

## Karen Scrivener

**K**aren Louise Scrivener nasceu na Inglaterra, em agosto de 1966. Seu interesse por química a levou a se graduar, em 1980, em Ciências dos Materiais na Universidade de Cambridge. Decidida a seguir a carreira acadêmica, obteve seu doutorado na área, em 1983, no Imperial College of London, sob a orientação do professor Pratt, onde trabalhou no Departamento de Ciências dos Materiais até 1995 como pesquisadora e professora.

Devido às más condições de financiamento da pesquisa nas universidades públicas na Inglaterra na década de 1990, Scrivener aceitou o convite para ser cientista sênior no Laboratório Central de Pesquisa da Lafarge, em Lyon, Paris, onde ficou até 2001, desenvolvendo pesquisas aplicadas sobre cimentos. Neste ano, regressou ao meio acadêmico, agora como professora titular e chefe do Laboratório de Materiais de Construção no Instituto de Ciência e Engenharia dos Materiais na Escola Politécnica Federal de Lausanne (EPFL), na Suíça.



Juntando academia e indústria, fundou, em 2004, o Nanocem, consórcio de 40 instituições de pesquisa e 20 parceiros industriais, voltado à pesquisa fundamental sobre o cimento e o concreto.

Karen Scrivener é coautora do relatório *"Eco-efficient cements: potential, economically viable solutions for a low-CO<sub>2</sub>, cement-based materials industry"* para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP).

Leia nesta entrevista\* com a pesquisadora, sobre sua carreira profissional, suas perspectivas sobre as pesquisas sobre o cimento e o concreto, e como ela vê transição do setor construtivo para a meta de emissões líquidas nulas de carbono.

**IBRACON** VOCÊ PODE NOS CONTAR BREVEMENTE SOBRE SUA CARREIRA? POR QUE DECIDIU SE GRADUAR E SE PÓS-GRADUAR EM CIÊNCIA DOS MATERIAIS?

| **KAREN SCRIVENER** | Bom, essa é uma pergunta muito interessante. Eu estava na escola e, como a maioria das pessoas, achava que ciência era apenas física ou química. Estava pensando em fazer química, mas tive a sorte de ir para a Universidade de Cambridge, onde, no primeiro ano, é obrigatório cursar várias disciplinas diferentes. Foi aí que descobri o que era ciência dos materiais e percebi que era

muito mais próximo do que eu queria fazer, porque trata das coisas que realmente usamos no nosso dia a dia. Quando me formei na graduação, procurei o Prof. Pratt no Imperial College of London, que me sugeriu algumas vagas de doutorado em nitreto de silício, que era um tema muito quente na época. Achei que era uma boa ideia, porque, mesmo tendo usado cimento por 200 anos, é incrível como sabemos pouco sobre como ele realmente funciona.

**IBRACON** E DEPOIS DISSO, POR QUE DECIDIU ENTRAR NO CENTRO DE PESQUISA DA LAFARGE?

\* A TRANSCRIÇÃO DA ENTREVISTA REALIZADA EM INGLÊS POR NILS HAVELKA E SUA TRADUÇÃO PARA O PORTUGUÊS CONTOU COM O AUXÍLIO DO CHAT GPT.



ESTUDOS MOSTRAM QUE, SE COMBINARMOS  
DIFERENTES ESTRATÉGIAS COM TECNOLOGIAS  
JÁ EXISTENTES AO LONGO DA CADEIA DE VALOR  
[DO CIMENTO], PODEMOS REDUZIR  
DE 70% A 80% AS EMISSÕES [DE CO<sub>2</sub>]



| **KAREN SCRIVENER** | Eu sempre quis ser acadêmica desde muito jovem. Mas, nos anos 90, no Reino Unido, o financiamento para a academia estava muito ruim. Resumindo: eu trabalhava com um material muito prático — o cimento — e, ao ir a conferências, ouvia pessoas da indústria dizendo que não estávamos fazendo as perguntas certas. Quando surgiu a oportunidade de entrar na indústria, pensei: “vamos tentar”.

Foi uma experiência muito enriquecedora, porque me deu uma nova perspectiva sobre tudo. Passei seis anos na indústria, entendendo o que realmente pode ser implementado e o que não pode.

Depois, tive a sorte de conseguir uma vaga acadêmica na Suíça, onde o financiamento para a ciência é muito melhor. E eu queria unir esses dois mundos — academia e indústria — para trabalhar juntos nas questões fundamentais. Isso me levou à criação do Nanocem, um consórcio com cerca de 40 parceiros acadêmicos e 20 industriais, que durou cerca de 20 anos até 2023. Mas, na verdade, não parou, pois agora foi assumido pela Innovandi, a rede de pesquisa da *Global Cement and Concrete Association* (GCCA).

#### DE EMISSÕES DESCRITOS NO ROTEIRO TECNOLÓGICO DE 2021?

| **KAREN SCRIVENER** | Essa é uma questão bastante complexa. A primeira parte diz respeito à demanda. É claro que a maioria das novas construções será em países em desenvolvimento, então a demanda crescerá. Mas o que nem sempre se leva em conta é que há regiões, como a China, onde a demanda está diminuindo. A China, que representa mais da metade da produção mundial de cimento, vai ter uma queda considerável — o que vai compensar parcialmente o aumento nos países em desenvolvimento. No geral, acho que a demanda global vai se manter relativamente constante ou crescer moderadamente (Fig. 1).

**IBRACON** A GCCA ESTIMA QUE O SETOR DE CIMENTO E CONCRETO EMITIRÁ ANUALMENTE 3,9 BILHÕES DE TONELADAS DE CARBONO EM 2050, SE NENHUMA AÇÃO FOR TOMADA. COMO VOCÊ AVALIA OS CAMINHOS TECNOLÓGICOS DE REDUÇÃO

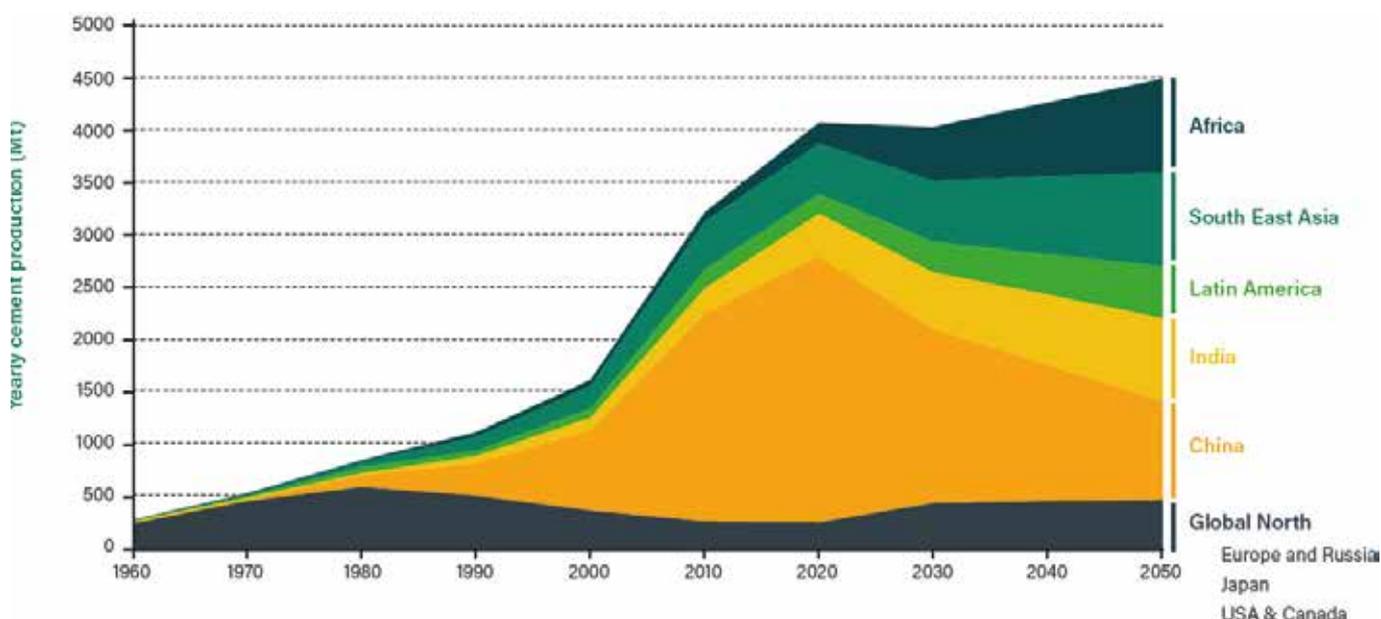


Figura 1 – Produção de cimento em diferentes regiões de 1960 a 2050.  
Fonte: LMC, USGS, CSI

Mas, mesmo que as emissões de CO<sub>2</sub> se mantenham constantes, isso não é aceitável. Precisamos de estratégias reais de redução. Não existe solução milagrosa que substitua o concreto. Ele representa três quartos dos materiais usados no mundo e responde por cerca de 8% das emissões globais de CO<sub>2</sub> — o que não é tão surpreendente. O problema é que, como o cimento e o concreto já são materiais ecoeficientes, reduzir ainda mais as emissões é um desafio maior. No entanto, estudos mostram que, se combinarmos diferentes estratégias com tecnologias já existentes ao longo da cadeia de valor, podemos reduzir de 70% a 80% as emissões. Por exemplo:

- ▶ Produzir o clínquer da forma mais eficiente possível;

- ▶ Substituir o clínquer no cimento por outros materiais;
- ▶ Usar o mínimo possível de cimento no concreto;
- ▶ Usar o concreto de forma mais eficiente no projeto estrutural.

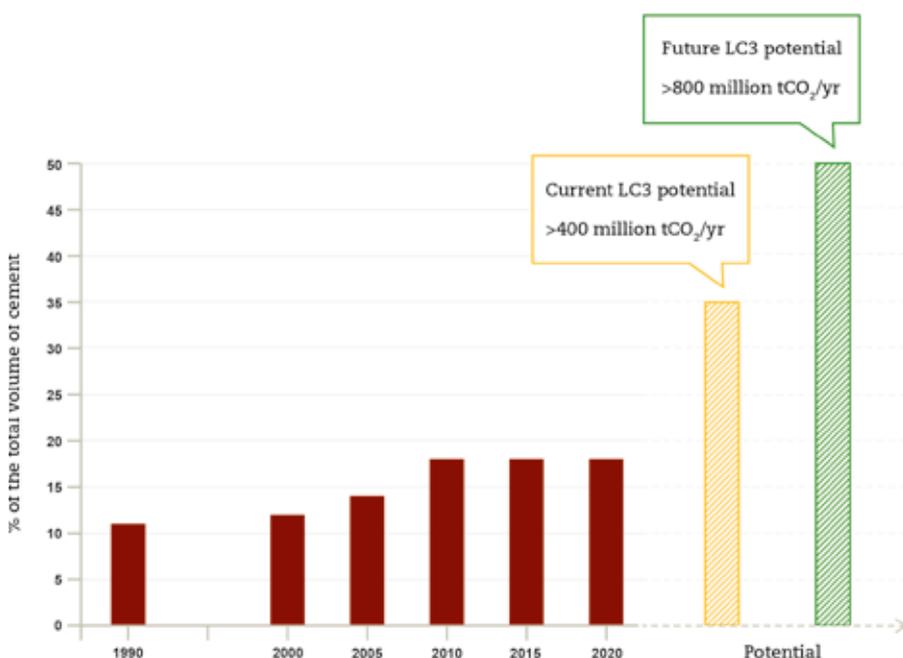
Essa é a base do Roteiro Tecnológico da GCCA, que considero bem elaborado. Pessoalmente, discordo um pouco das proporções atribuídas a cada estratégia. Acredito que o potencial da substituição de clínquer é maior do que o estimado — mas isso são nuances.

**IBRACON** **ESSAS MEDIDAS SERÃO TÉCNICA E ECONOMICAMENTE SUFICIENTES PARA ALCANÇAR A NEUTRALIDADE DE CARBONO ATÉ 2050?**

| **KAREN SCRIVENER** | Como eu disse, se usarmos as tecnologias já disponíveis, conseguimos reduzir de 70% a 80%. Mas, para chegar a zero, precisamos de outras estratégias, como captura de carbono. É muito mais importante focar no que podemos fazer agora do que esperar por soluções futuras. Reduzir 30%, 50%, 70% com o que já sabemos é mais urgente do que discutir os 20% finais.

**IBRACON** **POR QUE A GCCA DEU MAIS ÊNFASE À CAPTURA E ARMAZENAMENTO DE CARBONO DO QUE À PRODUÇÃO DE CIMENTOS COMPOSTOS?**

| **KAREN SCRIVENER** | A resposta é complexa. As empresas de cimento estão em transição. Estão percebendo que as vendas de clínquer não vão continuar subindo para sempre. Nos últimos cinco anos, houve uma tomada de consciência sobre como a captura de carbono é difícil. Existem algumas plantas pioneiras, mas todas são fortemente subsidiadas por dinheiro público. Além disso, muitos dizem que o aumento do preço do cimento por conta da captura (duas a quatro vezes) é insignificante no custo total de um edifício — mas essa é uma visão muito do Norte Global, onde a mão de obra é cara e os materiais são baratos. Nos países em desenvolvimento, é o contrário: mão de obra barata e



**Figura 2** – Estimativa da substituição de clínquer por volume de cimento. Fonte: LC3 brochure



MUITOS DIZEM QUE O AUMENTO DO PREÇO DO CIMENTO POR CONTA DA CAPTURA É INSIGNIFICANTE NO CUSTO TOTAL DE UM EDIFÍCIO — MAS ESSA É UMA VISÃO DO NORTE GLOBAL, ONDE A MÃO DE OBRA É CARA E OS MATERIAIS SÃO BARATOS



“

CLARO QUE HÁ UM LIMITE FINAL, MAS 30% A 35% DE CLÍNQUER JÁ É VIÁVEL AGORA E, EM ESCALA MUNDIAL, SE ISSO FOSSE IMPLEMENTADO, REPRESENTARIA ALGO COMO 500 A 800 MILHÕES DE TONELADAS POR ANO EM REDUÇÃO DE CO<sub>2</sub>

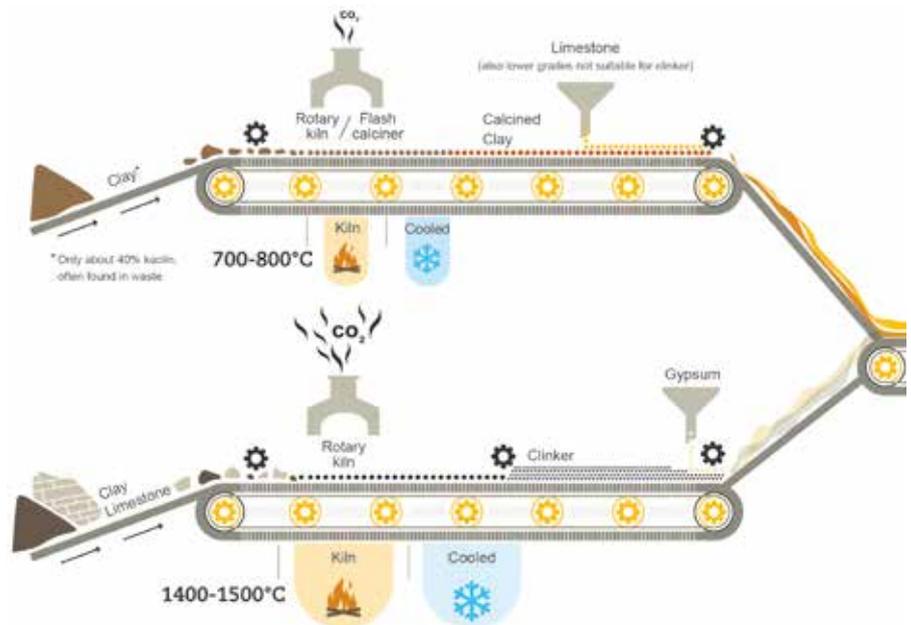
”

materiais caros. Aumentar o preço do cimento seria catastrófico. A maioria das pessoas na África, por exemplo, já vive dentro dos limites sustentáveis de CO<sub>2</sub>, e dizer a elas para não se desenvolverem por causa das emissões históricas do Norte é inaceitável.

Por isso, precisamos de soluções mais baratas. E os substitutos do clínquer são justamente isso. A adoção de argilas calcinadas e de resíduos está crescendo muito nos últimos anos.

**IBRACON** VOCÊ E SUA EQUIPE DEMONSTRARAM A VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO LC3 – UM CIMENTO COMPOSTO FEITO COM ARGILAS CALCINADAS E CALCÁRIO. PODE NOS DAR UMA VISÃO GERAL SOBRE O DESENVOLVIMENTO DESSA PESQUISA E QUAIS SÃO AS PRINCIPAIS BARREIRAS ATUAIS PARA SUBSTITUIR TOTALMENTE O CIMENTO PORTLAND COMUM PELO LC3 E OUTROS CIMENTOS COMPOSTOS SEMELHANTES?

| **KAREN SCRIVENER** | Basicamente, devemos entender que o uso de argilas calcinadas foi o caminho óbvio para expandir o uso de substitutos do clínquer. Nas últimas três a quatro décadas, temos usado principalmente três materiais: primeiro, calcário; depois, escória de alto forno, que vem da produção de aço; e, por fim, cinzas volantes. O calcário é abundante, mas não se pode substituir mais de 15% do clínquer sem comprometer as propriedades do cimento. A escória é um excelente substituto, podendo chegar facilmente a níveis de substituição de



**Figura 3** – Produção de cimento composto com calcário e argila calcinada.  
Fonte: LC3 brochure

até 70%. Mas a quantidade de escória produzida mundialmente hoje representa apenas cerca de 10% da produção de cimento — e essa quantidade tende a diminuir no futuro à medida que nos afastamos dos altos fornos em direção a rotas mais eficientes de produção de aço. Por fim, as cinzas volantes vêm da queima do carvão — o principal responsável pelas emissões de CO<sub>2</sub>. Nesse contexto, uma análise simples da química dos materiais disponíveis nos levou às argilas calcinadas. E então tivemos a descoberta fortuita de que a combinação de argila calcinada com calcário nos permite usar mais calcário por causa da sinergia entre eles. Foi essa a origem da pesquisa, e quando explico isso para as pessoas, acrescentando que pode ser produzido mais barato, elas perguntam: por que todo mundo não está fazendo isso? O primeiro ponto é que, na verdade, cada vez mais pessoas estão fazendo, porque o LC3 está entrando no mercado muito mais rapidamente do que fizeram a escória ou as cinzas volantes. O segundo ponto é que leva tempo para as pessoas se acostumarem com novas ideias. O terceiro é o custo de capital para construir plantas de calcinação. O quarto são os obstáculos em normas e códigos. O quinto é o problema de excesso de capacidade de produção de clínquer em muitos países. No Sudeste Asiático, por exemplo, muitos países têm mais do que o dobro da capacidade instalada que realmente utilizam. Mesmo na Índia, há 40% mais capacidade do que o uso real. Isso deveria ser visto como uma oportunidade de

converter muitos fornos para a calcinação de argila com baixo custo (Figura 3). Mas a indústria é conservadora.

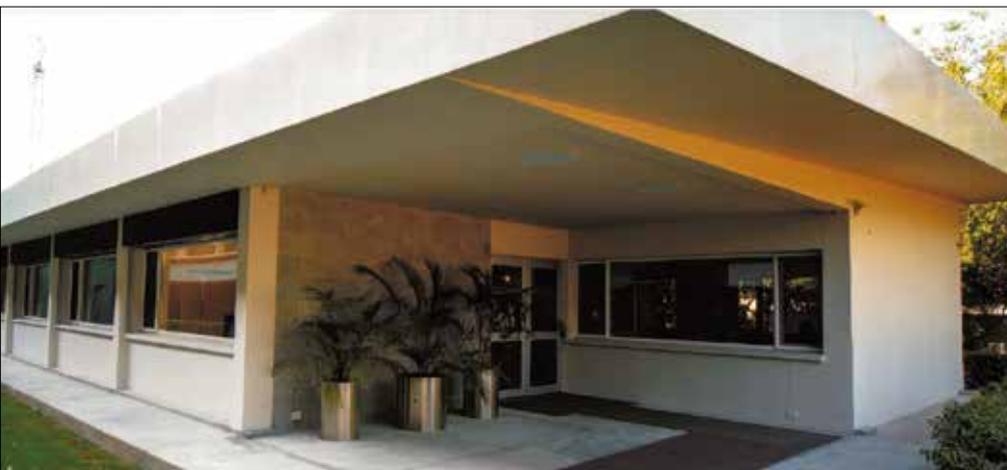
A economia ainda não está clara. E não há incentivos suficientes para impulsionar a redução de CO<sub>2</sub> fora de algumas regiões como a Europa, por exemplo.

**IBRACON** **QUAIS SÃO OS LIMITES MÁXIMOS DE SUBSTITUIÇÃO DO CLÍNQUER POR ARGILAS CALCINADAS E CALCÁRIO, CONFORME OS ESTUDOS SOBRE CIMENTOS COMPOSTOS? PARA QUAIS APLICAÇÕES?**

| **KAREN SCRIVENER** | Essa é fácil de responder. Vimos desde o início que era possível obter desempenho equivalente ao CEM I com cerca de 50% de substituição do clínquer. Mas, claro, já hoje, a maioria dos cimentos utilizados mundialmente não é do tipo CEM I (95% de clínquer) — muitos já têm níveis consideráveis de substituição.

Quando buscamos obter desempenho equivalente aos cimentos que já têm substituições altas, podemos chegar tranquilamente a teores de clínquer na faixa de 30% a 35%. Claro que há um limite final, mas 30% a 35% de clínquer já é viável agora e, em escala mundial, se isso fosse implementado, representaria algo como 500 a 800 milhões de toneladas por ano em redução de CO<sub>2</sub> (Figura 2).

**IBRACON** **A SUBSTITUIÇÃO DO CLÍNQUER POR MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUPLEMENTARES COMO CINZAS VOLANTES, ESCÓRIA E ARGILAS NÃO É NOVA. OS ROMANOS USAVAM POZOLANAS EM SEUS AGLOMERANTES. CINZAS E ESCÓRIA SÃO USADAS DESDE A PRIMEIRA METADE DO SÉCULO XX EM CONSTRUÇÕES COMO BARRAGENS. PROFESSORES COMO KUMAR**



**Figura 4** – Escritório da Agência Suíça para o Desenvolvimento e Cooperação na embaixada suíça em Nova Déli, na Índia.  
Fonte: [www.lc3.ch](http://www.lc3.ch)

**MEHTA, MOHAN MALHOTRA E OUTROS JÁ DEFENDIAM ESSES MATERIAIS NOS ANOS 90. O QUE MUDOU DESDE ENTÃO PARA QUE ESSA SUBSTITUIÇÃO SE TORNASSE HOJE A PRINCIPAL ROTA TECNOLÓGICA PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES, COMO RECOMENDA O RELATÓRIO DA ONU QUE VOCÊ COORDENOU?**

| **KAREN SCRIVENER** | O que mudou foi o advento da mudança climática. Quando o Malhotra defendia isso há 30 anos, ainda não tínhamos consciência da urgência de enfrentar o problema. O segundo ponto é que, como já mencionei, os volumes disponíveis desses materiais clássicos (como cinzas e escória) são limitados. E a reatividade de materiais como pozolanas naturais também é limitada, o que restringe os níveis de substituição.

É aí que a combinação de argila calcinada com calcário muda o jogo, pois permite alcançar o mesmo desempenho com níveis de substituição muito maiores. Outro ponto é que ainda que igualemos as propriedades mecânicas aos 28 dias (padrão nas especificações técnicas), isso não é o que realmente importa no canteiro de obras, onde o desempenho precisa ser atingido em dois dias de cura para permitir o planejamento adequado das operações. Pois, desacelerar as obras aumenta os custos de mão de obra e capital proporcionalmente.

**IBRACON** **CONCRETOS COM MATERIAIS SUPLEMENTARES ENFRENTAM DIFICULDADES**

“

É AÍ QUE A COMBINAÇÃO DE ARGILA CALCINADA COM CALCÁRIO MUDA O JOGO, POIS PERMITE ALCANÇAR O MESMO DESEMPENHO COM NÍVEIS DE SUBSTITUIÇÃO MUITO MAIORES

”



OS CONCRETOS LC3 SE COMPORTAM DE FORMA MUITO SEMELHANTE AOS CONVENCIONAIS, COM UMA DIFERENÇA IMPORTANTE: A FLUÊNCIA É MUITO MENOR, O QUE É ÓTIMO PARA ESTRUTURAS DELGADAS



**PRÁTICAS COMO BAIXA RESISTÊNCIA INICIAL, E O USO DE ADITIVOS PARA COMPENSAR ISSO PODE COMPROMETER A DURABILIDADE, INTERFERINDO NOS PROCESSOS QUÍMICOS DE HIDRATAÇÃO. COMO EQUILIBRAR DESEMPENHO E SUSTENTABILIDADE?**

| **KAREN SCRIVENER** | Essa é uma questão crítica. Precisamos entender melhor qual desempenho realmente precisamos. E aqui a combinação de argila calcinada e calcário se destaca, pois são materiais muito reativos. Em laboratório, conseguimos desenvolver resistência em três ou quatro dias. Em escala industrial, com controle de distribuição do tamanho das partículas, moagem adequada do clínquer e uso de auxiliares de moagem, é totalmente viável produzir cimentos com desempenho equivalente já em um ou dois dias. Ou seja, temos muitos mecanismos para engenharia do cimento, sem precisar de aceleradores caros, que de qualquer forma trazem ganhos marginais.

**IBRACON** CIMENTOS COMPOSTOS COMO O LC3 SÃO COMPATÍVEIS COM PROJETOS DE ESTRUTURAS DELGADAS E OTIMIZADAS, QUE BUSCAM DESMATERIALIZAR O CONCRETO, OU COM IMPRESSÃO 3D DE CONCRETO, OU COM A IDEIA DE ESTENDER O ENSAIO DE RUPTURA PARA 56 DIAS? QUE SINERGIAS ESSAS TECNOLOGIAS TRAZEM PARA A REDUÇÃO DE CARBONO NA CONSTRUÇÃO?

| **KAREN SCRIVENER** | Vamos por partes.

**Estruturas delgadas e design enxuto:** o LC3 é totalmente

compatível. Na verdade, os concretos LC3 se comportam de forma muito semelhante aos convencionais, com uma diferença importante: a fluência é muito menor, até duas vezes menor, o que é ótimo para estruturas delgadas.

**Impressão 3D:** pode-se usar, mas, na minha opinião, é uma perda de tempo total. O motivo é não se poder usar agregados graúdos, o que leva ao aumento do teor de cimento. E mais cimento significa mais CO<sub>2</sub>, seja qual for o tipo de cimento. A economia de material não compensa o aumento do impacto de CO<sub>2</sub>. Isso já foi demonstrado por especialistas na área.

**Estender o ensaio para 56 dias:** como já falei, isso é um debate estéril. A resistência de 28 dias não é o que importa. Tecnologias modernas exigem desempenho em dois ou três dias. Estender para 56 dias significa dobrar o tempo de construção e o custo da mão de obra. Como consequência: só conseguiríamos construir metade dos edifícios que construímos hoje. Isso é uma questão de equidade social.

**IBRACON** O ROTEIRO DO GCCA DE 2021 ATRIBUI 6% DA REDUÇÃO DE CARBONO ATÉ 2050 À CARBONATAÇÃO/RECARBONATAÇÃO DO CONCRETO. VOCÊ CONCORDA? QUAIS SÃO OS CAMINHOS TECNOLÓGICOS MAIS PROMISSORES PARA ISSO?

| **KAREN SCRIVENER** | Concordo. Na verdade, esses 6% podem estar subestimados. No entanto, não devemos contar com isso como solução, porque isso já está acontecendo — todo o concreto construído já está absorvendo CO<sub>2</sub> da atmosfera. Devemos quantificar isso, sim. Mas, é claro, que a quantidade de CO<sub>2</sub> reabsorvida nunca será igual à quantidade emitida. Estamos estudando isso. Cimentos de baixo carbono absorvem menos CO<sub>2</sub>, mas geralmente carbonatam mais rápido. De qualquer forma, se avaliarmos o quadro geral, os cimentos de baixo carbono sempre trazem benefícios.

**IBRACON** UMA DAS BARREIRAS AO AUMENTO DA INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E INDUSTRIAIS EM FORNOS DE CIMENTO É A PREOCUPAÇÃO PÚBLICA COM OS POLUENTES EMITIDOS. QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS COMPOSTOS GERADOS AO QUEIMAR PNEUS, PLÁSTICOS PET E BIOMASSA? HÁ RISCOS À SAÚDE DA POPULAÇÃO PRÓXIMA ÀS FÁBRICAS?

| **KAREN SCRIVENER** | A resposta curta é: não deveria haver preocupação, desde que se sigam as regulamentações. Os testes já foram feitos. A destruição de moléculas tóxicas em fornos de cimento, que operam com chamas de 2000 °C, é muito mais eficiente do que em incineradores, que operam a 800 °C. Essa questão tem sido debatida por décadas. Todos os testes já foram feitos e é inequívoco: o uso de resíduos, seguindo as normas, é seguro.

**IBRACON** OUTRA BARREIRA AO COPROCESSAMENTO É A QUALIDADE DO CLÍNQUER, SEJA POR PERDA DE EFICIÊNCIA TÉRMICA NA CALCINAÇÃO OU PELA INCORPORAÇÃO DE CINZAS. O QUE INFLUENCIA ESSA QUALIDADE? QUAIS SOLUÇÕES TÉCNICAS PODEM GARANTIR BONS RESULTADOS?



**Figura 5** – Edifício em execução na Colômbia com uso de LC3.

Fonte: Argos

| **KAREN SCRIVENER** | Essa pergunta é complexa demais para uma resposta simples. É um campo contínuo de pesquisa. É claro que o uso de resíduos afeta o clínquer. E, novamente, é por isso que as regulamentações existem — para controlar os tipos e misturas de resíduos que podem ser usados. Mas, mesmo do ponto de vista técnico, ainda há muito a descobrir.

**IBRACON** **COMO VOCÊ AVALIA O CIMENTO E O CONCRETO EM COMPARAÇÃO COM OUTROS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO E POSSÍVEIS SUBSTITUTOS COMO GEOPOLÍMEROS E MATERIAIS ATIVADOS ALCALINAMENTE, EM TERMOS DE SEU POTENCIAL PARA O FUTURO?**

| **KAREN SCRIVENER** | Essa é uma questão que me deixa muito irritada. Francamente, estamos trabalhando com coisas como geopolímeros há 70 anos e nada aconteceu. Não há nada no mercado. É inaceitável o tempo, o dinheiro e o potencial de jovens talentos que estamos desperdiçando nessa direção. Em poucas palavras: os únicos materiais não convencionais que funcionam à temperatura ambiente contêm escória de alto forno. Mas, como já disse, globalmente temos apenas 10% de escória em relação ao cimento. E 95% dessa escória já está sendo bem utilizada nos cimentos convencionais. Se retirarmos a escória dos cimentos convencionais para usar nos geopolímeros, aumentamos as emissões de CO<sub>2</sub>, porque precisamos de ativadores alcalinos com pegada de carbono. Além disso, as tentativas de comercializar esses materiais nas últimas décadas fracassaram. A maioria das empresas que surgiram há mais de 10 anos não existe

mais porque não conseguiram superar problemas de regulamentação. Esses materiais nunca estarão disponíveis em escala real — seja em termos de recursos, regularidade, custo, seja em termos de emissões. Comparados ao LC3, com apenas 35% de clínquer, não fazem sentido.

**IBRACON** **COMO SERÁ O CONCRETO DO FUTURO? O CIMENTO SERÁ ESPECIFICADO POR DESEMPENHO? O FATOR CLÍNQUER SERÁ DETERMINADO POR IA CONFORME A APLICAÇÃO ESTRUTURAL? TERÁ MAIS ADIÇÕES, ADITIVOS E AGREGADOS RECICLADOS?**

| **KAREN SCRIVENER** | Claro que precisamos usar mais materiais substitutos, mais agregados reciclados. E a inteligência artificial pode, sim, ajudar a maximizar esses níveis de substituição. Em domínios bem definidos, ela pode interpretar os dados com precisão. Mas se os dados não existirem ou se quisermos extrapolar o domínio atual, ela não ajuda. O desempenho é fundamental, como discutimos. Mas é uma ilusão achar que podemos ter um padrão puramente baseado em desempenho que cubra todos os tipos de cimento — geopolímeros, cimentos de aluminato de cálcio, cimentos Portland. Isso seria perda de tempo. Precisamos focar na família de cimentos compostos, com clínquer Portland e substituições. Há muito espaço para avançar nas especificações de desempenho. Mas é necessário usar uma combinação inteligente de normas prescritivas e baseadas em desempenho. ☹

“

FRANCAMENTE, ESTAMOS  
TRABALHANDO COM COISAS COMO  
GEOPOLÍMEROS HÁ 70 ANOS  
E NADA ACONTECEU. NÃO  
HÁ NADA NO MERCADO

”