Onduline)	487,95	480,96	1,4
Aço Galvanizado	550,64	535,28	2,8
Alumínio 0,7 mm	645,58	634,20	1,8
Cerâmica Plan	721,87	706,50	2,1
Cerâmica Francesa	769,51	758,13	1,5
Cerâmica Paulista	839,86	828,48	1,4

Tabela 9 – Impacto da Estrutura e da Telha no Custo Final

Telhado	Estr+MO %	T+A+C+MO %
Cimento amianto de 4mm	14,43	85,57
Onduline Fibra vegetal 3 mm	7,89	92,11
Aço Galvanizado	7,09	92,91
Alumínio 0,7 mm	5,37	94,63
Cerâmica Plan	16,27	83,73
Cerâmica Francesa	13,61	86,39
Cerâmica Paulista	12,46	87,54



Gráf 5 – Impacto da estrutura e da telha no custo total

4. Conclusão:

De forma qualitativa, através do Gráf. 4 e Gráf. 5, podemos concluir que no geral o preço da telha, cumeeira e seus respectivos acessórios correspondem em média mais de 80% do custo final, por isso o custo da telha tem grande impacto sobre o custo do telhado.

O preço das estruturas cresce em função do peso estrutural das telhas e tecnologia empregada, para telhas mais pesadas a estrutura é mais cara principalmente pelo maior consumo de madeira; enquanto que para telhas mais leves o custo da estrutura fica mais barata pelo menor consumo de madeira. Estruturas de madeira pré-fabricadas são mais caras que as apoiadas sobre parede ou laje, pois estas demandam maior mão de obra e principalmente maior consumo de madeira. Porém o impacto no custo final dos dois tipos de estrutura para as telhas analisadas é muito pequena, em torno de 1,5%, como se pode observar pela tabela 8.

Como era de se esperar a influência do custo da mão de obra é muito pequena, o seu impacto no custo total corresponde em média a menos de 10% do custo final. Com exceção dos telhados de cerâmica, pois demandam grande trabalho de colocação das telhas, justificado pela pequena dimensão e elevado peso unitário da telha, dificultando a sua colocação e demandando maior hora de trabalho do telhadista.

No geral telhas de cerâmica são mais caras pois: exigem uma estrutura mais robusta, precisam de maior mão de obra para montagem da estrutura e principalmente na colocação, como se pode observar pela tabela 5.

Dentre as combinações, a opção mais econômica é de telha de cimento amianto de 4 mm com estrutura apoiada sobre laje, pois estas telhas são de baixíssimo custo comparado com outras telhas, têm baixo peso próprio exigindo estruturas menos robustas e demandando pouca mão de obra tanto na estrutura quanto na colocação das telhas. Através da Tabela 7 podemos observar uma diferença de 82,81% de custo para o telhado de fibra vegetal (segundo mais econômico), tornando as telhas de cimento amianto muito em conta no mercado.

Entre as telhas mais econômicas, cimento amianto e fibra vegetal, existe uma grande margem de preço, oferecendo oportunidades de entrada para novos tipos de materiais que não sejam nocivos a saúde e custo intermediário, para isto estas novas telhas devem ser de baixo peso para utilizar estruturas menos robustas, ter grandes dimensões para diminuir o custo de mão de obra na colocação e principalmente serem de baixo custo, visto que para telhas leves e grandes a mão de obra não tem grande impacto no custo final e que não há como diminuir significativamente o custo da estrutura.

5. Referências Bibliográficas:

TCPO 10 – Tabela de Composição de Preços para Orçamentos 10 – Editora Pini

Revista Construção Ano LII no. 2693 (MOD) Setembro 20/99 - Editora Pini

Revista Construção Ano LII no. 2694 (MAT) Setembro 27/99 - Editora Pini

Apostila PCC 436 **Cobertura em Telhado** – Escola Politécnica da Universidade da USP, São Paulo 1997

Molitermo, Antonio **Caderno de Projeto de telhados em estrutura de madeira 2^a ed** – Ed. Blucher, São Paulo 1981