

Número do Processo: BR 10 2025 028830 3

Dados do Depositante (71)

---

Depositante 1 de 1

**Nome ou Razão Social:** VALEMIX CONCRETOS E SERVIÇOS LTDA

**Tipo de Pessoa:** Pessoa Jurídica

**CPF/CNPJ:** 04702118000112

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Jurídica:** Empresa de Pequeno Porte assim definidas em lei

**Endereço:** Rua Bahia, 917 - Bairro Cachoeira do Vale

**Cidade:** Timoteo

**Estado:** MG

**CEP:** 35184-034

**País:** Brasil

**Telefone:** 31 3021-0660

**Fax:** 31 3021-0660

**Email:** sergiorodrigues@srmarcas.com.br

## Dados do Pedido

---

**Natureza Patente:** 10 - Patente de Invenção (PI)

**Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54):** SISTEMA MODULAR EM ARCO PRÉ-MOLDADO PARA CONSTRUÇÃO DE PONTES UTILIZANDO CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA REFORÇADO COM MACROFIBRAS, ADIÇÃO DE ADITIVO CRISTALIZANTE E REJEITO DE MINERAÇÃO

**Resumo:** A presente invenção refere-se a um sistema modular em arco para construção de pontes pré-moldadas formado por blocos pré-moldados de concreto dotados de superfícies de contato inclinadas radialmente e interligados por barras de transferência lisas longitudinais, permitindo montagem horizontal integral no solo e posterior içamento para a posição final em arco, eliminando totalmente a necessidade de escoramentos temporários e reduzindo o uso de maquinário pesado. O concreto empregado integra areia proveniente de rejeito de mineração, macrofibras sintéticas de reforço e aditivo cristalizante, resultando em substituição parcial de agregados miúdos naturais, redução do consumo de aço estrutural e maior impermeabilidade e durabilidade do conjunto. A solução proporciona redução de emissões de CO2 associadas à produção de aço, menor consumo energético durante a execução da obra, destinação ambientalmente adequada de resíduos minerários e menor necessidade de manutenção ao longo da vida útil da estrutura. A invenção aplica-se à construção de pontes de vãos pequeno e médio, oferecendo montagem rápida, segura e sustentável.

**Figura a publicar:** 1

## Dados do Procurador

---

### Procurador:

**Nome ou Razão Social:** VINÍCIUS SILVA DE OLIVEIRA

**Numero OAB:**

**Numero API:** 2270

**CPF/CNPJ:** 01413806678

**Endereço:** RUA JACEGUAÍ, 208 - SALA 719 - PRADO

**Cidade:** Belo Horizonte

**Estado:** MG

**CEP:** 30410-040

**Telefone:** (31) 9 9670 - 9693

**Fax:**

**Email:** contato@totallmarcas.com.br

Dados do Inventor (72)

---

Inventor 1 de 1

**Nome:** ROMÉRIO SALES PEREIRA

**CPF:** 87861933687

**Nacionalidade:** Brasileira

**Qualificação Física:** Engenheiro, arquiteto e afins

**Endereço:** Rua Cedro, 405 – Horto

**Cidade:** Ipatinga

**Estado:** MG

**CEP:** 35160-296

**País:** BRASIL

**Telefone:**

**Fax:**

**Email:**

## Documentos anexados

---

Tipo Anexo	Nome
Comprovante de pagamento de GRU 200	GRU DE DEPÓSITO - VALEMIX - VALEPONTES (GRU + comprovante).pdf
Procuração	PROCURAÇÃO VALEMIX - Clicksign.pdf
Relatório Descritivo	1 Relatório descritivo_rev Vanessa_18122025.pdf
Reivindicação	2 Quadro Reivindicatório_rev Vanessa_18122025.pdf
Desenho	3 Figuras_rev Vanessa_18122025.pdf
Resumo	4 Resumo_rev Vanessa_11122025.pdf

### Acesso ao Patrimônio Genético

---

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

### Declaração de veracidade

---

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

Pague via Pix com o QrCode ao lado



Recibo do pagador

**BANCO DO BRASIL** | 001-9 | 00190.00009 02940.916238 50090.678173 7 13280000013000

Nome do Pagador / CPF / CNPJ / Endereço  
**VALEMIX CONCRETOS E SERVIÇOS LTDA, CPF/CNPJ: 04702118000112**  
**RUA BAHIA, 917 - BAIRRO CACHOEIRA DO VALE, TIMOTEO, MG, CEP: 35184-034**  
Sacador/Avalista

Nosso-Número <b>29409162350090678</b>	Nr. Documento <b>29409162350090678</b>	Data de Vencimento <b>16/01/2026</b>	Valor Documento <b>R\$ 130,00</b>	(=) Valor Pago
------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------------------------	--------------------------------------	----------------

Nome do Beneficiário/CPF/CNPJ/Endereço  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUST CPF/CNPJ: 42.521.088/0001-37**  
**RUA MAIRINK VEIGA, 9 24 ANDAR ED WHITE MARTINS - CENTRO, RIO DE JANEIRO - RJ, CEP 20090-910**

Agência/Código do Beneficiário <b>2234-9/333028-1</b>	Autenticação Mecânica
----------------------------------------------------------	-----------------------

**BANCO DO BRASIL** | 001-9 | 00190.00009 02940.916238 50090.678173 7 13280000013000

Local de Pagamento  
**PAGÁVEL EM QUALQUER BANCO ATÉ O VENCIMENTO**

Data Vencimento  
**16/01/2026**

Nome do Beneficiário/CPF/CNPJ  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUST CPF/CNPJ: 42.521.088/0001-37**

Agência / Código do Beneficiário  
**2234-9/333028-1**

Data do Documento <b>18/12/2025</b>	Nr. Documento <b>29409162350090678</b>	Espécie DOC <b>DS</b>	Aceite <b>N</b>	Data do processamento <b>18/12/2025</b>	Nosso-Número <b>29409162350090678</b>
----------------------------------------	-------------------------------------------	--------------------------	--------------------	--------------------------------------------	------------------------------------------

Uso do Banco <b>29409162350090678</b>	Carteira <b>17</b>	Espécie <b>R\$</b>	Quantidade	x Valor	(=) Valor documento <b>R\$ 130,00</b>
------------------------------------------	-----------------------	-----------------------	------------	---------	------------------------------------------

Informações de Responsabilidade do Beneficiário

A data de vencimento não prevalece sobre o prazo legal.  
O pagamento deve ser efetuado antes do protocolo.  
Órgãos públicos que utilizam o sistemas SIAFI devem utilizar o número da GRU no campo Número de Referência na emissão do pagamento.  
Serviço: 200 - Pedido nacional de invenção; Pedido nacional de modelo de utilidade;  
Pedido nacional de certificado de adição de invenção; e Entrada na fase nacional do PCT

(-) Desconto / Abatimento

(+) Juros/Multa

(=) Valor Cobrado

Nome do Pagador / CPF / CNPJ / Endereço  
**VALEMIX CONCRETOS E SERVIÇOS LTDA, CPF/CNPJ: 04702118000112**  
**RUA BAHIA, 917 - BAIRRO CACHOEIRA DO VALE, TIMOTEO, MG, CEP: 35184-034**

Código de Baixa  
Autenticação mecânica

Sacador/Avalista

Ficha de compensação





19/12/2025 - BANCO DO BRASIL - 13:10:00  
339403394 0001

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: VALEMIX CONCRETOS  
AGENCIA: 3394-4 CONTA: 7.334-2

=====

BANCO DO BRASIL  
-----  
0019000009029409162385009067817371328000013000

BENEFICIARIO:  
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIED  
NOME FANTASIA:  
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE I  
CNPJ: 42.521.088/0001-37

PAGADOR:  
VALEMIX CONCRETOS E SERVICOS LTDA  
CNPJ: 04.702.118/0001-12

-----  
NR. DOCUMENTO 121.947  
NOSSO NUMERO 29409162350090678  
CONVENIO 02940916  
DATA DE VENCIMENTO 16/01/2026  
DATA DO PAGAMENTO 19/12/2025  
VALOR DO DOCUMENTO 130,00  
VALOR COBRADO 130,00

=====

NR.AUTENTICACAO 4.FD1.182.38D.4F4.2E4  
=====

Central de Atendimento BB  
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas  
0800 729 0001 Demais localidades.  
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC BB  
0800 729 0722  
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de  
produtos e servicos.

Ouvidoria  
0800 729 5678  
Reclamacoes nao solucionadas nos canais  
habituais agencia, SAC e demais canais de  
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala  
0800 729 0088  
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de cartao,  
outros produtos e servicos de Ouvidoria.

-----  
Transação efetuada com sucesso por: J5164368 MAYARA NUNES FONSECA TOGURA.



## PROCURAÇÃO

**VALEMIX CONCRETOS E SERVICOS LTDA**, pessoa jurídica com Sede na Rua Bahia, nº 917 Bairro: Cachoeira do Vale, Cidade: Timoteo, CEP: 35.184-034, inscrita no CNPJ sob o nº: 04.702.118/0001-12, outorga a **VINICIUS SILVA DE OLIVEIRA** Agente da Propriedade Industrial, matrícula 2.270, sediada na Rua Jaceguai, nº 208, Sala 809, Bairro Prado, CEP: 39.280-000, na cidade de Buritizeiro/MG, os necessários poderes para agir perante o **INPI-INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**, com o fim de requerer registro de privilégio de patentes, marcas mistas (nome e logotipo), nominativas (somente nome), figurativas (somente logotipo), restituição de taxa federal, desistência de processo, renúncia parcial ou total de processo, ingressar, caso necessário, com oposição, transferência, manifestações, cumprimento de exigências, caducidade, processo administrativo de nulidade e recurso ao Presidente do INPI, nomeação, destituição ou substituição de procurador, pagamento do decênio e expedição do certificado de registro, retirada do certificado de registro, bem como as respectivas prorrogações, relativas à marcas, patentes, software e desenhos industriais.

Belo Horizonte/MG, 24 de novembro de 2025

---

**VALEMIX CONCRETOS E SERVICOS LTDA**

04.702.118/0001-12

**Representante Legal**

---

Rua Jaceguai 208, Sala 719  
Bairro Prado  
Belo Horizonte/MG

**31 2551 9773 / 31 9 9206 0028**  
contato@totallmarcas.com.br

## PROCURAÇÃO VALEMIX.pdf

Documento número #072a7ce5-8483-45a9-81cd-5f51b3b30dc8

Hash do documento original (SHA256): f81bea08166553ce0b639fdf241753f6737170e610d8d0048a4fcdd871782abb

## Assinaturas

 **Arthur Azevedo**

CPF: 031.003.186-92

Assinou como outorgante em 24 fev 2025 às 12:43:17

## Log

- 24 fev 2025, 11:02:55 Operador com email breno.ribeiro@totallmarcas.com.br na Conta 9bfc1c87-8ca0-425b-8334-db594e32c601 criou este documento número 072a7ce5-8483-45a9-81cd-5f51b3b30dc8. Data limite para assinatura do documento: 26 de março de 2025 (11:02). Finalização automática após a última assinatura: habilitada. Idioma: Português brasileiro.
- 24 fev 2025, 11:03:30 Operador com email breno.ribeiro@totallmarcas.com.br na Conta 9bfc1c87-8ca0-425b-8334-db594e32c601 adicionou à Lista de Assinatura: arthur@pedreiraum.com.br para assinar como outorgante, via E-mail.
- Pontos de autenticação: Token via E-mail; Nome Completo; CPF; endereço de IP. Dados informados pelo Operador para validação do signatário: nome completo Arthur Azevedo.
- 24 fev 2025, 12:43:17 Arthur Azevedo assinou como outorgante. Pontos de autenticação: Token via E-mail arthur@pedreiraum.com.br. CPF informado: 031.003.186-92. IP: 177.222.253.150. Localização compartilhada pelo dispositivo eletrônico: latitude -19.5390267 e longitude -42.663308. URL para abrir a localização no mapa: <https://app.clicksign.com/location>. Componente de assinatura versão 1.1132.0 disponibilizado em <https://app.clicksign.com>.
- 24 fev 2025, 12:43:18 Processo de assinatura finalizado automaticamente. Motivo: finalização automática após a última assinatura habilitada. Processo de assinatura concluído para o documento número 072a7ce5-8483-45a9-81cd-5f51b3b30dc8.



### Documento assinado com validade jurídica.

Para conferir a validade, acesse <https://www.clicksign.com/validador> e utilize a senha gerada pelos signatários ou envie este arquivo em PDF.

As assinaturas digitais e eletrônicas têm validade jurídica prevista na Medida Provisória nº. 2200-2 / 2001

Este Log é exclusivo e deve ser considerado parte do documento nº 072a7ce5-8483-45a9-81cd-5f51b3b30dc8, com os efeitos prescritos nos Termos de Uso da Clicksign, disponível em [www.clicksign.com](http://www.clicksign.com).

# **SISTEMA MODULAR EM ARCO PRÉ-MOLDADO PARA CONSTRUÇÃO DE PONTES UTILIZANDO CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA REFORÇADO COM MACROFIBRAS, ADIÇÃO DE ADITIVO CRISTALIZANTE E REJEITO DE MINERAÇÃO**

## **SETOR TÉCNICO**

[001] A presente invenção insere-se na área da engenharia civil, mais especificamente no campo das estruturas pré-moldadas, sistemas modulares em arco e materiais cimentícios de alto desempenho, abrangendo técnicas sustentáveis de construção, reforço estrutural, elementos pré-moldados e processos de montagem de pontes de pequeno e médio porte. Também se relaciona ao setor de engenharia de materiais, pela utilização de concreto modificado com macrofibras sintéticas, aditivos cristalizantes e areia proveniente de rejeito de mineração, proporcionando desempenho estrutural e benefícios ambientais diretos.

## **ESTADO DA TÉCNICA**

[002] O campo das estruturas pré-moldadas para pontes apresenta uma diversidade de soluções tecnológicas, especialmente no emprego de módulos estruturais, sistemas em arco, concretos especiais e métodos construtivos que buscam maior rapidez e segurança. Entretanto, a literatura de patentes demonstra que tais abordagens, embora avançadas, ainda não combinam de forma integrada características essenciais como montagem horizontal no solo, posterior içamento do arco completo, travamento axial por barras lisas, utilização simultânea de macrofibras sintéticas, aditivos cristalizantes e areia de rejeito de mineração, além da completa eliminação de escoramentos temporários — combinação esta que caracteriza a presente invenção.

[003] A primeira categoria de anterioridades relevantes envolve tecnologias de pontes em arco segmentadas com conexões rígidas, como descrito no documento CN111749113 A, o qual apresenta uma estrutura formada por seções pré-moldadas unidas por encaixes do tipo mortise-tenon. Embora permita uma montagem relativamente rápida, essa solução depende fortemente de reforços metálicos internos e não utiliza travamento axial por barras lisas. Além disso, não há qualquer indicação de montagem horizontal ou emprego de concretos sustentáveis com fibras e rejeito mineral, restringindo sua aplicabilidade em cenários de baixo impacto ambiental.

[004] Outra linha tecnológica contemplada no estado da técnica refere-se às estruturas em arco fabricadas com concretos de ultra-alta resistência (UHPC), como no documento CN119177603 A, que apresenta módulos de UHPC conectados por elementos de preenchimento. A solução privilegia resistência e leveza, porém não aborda o uso de agregados reciclados, macrofibras ou aditivos cristalizantes, tampouco menciona técnicas de montagem horizontal seguidas de içamento. A ausência do travamento axial por barras lisas também limita a adaptação deste modelo às condições práticas de execução presentes na invenção proposta.

[005] Entre as soluções modulares conhecidas encontram-se também pontes pré-moldadas como a descrita no CN221810519 U, que enfatiza facilidade de transporte e montagem por meio de módulos convencionais de concreto. Embora apresente modularidade, essa anterioridade não contempla estruturas em arco, não propõe travamento radial eficiente e tampouco emprega tecnologias de concreto sustentável. Sua abordagem permanece restrita a elementos lineares que não replicam o comportamento estrutural da presente invenção.

[006] Uma terceira categoria inclui tecnologias que combinam concreto com elementos metálicos inteligentes, como o documento CN115928557 A, que descreve uma estrutura híbrida composta por placas cimentícias de alta tenacidade e vigas-caixa metálicas interligadas por dispositivos telescópicos. Apesar da eficiência construtiva, tal solução depende fortemente de componentes metálicos e não aborda o comportamento em arco, nem a adoção de materiais reciclados ou métodos construtivos sustentáveis. Dessa forma, distancia-se dos princípios da presente invenção, que privilegia a redução significativa do uso de aço.

[007] Adicionalmente, o documento CN119683910 A revela o emprego de concreto reforçado com fibras de polipropileno combinado com rejeito de mineração, mas aplicado a elementos isolados e não a sistemas estruturais em arco. Não há qualquer descrição de modularidade radial, montagem horizontal, travamento por barras lisas ou interação entre diferentes aditivos e fibras. Essa anterioridade é relevante apenas no aspecto da composição material, mas não contempla a solução construtiva integrada da invenção.

[008] Outra linha apresenta sistemas contínuos de lajes pré-moldadas

conectadas por placas cimentícias, como observado no CN114525720 A. Embora demonstre preocupação com continuidade estrutural e eliminação de juntas de dilatação, essa tecnologia não tem aplicação em estruturas curvas ou arcadas e não emprega elementos sustentáveis ou estratégias de montagem de baixo impacto.

[009] O documento CN111926676 A descreve uma ponte pré-moldada composta por seções interligadas longitudinal e transversalmente com mangas metálicas e placas de cobertura. Porém, a dependência de componentes metálicos adicionais, a ausência de arco modular e a falta de travamento axial por barras lisas afastam esta solução da abordagem apresentada na presente invenção, que busca eficiência estrutural com mínima intervenção metálica.

[010] Por fim, o documento CN120401337 A discute o uso de placas ECC (compósito cimentício de alta tenacidade) como elemento de conexão para montagem sem escoramentos temporários. Embora elimine suportes provisórios, a tecnologia limita-se a elementos lineares, não envolvendo montagem horizontal de arco, travamento axial contínuo ou incorporação de resíduos minerais e fibras sintéticas de modo integrado.

[011] A comparação sistemática dessas anterioridades demonstra que nenhuma delas integra, de forma simultânea, a geometria modular em arco, o travamento axial por barras lisas, o processo construtivo horizontal com posterior içamento, e o concreto sustentável composto por macrofibras, aditivo cristalizante e rejeito de mineração. Também nenhuma anterioridade identifica ou resolve os desafios ambientais enfrentados pela construção civil, não apresentando benefícios diretos como redução de aço, economia energética ou reaproveitamento de resíduos. Por este conjunto de razões, a presente invenção distingue-se de maneira clara, cumulativa e inventiva das soluções existentes no estado da técnica.

[012] Apesar dos avanços nas tecnologias de pontes pré-moldadas, o setor ainda enfrenta desafios técnicos significativos que não foram adequadamente solucionados pelo estado da técnica. Os sistemas existentes dependem amplamente de armaduras metálicas complexas e de escoramentos temporários, elementos que elevam o custo, aumentam o tempo de execução e ampliam o impacto ambiental devido ao alto consumo energético associado à produção e instalação desses materiais. Além disso, a maioria das soluções

modulares disponíveis concentra-se em elementos lineares ou conexões rígidas que não permitem formar, de maneira eficiente, um arco estrutural capaz de trabalhar predominantemente em compressão, o que exige reforços adicionais e compromete a simplicidade construtiva.

[013] Outro problema técnico diz respeito à limitação dos métodos convencionais de montagem, que exigem equipamentos de grande porte e executam o arco diretamente na posição final, dificultando a operação em terrenos com restrições topográficas e aumentando o risco operacional. Da mesma forma, as tecnologias de concreto tradicionalmente utilizadas não integram, de maneira combinada e sinérgica, macrofibras sintéticas, aditivos cristalizantes e agregados provenientes de rejeito de mineração, resultando em materiais menos duráveis, mais suscetíveis à fissuração e incapazes de fornecer benefícios ambientais diretos.

[014] Assim, o problema técnico central consiste em desenvolver um sistema estrutural modular em arco que possa ser montado horizontalmente, posteriormente içado sem necessidade de escoramentos, e que utilize concreto sustentável, a fim de reduzir aço, diminuir o consumo energético da obra, reempregar resíduos minerários e aumentar a eficiência e a durabilidade da estrutura — características inexistentes na literatura atual.

### **OBJETIVO DA INVENÇÃO**

[015] O objetivo da presente invenção é proporcionar um sistema modular em arco para construção de pontes que supere as limitações técnicas e ambientais das soluções existentes, permitindo a execução estrutural de forma mais simples, segura e sustentável. A invenção busca viabilizar um método construtivo em que todos os blocos pré-moldados são posicionados inicialmente no solo, em montagem horizontal completa, e posteriormente içados para sua posição definitiva em arco, eliminando a necessidade de escoramentos temporários, suportes auxiliares ou grandes equipamentos de movimentação. Paralelamente, propõe-se o uso de um concreto otimizado e ambientalmente benéfico, composto por macrofibras sintéticas, aditivo cristalizante e areia proveniente de rejeito de mineração, de modo a aumentar a durabilidade da estrutura, reduzir fissuração, diminuir a permeabilidade e incorporar materiais reciclados ao processo.

[016] Com isso, a invenção tem por finalidade desenvolver um sistema capaz

de reduzir significativamente o consumo de aço, diminuir o impacto ambiental, reduzir o consumo energético da obra, e facilitar a implantação em regiões de difícil acesso, mantendo elevado desempenho estrutural e vida útil prolongada.

[017] Trata-se, portanto, de uma solução integrada que alia inovação estrutural, eficiência construtiva e sustentabilidade ambiental, compatível com os critérios de tecnologias verdes estabelecidos pela Portaria INPI/PR nº 247/2020.

### **RELAÇÃO DOS DESENHOS**

Figura 1 – Sequência de içamento e montagem do arco para diferentes vãos.

Figura 2 – Montagem horizontal do arco posicionada no solo antes do içamento.

Figura 3 – Içamento do arco utilizando equipamento de pequeno porte.

Figura 4 – bloco com encaixes e furo para barra lisa utilizados no travamento durante a montagem.

Figura 5 – Posicionamento final do arco com içamento por equipamento leve e operação com dois trabalhadores.

Figura 6 – Concretagem inicial de 1/3 da altura das cabeceiras após o posicionamento do arco.

Figura 7 – Exemplo de projeto conceitual da contenção e do sistema.

### **DESCRIÇÃO GERAL DA INVENÇÃO**

[018] A presente invenção refere-se a um sistema modular em arco para construção de pontes, concebido para permitir a montagem integral dos elementos estruturais em posição horizontal sobre o solo e o posterior içamento para a configuração final em arco, eliminando necessidades de escoramentos temporários, suportes auxiliares ou grandes movimentações de solo. O sistema é constituído por uma sequência de blocos pré-moldados de concreto (10), cada um dotado de superfícies laterais inclinadas radialmente (12), configuradas de modo a promover o autoalinhamento dos módulos durante a montagem e garantir a transferência eficiente dos esforços compressivos quando o conjunto assume sua forma definitiva.

[019] Esses blocos (10) são interligados por barras lisas longitudinais (20), inseridas através de canais internos (11) formados nos próprios módulos, permitindo um travamento axial progressivo que estabiliza o arco sem empregar armaduras metálicas internas tradicionais. A geometria radial dos blocos (10) e o mecanismo de travamento por meio das barras (20) conferem ao sistema um comportamento estrutural predominantemente em compressão, reduzindo

solicitações de tração e minimizando a necessidade de aço, o que contribui diretamente para o desempenho ambiental da solução.

[020] O concreto empregado nos blocos (10) incorpora macrofibras sintéticas de polipropileno, aditivo cristalizante e areia proveniente de rejeito de mineração, constituindo uma matriz cimentícia de alto desempenho, com maior tenacidade, menor permeabilidade, maior resistência pós-fissuração e elevado grau de durabilidade. Essa combinação de materiais permite tanto o reaproveitamento de resíduos minerários quanto a redução da extração de agregados naturais, além de proporcionar um conjunto estrutural mais longo e menos sujeito a intervenções.

[021] A montagem do sistema ocorre em duas etapas: primeiro, todos os blocos (10) são organizados e conectados em posição horizontal, possibilitando execução segura e com poucos operadores; em seguida, o conjunto é içado até atingir a curvatura projetada, momento em que ocorre o travamento final por meio das barras (20) e a concretagem das cabeceiras. Esse método reduz significativamente o consumo energético da obra, a necessidade de equipamentos de grande porte e a geração de resíduos provenientes de estruturas temporárias, promovendo construção limpa e eficiente.

[022] Assim, a presente invenção integra, de forma única, a geometria modular dos blocos (10), o travamento axial das barras (20), o processo construtivo de baixo impacto e o concreto sustentável empregado, resultando em uma solução inovadora, tecnicamente robusta e ambientalmente alinhada aos critérios de tecnologias verdes estabelecidos pelo INPI.

[023] A presente invenção proporciona uma série de benefícios ambientais diretos, resultantes tanto da natureza dos materiais utilizados quanto do método construtivo adotado. O uso de areia proveniente de rejeito de mineração como agregado alternativo representa uma destinação ambientalmente adequada de resíduos, reduzindo a necessidade de extração de recursos naturais e contribuindo para a mitigação de passivos ambientais associados à atividade minerária. Tal substituição parcial de agregados naturais evita a degradação de leitos de rios e áreas de empréstimo, além de reduzir a pressão sobre cadeias produtivas intensivas em impacto ecológico.

[024] Outro benefício direto decorre da redução substancial do consumo de aço, uma vez que o sistema elimina a necessidade de armaduras internas

complexas e de estruturas temporárias de escoramento. Essa diminuição tem efeito imediato sobre a pegada de carbono da construção, considerando que a produção siderúrgica é uma das atividades industriais de maior emissão de CO<sub>2</sub>. A estratégia construtiva proposta, baseada na montagem horizontal seguida de içamento, também reduz o uso de máquinas pesadas, resultando em menor consumo de combustível, menos emissões atmosféricas e menor ruído ambiental no canteiro.

[025] Adicionalmente, a composição do concreto dos blocos (10), contendo macrofibras sintéticas e aditivo cristalizante, confere maior impermeabilidade e durabilidade à estrutura, prolongando sua vida útil e reduzindo a frequência de intervenções e reparos. Esse aumento da longevidade estrutural diminui, ao longo do ciclo de vida da ponte, o consumo de novos materiais, a circulação de maquinário e a geração de resíduos, configurando benefício ambiental cumulativo e mensurável. A eliminação de escoramentos temporários contribui ainda para a redução de resíduos provenientes de madeira ou aço descartado após o uso.

[026] O Concreto de alta resistência empregado nos blocos do sistema, compreende de 4kg a 6kg de macrofibra sintética estrutural de polipropileno, adição de 0,8 a 1,2% sobre o peso de cimento de aditivo cristalizante e substituição de 30 a 50% do agregado miúdo total por areia proveniente de rejeito de mineração.

[027] Assim, os benefícios ambientais da invenção são diretos, resultantes da própria concepção técnica do sistema e alinhados às categorias de Gerenciamento de Resíduos e Conservação de Energia do Anexo II da Portaria INPI/PR nº 247/2020, demonstrando claramente o enquadramento da tecnologia como Patente Verde.

[028] A presente invenção oferece um conjunto de vantagens e efeitos técnicos que resultam diretamente da integração entre o sistema modular em arco, o processo construtivo simplificado e a composição do concreto empregada. Uma das principais vantagens decorre da própria geometria radial dos blocos (10), que permite o autoalinhamento por meio das superfícies inclinadas (12) durante a montagem e garante que o arco trabalhe predominantemente em compressão após o içamento. Essa característica reduz solicitações de tração, possibilita a eliminação de armaduras internas convencionais e confere ao sistema maior

estabilidade estrutural, mesmo sem o uso de dispositivos de escoramento temporário. O travamento axial proporcionado pelas barras lisas (20) assegura contenção eficiente dos módulos, distribuindo esforços de forma uniforme e aumentando a confiabilidade estrutural.

[029] Outro efeito técnico relevante é a eficiência do método de montagem. A possibilidade de formar o arco completamente no solo, com os blocos (10) alinhados pelos encaixes inclinados (12) e travados preliminarmente pelas barras (20), diminui o risco operacional, aumenta a segurança dos trabalhadores e reduz a necessidade de equipamentos de grande porte, permitindo execução com mão de obra reduzida e máquinas leves. Esse procedimento simplifica a logística de obra, amplia a aplicabilidade do sistema em regiões de difícil acesso e diminui o tempo total de execução.

[030] O concreto empregado nos blocos (10) apresenta desempenho superior devido à combinação entre macrofibras sintéticas, aditivo cristalizante e areia proveniente de rejeito de mineração, resultando em maior tenacidade, menor permeabilidade, maior resistência à fissuração e vida útil prolongada. A sinergia entre esses materiais proporciona melhor comportamento pós-fissuração, reduz absorção de água e melhora a durabilidade da estrutura quando comparada a concretos convencionais ou a sistemas que utilizam fibras ou aditivos isoladamente.

[031] De forma integrada, todos esses elementos — os blocos (10) com superfícies inclinadas (12) e canais internos (11), as barras lisas longitudinais (20) e o concreto sustentável empregado — conferem à invenção maior eficiência estrutural, maior confiabilidade mecânica, menor necessidade de manutenção, adaptabilidade a diferentes condições topográficas e possibilidade de construção rápida com menor interferência no ambiente, consolidando-se como uma solução tecnicamente superior às práticas hoje encontradas no estado da técnica.

## REIVINDICAÇÕES

1. **Sistema modular em arco para construção de pontes, caracterizado por** por ser compreendido por uma pluralidade de blocos pré-moldados de concreto (10) dispostos radialmente, apresentando superfícies laterais inclinadas (12) configuradas para alinhamento automático durante a montagem, e por serem conectados entre si por barras lisas longitudinais (20) inseridas em canais internos (11) correspondentes.
2. **Sistema**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por os blocos (10) serem montados inicialmente em arranjo horizontal sobre o solo antes do içamento.
3. **Sistema**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por as barras lisas (20) fornecerem travamento axial contínuo distribuído ao longo dos blocos (10).
4. **Sistema**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a geometria radial dos blocos (10), cujas superfícies inclinadas (12) promovem distribuição de esforços predominantemente em compressão, reduzindo a necessidade de armaduras internas metálicas.
5. **Sistema**, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por as barras lisas (20) permitirem deslocamento axial controlado durante a montagem horizontal dos blocos (10).
6. **Sistema**, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o travamento definitivo das barras lisas (20) ocorrer nas cabeceiras após o içamento do arco.
7. **Método de construção de ponte em arco**, utilizando o sistema de acordo com a reivindicação 1, compreendendo as etapas de:
  - a) montar horizontalmente sobre o solo uma pluralidade de blocos pré-moldados (10) com superfícies inclinadas (12) e posicionamento radial;
  - b) inserir barras lisas longitudinais (20) ao longo dos canais internos (11) dos blocos (10), proporcionando travamento axial preliminar;
  - c) elevar o conjunto previamente montado para a posição final, formando configuração em arco;
  - d) realizar a fixação das extremidades do arco e a subsequente concretagem

das cabeceiras.

8. **Método**, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado por** a montagem horizontal permitir inspeção completa e ajuste prévio do alinhamento dos blocos (10) antes do içamento.

9. **Bloco modular pré-moldado para sistema de arco**, **caracterizado por** ser compreendido por corpo de concreto dotado de superfícies laterais inclinadas (12) para encaixe radial e de canais internos (11) configurados para passagem das barras lisas longitudinais (20).

10. **Bloco**, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado por** ser fabricado com concreto contendo macrofibras sintéticas de polipropileno.

11. **Bloco**, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado por** conter aditivo cristalizante na matriz cimentícia.

12. **Bloco**, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado por** utilizar areia proveniente de rejeito de mineração como agregado parcial ou total.

13. **Concreto de alta resistência empregado nos blocos do sistema**, conforme definido na reivindicação 1, **caracterizado por** compreender 4kg a 6kg de macrofibra sintética estrutural de polipropileno, adição de 0,8 a 1,2% sobre o peso de cimento de aditivo cristalizante e substituição de 30 a 50% do agregado miúdo total por areia proveniente de rejeito de mineração.

**DESENHOS**

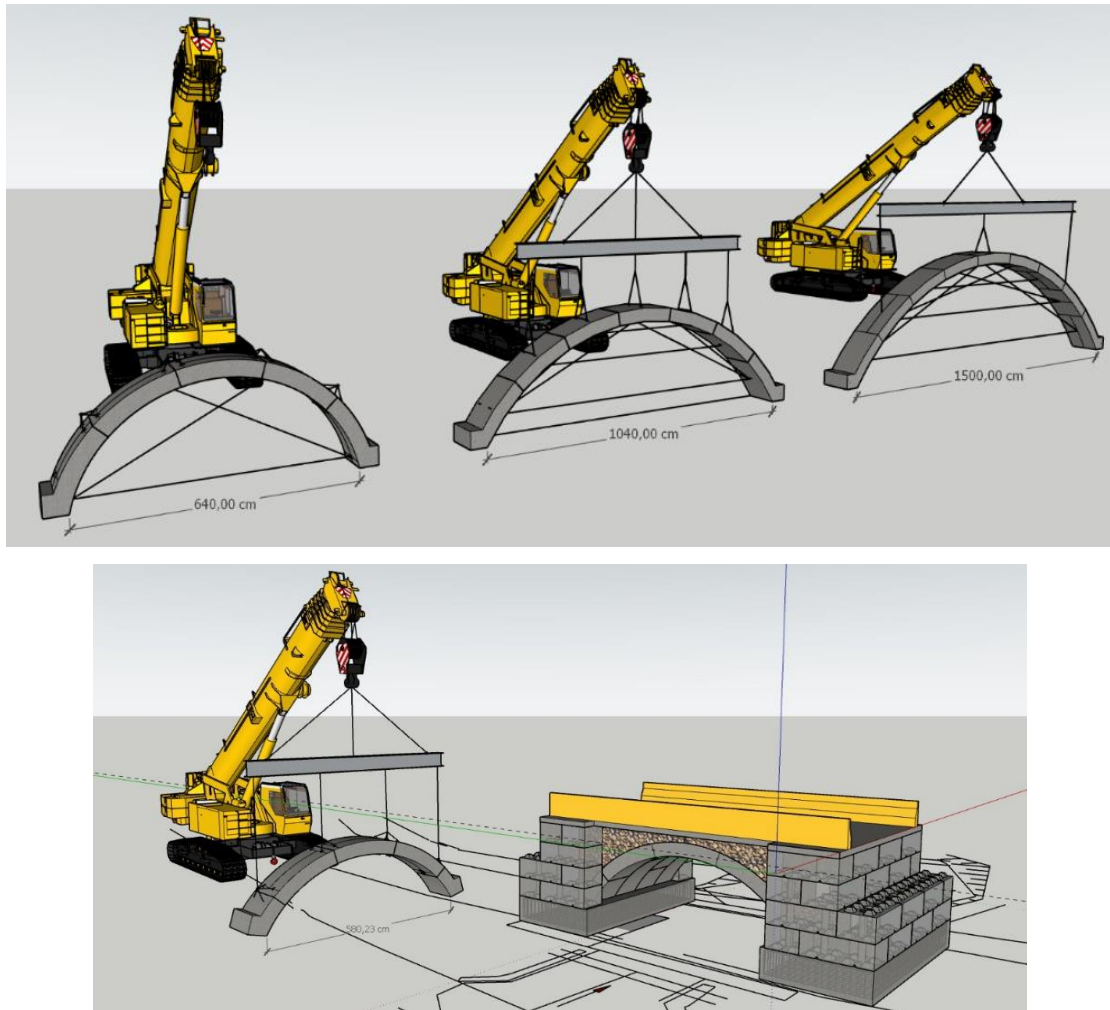


Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



Figura 5



Figura 6

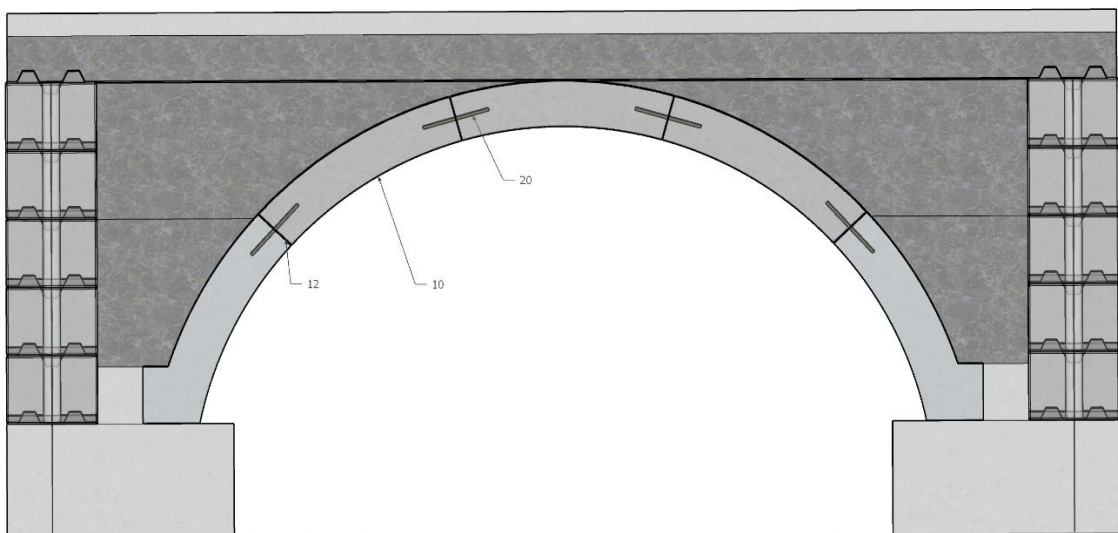


Figura 7

## RESUMO

### **SISTEMA MODULAR EM ARCO PRÉ-MOLDADO PARA CONSTRUÇÃO DE PONTES UTILIZANDO CONCRETO DE ALTA RESISTÊNCIA REFORÇADO COM MACROFIBRAS, ADIÇÃO DE ADITIVO CRISTALIZANTE E REJEITO DE MINERAÇÃO**

A presente invenção refere-se a um sistema modular em arco para construção de pontes pré-moldadas formado por blocos pré-moldados de concreto dotados de superfícies de contato inclinadas radialmente e interligados por barras de transferência lisas longitudinais, permitindo montagem horizontal integral no solo e posterior içamento para a posição final em arco, eliminando totalmente a necessidade de escoramentos temporários e reduzindo o uso de maquinário pesado. O concreto empregado integra areia proveniente de rejeito de mineração, macrofibras sintéticas de reforço e aditivo cristalizante, resultando em substituição parcial de agregados miúdos naturais, redução do consumo de aço estrutural e maior impermeabilidade e durabilidade do conjunto. A solução proporciona redução de emissões de CO<sub>2</sub> associadas à produção de aço, menor consumo energético durante a execução da obra, destinação ambientalmente adequada de resíduos minerários e menor necessidade de manutenção ao longo da vida útil da estrutura. A invenção aplica-se à construção de pontes de vãos pequeno e médio, oferecendo montagem rápida, segura e sustentável.