

A Produção de Cerâmica Vermelha: Entre a Tradição e o Desafio

Manfred Röhrs^{a*}

^a99425 Weimar, Alemanha

*e-mail: roehrsmanfred@t-online.de

Resumo

Após os anos de restrição na construção de moradias na Alemanha, quando se construíam apenas 150 mil unidade ao ano, espera-se um aumento neste número para 250 mil novas unidades. Porém, menos encorajador é o declínio na escolha de tijolos cerâmicos como materiais de construção para uso em casas isoladas e apartamentos nos últimos dez anos ou mais. Por exemplo, entre 2000 e 2012 o uso de tijolos como material de construção para paredes de pequenas dimensões caiu de 43% para 31%, enquanto outros materiais de alvenaria como tijolos sílico-calcários, blocos de concreto furados e blocos de concreto ocós preenchidos com materiais isolantes permaneceu estável entre 41% a 42% no mesmo período. O declínio no uso de tijolos é particularmente impressionante em grandes centros, cidades e áreas construídas onde as habitações são construídas em edifícios de vários pavimentos. Se esta tendência deve continuar, como os outros produtos cerâmicos foram desenvolvidos, como estão sendo desenvolvidos e o que está surgindo em relação às tecnologias de fabricação? Estes setores de fabricação fazem parte da indústria de materiais básicos, que está no início da cadeia de criação de valor e geralmente consome muita energia. A maior parte dos produtos cerâmicos para construção atende às metas de respeito ao clima e é usada em edificações que são efetivas na redução dos gastos com energia por longos períodos.

Palavras-chave: cerâmica para construção, indústria de tijolos, sistemas compósitos isoladores térmicos, telhas, tubos de argila vitrificados, emissão de CO₂, forno; secador.

1. Introdução

1.1. Novos desenvolvimentos para edifícios e seus usos

De acordo com cálculo do Fundo da ONU para População, em 2030 serão cinco bilhões de moradores nas cidades. É provável que a tendência ao deslocamento para os grandes centros e cidades também continue na Alemanha. O Instituto de Pesquisa Econômica de Colônia prevê um aumento de população entre 450 mil e 630 mil pessoas em 2030 somente para a grande área de Munique. De qualquer modo, os moradores das cidades terão de viver mais próximos, o que também significa que haverá mais construções na direção vertical.

Por outro lado, este fato resulta em conservação de recursos. Diariamente na Alemanha em torno de 74 ha são alocados para assentamentos e transporte. Por este motivo, em 2013 o governo da Alemanha traçou como meta reduzir o uso da terra em 30 ha/dia até 2020 como parte da estratégia nacional de sustentabilidade.

Na Alemanha é visível o aumento do número de construções (edifícios) com múltiplos pavimentos à custa de novas construções individuais. Naquele país requer-se uma área mínima de 142 m² para construções individuais; para apartamentos em edifícios de vários pavimentos esta área mínima é de 82 m². Porém, não há uma solução inequívoca para a falta de espaço nas cidades. O que se sabe é que o espaço individual para se viver irá diminuir. Por outro lado, os espaços comunitários, bem como os parques e as praças das áreas residenciais terão

maior importância. Futuramente, a qualidade de vida será definida menos pelo tamanho de cada residência e mais pelas opções adicionais de uso dos edifícios.

Em uma previsão sobre os apartamentos de 2030, o Instituto do Futuro de Frankfurt on Main, Alemanha, considera que conceitos rígidos tais como flats de dois dormitórios serão substituídos por áreas livremente intercambiáveis. Espaços abertos e elementos modulares permitirão que os próprios usuários organizem os espaços em zonas. Em vez de paredes externas estruturais, todas as áreas poderão ser modificadas.

Alguns exemplos de inovação potencial em construção, arquitetura, materiais de construção e cidades futuras são¹:

- Ampliar o uso de edifícios, estruturas e infraestrutura com os conceitos de remodelação;
- Permitir uso mais flexível de edifícios para escritórios e/ou apartamentos;
- Utilização de materiais mais econômicos e mais resistentes à corrosão como materiais de construção;
- Desenvolvimento e utilização de novos materiais e materiais de construção com funções integradas;
- Utilização de matérias-primas recicláveis e renováveis;
- Aplicação de princípios sustentáveis biônicos na construção moderna, com economia de recursos.

Muitos leitores podem estar procurando qual é a conexão direta com o material de construção mais antigo feito pelo homem, os tijolos de argila. Porém, nos últimos anos houve imensos novos desenvolvimentos nesta área. A indústria de tijolos e telhas, certamente, terá de se adaptar a novos desafios no futuro. Apenas as empresas que, com êxito, consigam ser mais rápidas do que as mudanças no ambiente corporativo poderão ser rentáveis no futuro.

Além disso, as inovações consistem cada vez mais em combinações de tecnologias existentes para fabricação e aplicação (uso). Este artigo apresenta algumas inovações de produtos cerâmicos para construção e suas tecnologias de fabricação, sendo citados os novos desenvolvimentos e os já emergentes.

1.2. Tijolos isolantes térmicos para novos edifícios e para conservação

Quem imaginaria a 30 anos que tijolos com furos verticais preenchidos com materiais isolantes teriam condutividades térmicas tão baixas quanto $0,075 \text{ W/m}\cdot\text{K}$? Hoje isto é praticamente um padrão com o uso de fibras minerais, espumas minerais, ou, como visto recentemente na BAU 2015, com enchimentos isolantes térmicos feitos de materiais renováveis. Também foram obtidas melhorias na isolamento acústica, como, por exemplo, a otimização das dimensões de tijolos perfurados propensos à ressonância para se obter isolamento de som. Um edifício residencial de oito andares, com paredes externas maciças feitas de tijolos perfurados verticalmente, construído recentemente em Regensburg, Alemanha, e de acordo com a norma de energia KfW-Efficiency-House-40 mostra que isto é viável, graças certamente à qualificação adequada dos engenheiros estruturais².

Infelizmente, existem poucos desses exemplos e eles também são regionalmente dependentes da demanda para construção com tijolos. Certamente, os métodos de construção de baixo custo com objetivo de maximização do lucro estão competindo com a alvenaria de tijolo maciço e sua variedade de propriedades positivas, que também têm seu preço. Além do preço, para os investidores e proprietários de edifícios tempos de construção mais curtos são um fator chave.

A principal razão para a baixa demanda nas cidades e grandes centros por prédios construídos com tijolos é a disponibilidade destes materiais. Eles geralmente são produzidos em olarias e são fabricados, de acordo com especificação de projeto, como elementos para construção de edifícios de vários andares. Os elementos (tijolos isolantes) são fabricados especificamente para um projeto com base nas plantas apresentadas pelo escritório de projeto. A única empresa que produz tijolos no norte da Baviera tem tido sucesso desde 1988, fornecendo as peças para um raio de 200 km.

É uma pena que estes elementos especiais correspondam apenas a 4-6% da produção alemã de tijolos, com talvez seis empresas os produzindo em toda a Alemanha, especialmente porque estes tijolos especiais podem dobrar o valor agregado ao produto, em relação aos tijolos convencionais.

Sistemas compósitos isolantes térmicos (TICs) não são uma novidade, Figura 1, mas ainda devem ser adaptados à respectiva normativa para redução de consumo de energia (na Alemanha, EnEV). A EnEV 2014 entrou em vigor na Alemanha em 01/05/2014 com seções específicas para edifícios novos ou já existentes. Mas vários problemas já estão aparecendo, especialmente a partir dos anos 1990. Por exemplo, condensações na face externa de fachadas e o conseqüente aumento na formação de algas e fungos, que só pode ser desacelerado pela incorporação de herbicidas/biocidas na tinta ou cobertura utilizada. Quase 1 bilhão de m^2 de painéis isolantes térmicos já foram instalados nas paredes das casas alemãs, sendo que mais de 70% são feitos de espuma de poliestireno, mais conhecidos por seu nome comercial (Styropor). A maioria destes painéis contém o retardante de chama tóxico HBCD (hexabromociclododecano), sendo que seu uso para isolamento só foi permitido na União Europeia até agosto de 2015³.

Mas o que vai acontecer com o isolamento adicional exigido por lei para as casas já existentes? Percebe-se que a cada dez casas realmente vale a pena demolir e reconstruir estes isolamentos. Uma possível solução, quase não tóxica, é a utilização de painéis de lã mineral. Eles são utilizados principalmente em novas construções que utilizam paredes externas de tijolos, onde os painéis são instalados entre uma parede dupla de tijolos que forma assim um envelope sobre o material isolante.

Uma alternativa ecológica para os TICs é dada pela indústria de tijolos e placas cerâmicas para edifícios que necessitam reforma para redução de consumo de energia (Figura 2): O envelope de tijolos feito com blocos denominados WDF é preenchido com perlita, mineral

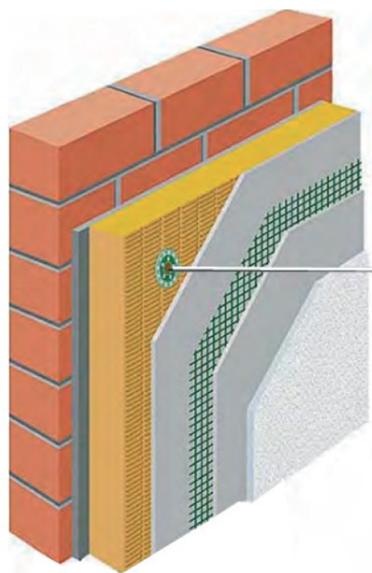


Figura 1. TICs: Tijolos, adesivo, painéis de isolamento térmica com plugues aparafusados, argamassa, tecido de fibra de vidro e revestimento. Fonte: Ziegelzentrum Süd e.V., Alemanha.



Figura 2. Molhamento de uma fita de argamassa desenrolada sobre uma parede de tijolos. Fonte: Ziegelwerk Martin Pichler GmbH, Aschach, Áustria.

utilizado para isolamento térmico. Os blocos de argila tipo WDF são oferecidos como isolamento térmico com 18 cm de espessura, com uma condutividade térmica de $0,055 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, ou com 12 cm de espessura e condutividade de $0,060 \text{ W/m}\cdot\text{K}$.

Na feira BAU 2015 foi apresentado um envelope com 8 cm de espessura e isolamento de $0,065 \text{ W/m}\cdot\text{K}$, destinado à reforma de prédios históricos. Na prática, uma junta de argamassa de 1-2 cm de espessura é utilizada entre as folhas, dependendo da tolerância do projeto da parede já existente. Para a base do revestimento, um rodapé pode ser usado. Na prática, o revestimento é apoiado em vergas de tijolos que por sua vez são apoiadas por suportes de aço inoxidável. Os suportes individuais de aço inoxidável são fixados com argamassa colante de cimento na parede existente utilizando furos guia⁴.

Os esforços para a construção cada vez mais barata e rápida de edifícios levaram ao desenvolvimento de blocos de alta precisão e de novas técnicas para aplicação de argamassa utilizando tanto matérias-primas minerais quanto espumas adesivas. Recentemente foram lançados no mercado alemão painéis pré-fabricados feitos de produtos têxteis e de argamassa seca. O desejo de se ter “argamassa em um rolo” já foi testado há décadas, mas infelizmente não resultou em soluções viáveis na prática, pois na época a camada de argamassa era muito mais

espessa. Porém, uma inovação muito promissora vinda da Áustria foi divulgada. É o “Compósito de argamassa em fita: Um novo sistema de construção de parede para a colocação economicamente eficiente de tijolos de alvenaria”. Esta patente foi registada na Europa. Porém, a aprovação só foi emitida até o momento para a Áustria⁵.

Na fábrica de tijolos de Aschach, Áustria, foi construída uma linha de teste para a produção de fitas de argamassa. Elas são fornecidas juntamente com os tijolos. A linha de produção é esperada para breve. Os rolos de fita de argamassa são fornecidos em um comprimento de 15 m, a largura dependendo da espessura da parede. A fita de argamassa é colocada sobre uma fileira de tijolos e, em seguida, é molhada (Figura 2). É constituída por um material de base e uma camada seca, mas não endurecida, de argamassa, com um diâmetro médio $<1 \text{ mm}$. As bases (substratos) são feitas de materiais têxteis leves como algodão, fibras de basalto, fibras sintéticas orgânicas como Kevlar, tela de arame de metal flexível ou fibra de vidro. Na linha de teste da empresa é utilizado tecido de fibra de vidro devido a sua elevada resistência à tração, o que proporciona um reforço na direção horizontal. Além disto, é importante que a malha do tecido seja suficientemente grande para não diminuir a resistência e a estanqueidade das juntas entre os tijolos, resultado de possíveis defeitos.

1.3. Telhas, tubos vitrificados e placas: produção, uso e vendas estáveis e alguns desenvolvimentos interessantes

Ao contrário do que ocorreu com os tijolos em anos recentes, a rede de suprimento de telhas cerâmicas, bem como seu portfólio, permaneceu estável, com tendência para alta. O principal concorrente, as telhas de concreto, sofreu um declínio temporário nas vendas, mas ainda é significativo. Embora para conservação de patrimônio histórico e para residências privadas as telhas cerâmicas ainda dominem o mercado de construção, o uso de telhas de concreto em novas construções ou em projetos públicos ou cooperativos é dominante por razões de custo. Porém, deve ser salientado que, em relação à proteção contra tempestades, amarras de aço inoxidável, requeridas por lei quando do uso de telhas cerâmicas, não são necessárias para telhas de concreto devido ao seu maior peso. E novamente por questões de custo, os acessórios para telhas cerâmicas também estão em declínio, sendo substituídos por folhas de metal.

Em relação à multitudine de cores, formas e tamanhos não é possível identificar um tendência a uma cor específica. Quanto à variedade de vidrados e engobes, há uma tendência para acabamentos suaves, mas sem alto brilho. Outros desenvolvimentos são mais perceptíveis, principalmente nos segmentos das telhas planas intertravadas e telhas planas de comprimentos variáveis, em combinação com o uso de módulos solares.

Em relação aos tamanhos, a principal tendência são tamanhos médios, em torno de 11 peças/m² ou menos. Tamanhos muito grandes, produzidos por ao menos dois fabricantes na Alemanha, utilizam 8 peças/m². Um marco é a fabricação do que pode ser considerado o maior

tamanho de telha atualmente, com 6 peças/m², a NIBRA DS5. Também são destaques seu menor peso, maior espaçamento entre sarrafos, subestrutura mais simples e cobertura mais rápida. Sua principal aplicação é para novas construções de maiores dimensões. A tendência para edificações maiores e mais altas são os telhados planos.

Porém, na Alemanha, a venda de telhas planas está diminuindo, mas isto não ocorre em outros países europeus. Um novo e interessante desenvolvimento, que foi patenteado, é uma telha intertravada extrudada com encaixe central, a NIBRA suave S10, com elevado travamento, melhor sobreposição e assim maior resistência aos ventos. Para uma telha com um comprimento de 325 mm a sobreposição pode ter entre 175 e 145 mm, o que corresponde a 12,2-10,7 telhas/m², ou seja, de acordo com a tendência atual (Figura 3). Outro importante desenvolvimento é um módulo integrado para geração de calor e energia. Ao contrário dos sistemas solares tradicionais instalados em cima dos telhados, os novos módulos são integrados sobre a superfície das telhas.

Especialmente para esta aplicação, a telha de grande formato NIBRA MS5 foi desenvolvida e patenteada. O sistema de energia chamado MS5 2 Power tem módulos com dimensões de 1965 mm × 400 mm × 25 mm contendo células monocristalinas de alta eficiência para geração de energia e uma nova tecnologia de absorção para utilização de calor. A máxima potência elétrica por módulo é de 100 W e a máxima saída térmica é de 256 W. Utilizando-se telhas especiais embaixo dos módulos durante a cobertura do telhado pode-se assegurar tanto estanqueidade à água quanto uma instalação rápida e de baixo custo (Figura 4-5)⁶.

A Alemanha tem mais de 541 mil km de redes públicas de drenagem. A idade média destas redes é de 41 anos e 20% delas requer modernização. O percentual de tubos vitrificados (esmaltados) é de 50% e sua longa vida útil diminui as necessidades de reparos e manutenção, sendo estimada em mais de 100 anos.

Em 2013 a empresa alemã Steinzeug Keramo GmbH, uma companhia do grupo Wienerberger AG/AT, líder global no mercado de tubos cerâmicos para sistemas de esgoto e o maior fabricante europeu destes tubos, foi premiada com o certificado Berço-ao-Berço por sua

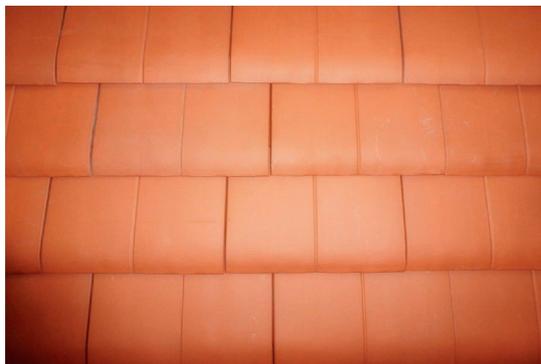


Figura 3. Fieiras com telhas suaves S10. Fonte: Dachziegelwerk Nelskamp GmbH, Werk Nibra, Alemanha.

linha de tubos e elementos especiais. Isto significa dizer que seus produtos seguem um ciclo fechado desde sua origem até o fim de seu ciclo de vida, e ao final de sua vida útil são 100% utilizados para o desenvolvimento de um próximo produto. Ou seja, até 25% da composição de argila das bateladas que produzem as peças cruas é formada por cacos cerâmicos reciclados, também originados de tubos usados que foram limpos e triturados. O certificado sempre se refere a determinado produto e seu processo de fabricação e é válido globalmente⁷.

Em termos práticos de valor, vida útil e 100% de reciclabilidade, os tubos cerâmicos vitrificados atendem os requisitos mais altos e são mais vantajosos em relação aos produtos concorrentes. Apenas o consumo específico de energia e as emissões de CO₂ para sua produção não são favoráveis em comparação com tubos de esgoto feitos de concreto ou concreto reforçado

A produção mundial de placas cerâmicas para revestimento quase dobrou desde 2000. Mais de 70% da produção global é fabricada na Ásia. O continente europeu ainda é atraente em relação a novos desenvolvimentos de tecnologias de fabricação e design de produto. Hoje, banheiros com acessórios de alta qualidade e refinamentos tecnológicos são cada vez mais presentes, mesmo em pequenos espaços.

As placas de grande formato são muito importantes, pois dão uma aparência mais homogênea às superfícies de pequenos banheiros graças ao menor número de juntas, que tendem a perturbar a impressão visual. Tanto as placas de grande formato prensadas ou extrudadas são adequadas, com espessuras variando entre 3 a 10-20 mm, com variadas formas de fixação e baixo desgaste mecânico.



Figura 4-5. Sistema de energia MS5 2 Power para geração de energia e utilização de calor. Fonte: Dachziegelwerk Nelskamp GmbH, Werk Nibra, Alemanha.

Hoje as placas são também utilizadas como elementos decorativos, para dar a cada ambiente um toque pessoal. A tendência são placas para piso e parede de alta qualidade que conseguem mimetizar outros materiais ou que são feitos de porcelanato com aparência de madeira ou com cores e superfícies que emulam pedras naturais de alta qualidade.

A nova tecnologia de decoração digital estabeleceu-se rapidamente na indústria de revestimentos cerâmicos. O processo digital é reconhecido como uma tecnologia verde, ecológica e econômica, pois a integração entre os processos digital e tradicional torna possível um menor uso de rolos e pastas de impressão, menos processos e modificações mais rápidas, com uma maior parcela de produtos de alta gama. Uma consequência será uma resposta mais rápida a projetos específicos e de lotes pequenos.

Graças à impressão digital de última geração, na BAU 2015 foram apresentadas placas cerâmicas com designs de altíssima qualidade. A tendência aos grandes formatos com tamanhos de até 120 cm continua, bem como a tendência ao outro extremo, os mosaicos cerâmicos com filigranas. Outro foco são as placas cerâmicas para ambientes externos, sistemas de fachadas e placas modulares seriadas que permitem conceitos individuais. Os sistemas de secagem por pulverização ou atomização, bem conhecidos desde os anos 1960, dominam a produção de pós para prensagem na indústria de grês e porcelanato. Desde então eles têm contribuído substancialmente para o desenvolvimento qualitativo e quantitativo destas indústrias. Com relação à fabricação de placas cerâmicas, pouco mudou na preparação dos corpos cerâmicos por prensagem a seco nas últimas décadas. Como antes, uma suspensão com teor de água de 35% é seca em atomizadores a temperaturas entre 450-600 °C a uma umidade residual de 6-7%.

Na Tecnargila 2014 a empresa alemã Maschinenfabrik Gustav Eirich apresentou um processo no qual o granulado é produzido por aglomeração. Ele só deve ser seco de uma umidade de granulação de 11% para uma umidade de prensagem de 6-7%, resultando em uma considerável economia de energia⁸.

Desde 1986 o processo de aglomeração tem sido aplicado por um fabricante alemão de placas cerâmicas com sucesso e durante muitos anos em várias indústrias. Entretanto, sempre foi necessário peneirar e reprocessar os maiores grânulos. Esta etapa do processo não é mais necessária, pois a Eirich desenvolveu um processo de padronização de grânulos que é usado em outras áreas para aplicação industrial em corpos cerâmicos. Em combinação com a aglomeração, este processo permite um rendimento de quase 100% do tamanho desejado. De acordo com a companhia, o granulado, que é comparável ao atomizado, também é adequado para a produção de placas de grande formato. De acordo com dados industriais obtidos com o equipamento Eirich PelletSizer®, é possível obter grande economia de energia com este processo. Adicionalmente há grande economia resultante da eliminação ou redução substancial da emissão de agentes plastificantes orgânicos e redução de emissões durante a secagem e a queima.

A Eirich afirma que, embora a economia de energia seja semelhante ao processo chamado de “umectação” utilizado por vários fornecedores, o seu processo permite a produção de granulados com propriedades reológicas comparáveis aos grânulos atomizados, que forneceram a base para a obtenção de placas cerâmicas de grande formato e alta qualidade.

1.4. Fator de custo de energia e emissão de CO₂: potencial de economia de energia

Ao final de 2012 a Cerame Unie, a associação da indústria cerâmica europeia, apresentou o Roteiro da Cerâmica para 2050. A intenção foi apresentar a cerâmica como um material tradicional com futuro e para o qual metas podem ser definidas para a União Europeia. O roteiro explica que, por exemplo, graças à durabilidade dos produtos cerâmicos a economia de energia durante a sua vida útil mais que compensa a energia consumida durante sua produção. Também inclui um modelo extrapolado de redução de emissão de CO₂ para tijolos, placas e refratários de até 80% com base em tecnologias substancialmente diferentes. Estas se baseiam no uso preferencial de biogás e gás de síntese (syngas) e até 50% de eletrificação dos fornos até 2050. Em outubro de 2014 o Conselho da União Europeia aprovou o Pacote de Energia e Clima para 2030 como uma estrutura para as políticas de energia e clima da União Europeia.

O Pacote contém uma redução obrigatória da emissão de gases de efeito estufa de 40% (1990 a 2030) e uma meta obrigatória para energias renováveis de 27%, em relação ao consumo de energia, para 2030. Com relação à eficiência energética, foi prescrita uma meta não obrigatória de 27% em comparação com as projeções sobre o desenvolvimento do consumo de energia, sem a definição de uma meta.

Um artigo publicado recentemente por Lorenz e Specht⁹ cita que é possível realizar os objetivos do Roteiro da Cerâmica 2050, isto em relação à condição inicial de consumo de energia para a produção de produtos cerâmicos e de construção. Os autores determinaram inicialmente a entrada de energia específica e as emissões de CO₂ para a produção de tubos de esgoto vitrificados, concreto, concreto armado, ferro fundido e diversos materiais plásticos com a ajuda dos saldos acumulados. Esta é apenas uma comparação entre tubos vitrificados e concreto e concreto armado.

Para isto, a eficiência de distintos processos de fabricação foi usada. Eficiência refere-se à quantidade mínima de energia para produção em relação à energia fóssil real despendida. Por sua vez a energia mínima é a energia química ou física necessária para transformação de material. Na produção de cimento, e por consequência de concreto, a energia mínima é a entalpia de reação para decomposição do calcário. Isto resulta em um nível de eficiência de 78%, que é comparativamente elevada. Um potencial ainda maior de economia só pode ser obtido com combustíveis biogênicos. No caso de argila vitrificada e outros materiais cerâmicos de construção como tijolos e telhas, a energia mínima é a entalpia de evaporação da

água da mistura, pois até o momento não existe processo para recuperar esta entalpia por condensação do ar residual úmido. A entalpia de sinterização é considerada insignificamente baixa.

Se a energia mínima é comparada à energia realmente necessária do combustível é obtida uma eficiência de 13%. Com este valor tão baixo há, portanto, um elevado potencial de economia de energia e redução na emissão de CO₂ para os produtos cerâmicos, desta forma estes produtos poderiam ter o maior potencial de economia. Os autores mencionam alguns princípios para economia substancial de energia:

- Desacoplar o secador do forno (que, entretanto, já é o estado da arte);
- Secadores autossuficientes com elevada temperatura do ar de entrada e possível consumo de energia de 800 kJ/kg; desta forma, o ar de resfriamento pode ser usado no próprio forno;
- Uso do conceito reformulado de forno de contracorrente, que pode ser operado com apenas 0,4 MJ/kg (para queima de argila vitrificada pode ser especificado 1,2 MJ/kg em vez de 4,98 MJ/kg, o que corresponde a uma economia de energia de 75%);
- Possível economia de energia em fornos a túnel com um aumento na transferência de calor convectivo com o uso de ventiladores de gás quente.

Uma destas propostas, o conceito reformulado do princípio de forno a contracorrente foi apresentado no 53º Curso de Treinamento em Tijolos e Telhas realizado em dezembro de 2014 em Würzburg, o forno Enviro desenvolvido pela empresa alemã Keller HCW GmbH¹⁰.

Medições de som obtidas considerando-se o re-projeto do forno de contracorrente – inclusive utilizando o software Fluent – foram determinadas ao longo de oito meses em um forno de teste (Figura 6). Para que a principal função de um forno a contracorrente – ou seja, a transferência de energia bem sucedida entre sólido-sólido – seja obtida, os produtos que são transportados lado a lado devem ser geometricamente limitados, deve ocorrer convecção forçada e a transferência de calor baseada em radiação deve ser completa.

Para que estes requisitos fossem obtidos, o carro do forno foi cortado mentalmente em fatias e estas foram alinhadas umas próximas às outras (Figura 7). Desta forma, são formados vários carros de forno nos quais os produtos a serem aquecidos ou resfriados permanecem opostos uns aos outros. Para a transferência de calor, ventiladores são dispostos ao longo do comprimento de circulação do forno, e estes não são mais necessários depois de certa temperatura limite, pois a radiação então domina. Com este equipamento, o consumo de energia para uma fábrica de telhas, em comparação a um forno a túnel convencional – naturalmente, sem conexão de ar quente entre o forno e o secador – é reduzido em 30%, e para uma fábrica de tijolos o consumo é reduzido em 25%.



Figura 6. Instalação do forno de testes Enviro. Fonte: Keller HCW GmbH, Alemanha.

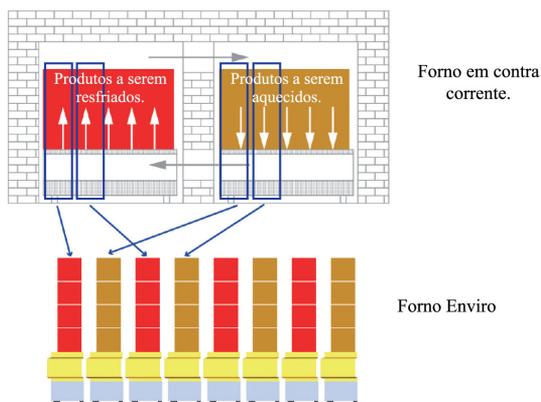


Figura 7. Diagrama mostrando a seção transversal do forno Keller Enviro para mostrar seu princípio de funcionamento. Fonte: Keller HCW GmbH, Alemanha.

Considerando-se também o aumento na distância entre as conexões de ar quente em plantas já existentes, e com as mudanças tecnológicas previstas, deve-se mencionar o aumento da geração de calor e energia utilizando-se microturbinas a gás. Os altos níveis de eficiência global e a necessidade contínua de energia e calor são ideais para fabricantes de materiais de construção cerâmicos. Se a secagem em ar ambiente tornar-se novamente importante em determinadas aplicações, uma possível solução pode ser a combinação de um secador rápido e uma microturbina a gás para a redução do teor de umidade flutuante.

2. Conclusão: Equipado para o Futuro?

Os materiais de construção cerâmicos têm se adaptado ao longo dos séculos às suas respectivas estruturas de construção ou à variabilidade de suas propriedades, determinando assim a natureza das edificações e sua vida. É o que vem ocorrendo com tijolos e telhas durante milhares de anos. Este processo deve continuar, embora a variedade de materiais de construção esteja aumentando, enquanto mais e mais novos recursos são descobertos.

Por exemplo, o fato de na década de 1990 os então “novos” materiais de isolamento de poliestireno contendo aditivos tóxicos terem sido apressadamente e imprópriamente utilizados e que agora, e em futuro

próprio, devem ser descartados como lixo especial, mostra apenas uma das questões laterais. Mas também é um sinal para que as comprovadas soluções cerâmicas tornem-se mais eficazes em um campo mais amplo. Deve-se sempre prever, mesmo antecipar, um possível aumento no uso de paredes pré-fabricadas com tijolos para recuperar quotas de mercado, especialmente para novas construções em vilas e cidades. Em alguns casos, são necessários tijolos com resistências à compressão mais elevadas. Também deve ser dada especial atenção aos elementos de paredes externas formados por duas folhas de tijolos, especialmente porque este método construtivo demonstrou ser ecologicamente mais recomendável que os TICS. A produção de telhas, tubos, painéis de fachadas e placas cerâmicas também está constantemente em evolução, sempre com maior qualidade e desenvolvimento de novos produtos. São notáveis as combinações com outros materiais para formar novos produtos e, portanto, obter maior valor agregado. A busca constante deste princípio é uma perspectiva promissora para o futuro.

Para alguns pode ser uma surpresa perceber a baixa eficiência de processo, cerca de 13%, quando se compara a energia mínima com a energia de combustível realmente necessária para a produção de corpos vitrificados ou tijolos. Há alguma polêmica sobre a percentagem exata. Mais importante, porém, é o considerável potencial para economia de energia, bem como redução das emissões de CO₂. O objetivo é aumentar a eficiência nas próximas décadas em cerca de 10% utilizando-se novos conceitos de engenharia de processos térmicos na indústria. É o que preconiza o Roteiro da Cerâmica 2050.

E se as metas não forem atingidas – ou seja, diminuição das emissões de CO₂ em até 80% - haveria então uma ameaça de crescimento significativo na construção de edifícios utilizando o material de construção mais antigo e renovável, a madeira, com o segundo material

de construção mais antigo, a lama combinada com palha, que sempre é renovável? Provavelmente não! Mas a importância destes materiais de construção ecológicos certamente não vai diminuir.

Cada era necessita suas próprias respostas. Por exemplo, como tão poucos poderiam estar familiarizados com a palavra “fracking” na virada do milênio, embora o termo tenha sido aplicado na Alemanha para a extração de gás natural desde 1961? Quem neste momento poderia ter previsto a extensão dessa nova fonte de produção de gás e petróleo – que é denominado pelos engenheiros geológicos como “estimulação de depósito hidráulico”. Quem hoje teria a capacidade de estimá-la totalmente? Com relação a este e outros desenvolvimentos, muitas vezes é verdade que grandes mudanças muitas vezes iniciam timidamente.

Referências

1. Strobel, T.; Zukunftslandkarten... IAB Wissenschaftstage 2014. Tagungsband, 14–15.
2. Röhrs, M.; 53. Würzburger Ziegellehrgang: Zuwachs mit Belegung des Wohnbaus erwartet. cfi/Ber. DKG 92 (2015) [3] D 23.
3. Der Spiegel (2014) [49] 69.
4. Pröll, M.; Schriftliche Mitteilung an M. Röhrs.
5. Pichler, E.; Composite-Mörtelband – ein neues Wandsystem zur rationellen Herstellung von Ziegelmauerwerk. ZI int. (2015) [1] 34–39.
6. NELSKAMP Firmenprospekte und www.nelskamp.de.
7. Press Release Wienerberger AG, 20.12.2013.
8. Press Release Maschinenfabrik Gustav Eirich, 18.11.2014.
9. Lorenz, N.; Specht, E.: Vergleich der kumulativen spezifischen CO₂-Emissionen von Steinzeug mit anderen Werkstoffen. Keram. Z. 66 (2014) [1] (Supplement).
10. Keller HCW: Enviro Ofen – ein neues innovatives Ofenkonzept mit hohem Energieeinsparpotenzial, 12/2014.