Nova Geração de Cubas em Betão

CANDIDATURA AO PRÉMIO INOVAÇÃO JOVEM ENGENHEIRO 2021

promovido por

ORDEM DOS ENGENHEIROS DA REGIÃO SUL

Autor:
Tatiana Costa Ferreira Sá Marques

ÍNDICE

Síntese Do Projeto 2

1. Enquadramento do Projeto 2

2. Objetivos Alcançados com as Cubas WiseShape 4

3. Fundamentação Técnica De Base 5

4. Fundamentação De Mercado 6

5 – Desenvolvimento do Projeto 7

6 Divulgação de resultados 16

7 Produtores parceiros 22

Síntese Do Projeto

O presente projeto – Nova geração de cubas em betão - visou desenvolver a tecnologia de produção de um betão de elevado desempenho e a sua aplicação específica a cubas de fermentação e armazenamento de vinho. A estratégia do projeto foi orientada para a diferenciação do seu sector, apresentando cariz inovador assente em três pilares essenciais: inovação no material (Wise Material), inovação tecnológica a cubas de vinificação (Wise Technology) e obtenção de design versátil e otimizado (Wise Design).
O carácter inovador do projeto encontra-se patente ao nível do material, da sua aplicação e tecnologia. O novo betão, obtido com recurso a pozolanas em substituição parcial do cimento, com características compatíveis com a utilização em meios ácidos e em produtos alimentares, apresenta claras vantagens relativamente a qualquer tipo de solução existente: incorporação da capacidade de oxigenação passiva do vinho numa forma calculável, com as vantagens dos regimes de micro-oxigenação ativos, inexistentes nas cubas de INOX, aproximando o comportamento enológica das cubas WiseShape à madeira (condições de permeabilidade ao ar de referência); apresentação de resistência mecânica e durabilidade superiores a qualquer outro material com ligante cimentício, nomeadamente betão convencional, sendo simultaneamente mais eco-eficientes e possuindo maior facilidade de manutenção e limpeza. Tirando partido das características do material, conceberam-se cubas WiseShape com espessuras muito reduzidas e de elevada esbelteza (até cinco vezes menores do que as cubas de betão convencional existentes no mercado), facilitando o transporte, e possuindo ainda *design* versátil e adaptável à medida do cliente.
Não existam no mercado cubas de vinificação que satisfaçam na sua plenitude as condições enológicas ideais a custos competitivos, daí o impacto inovador importante na aplicabilidade da tecnologia dos materiais à produção de vinho, dois sectores estratégicos importantes em Portugal, a que não é alheio o impacto no sector do turismo e enoturismo.
O impacto das variáveis intrínsecas e extrínsecas que afetam o processo de envelhecimento do vinho - temperatura, o oxigénio dissolvido e o potencial redox, evolução do pH e da cor, são fundamentais nas soluções tecnológicas adequadas ao controlo e otimização do processo enológico. Foi objetivo do projeto o conhecimento detalhado dos fatores que influenciam a velocidade de envelhecimento e a qualidade do vinho final que permitem a otimização do processo de produção, a obtenção de períodos de envelhecimento mais reduzidos com redução de *stocks* vínicos aos longos períodos do processo de envelhecimento. Procurou-se assim reinventar um método de vinificação muito antigo, tanto para fermentação de mostos como para envelhecimento do vinho, aliando os conhecimentos enológicos aos da tecnologia dos materiais, com a apresentação de uma cuba construída em betão de elevado desempenho e que constitui uma alternativa ao uso de barricas de carvalho ou de cubas de inox.
O produto final é diferenciador no segmento de mercado alvo: as instalações vinícolas de produção de vinho.
A sustentabilidade do desenvolvimento do projeto é assegurada por uma empresa criada para o efeito: a Wise Shape.

1. Enquadramento do Projeto

A rentabilização do processo de produção e envelhecimento do vinho, pela redução de custos através da sua otimização, depende do conhecimento do impacto de variáveis associadas ao processo de produção como composição química inicial do vinho, temperatura e oxigénio dissolvido, da melhoria da evolução físico-química do vinho e sua correlação com as características sensoriais. Para atingir estes objetivos é necessário o ajuste das condições de envelhecimento por atuação com novos materiais inovadores, que permitam a substituição das cubas de inox ou barricas de madeira.
No atual sector da indústria de vinhos, a fermentação e armazenamento vínicos são feitos maioritariamente em cubas de INOX. As cubas de INOX são as mais correntes em todo o mundo pois apresentam as vantagens de fácil higienização e transporte devido ao seu peso reduzido. A sua divulgação surgiu com o aparecimento

dos vinhos do novo mundo (Chile, Argentina, Austrália e Nova Zelândia), associados às grandes produções e aos designados "vinhos tecnológicos". No entanto, possuem algumas desvantagens: inexistente permeabilidade ao vapor de água, impedindo a micro-oxigenação do vinho, fator que pode ser importante na maturação do vinho (as trocas gasosas de ar durante a fermentação conferem uma oxidação ligeira, com o consequente aparecimento do etanal, promovendo assim estabilidade da cor, dos aromas e da estrutura do vinho, através de um fenómeno de polimerização entre antocianas e taninos); elevado impacte ambiental associado ao material aço; falta de versatilidade de formas; desempenho térmico reduzido (o controlo da temperatura é feito através de serpentinas de aquecimento e refrigeração que implicam consumos elevados de energia). A micro-oxigenação pode ser feita através da entrada controlada de ar introduzido por uma bomba. No entanto, os resultados nem sempre são os pretendidos devido à localização pontual e estanque da entrada de ar, e ainda, devido à falta de controlo na dissolução do ar, que depende da pressão e da temperatura.

O armazenamento dos vinhos em elementos de madeira (tonéis ou barricas) é recurso corrente para os vinhos de "topo de gama", sendo que os vinhos normalmente mais valorizados e pontuados nos *media* são vinhos brancos e tintos estagiados em madeira. Apesar da difícil higienização, esta solução é amplamente usada na Europa para produção de volumes de vinho relativamente reduzidos devido aos custos associados ao uso de carvalho Francês e carvalho Americano. O estágio em madeira, para além de estabilizar a cor, melhora substancialmente a estrutura e complexidade sensorial, pelo que também aumenta significativamente o valor comercial dos vinhos. A porosidade da madeira é uma das propriedades mais importantes responsável por esta escolha pois permite a micro-oxigenação a uma taxa reduzida, isto é, funciona como um micro-oxigenador "ideal", à qual se atribui o "equilíbrio" dos vinhos a nível aromático, fixação da cor e "arredondamento" dos taninos.

Apesar dos valores da permeabilidade da madeira serem muito variáveis, os estudos recentes de Yang (2015) não se afastam dos indicados por Ribéreau-Gayon em 1933: a quantidade de oxigénio transmitido em média, OTR, através das paredes de uma barrica (225 litros de capacidade), situa-se entre 15 a 30 mg/lt/ano após 15 dias de colocação em barrica, mas com valores médios de OTR de 0,12 mg/lt/dia nos primeiros 15 dias. Estes valores dependem do grão da madeira, da quantidade de líquido e grau de colmatação da madeira da barrica. Considera-se como referência o valor indicativo de 2,4 mg de ar/lt/mês, nas barricas de madeira nova com 225 litros de capacidade.

Tradicionalmente, verifica-se que os compostos fenólicos, responsáveis pela cor, corpo e adstringência dos vinhos, por vezes originam descritores menos positivos como é o caso do amargor, adstringência e a acidez (como é o caso dos taninos gálicos), que para além de terem um sabor ácido são ligeiramente adstringentes e muito amargos; quando presentes em meio ácido, a sua hidrólise produz ácido gálico, que por vezes aparece em vinhos estagiados em madeira. Os taninos elágicos estão presentes em madeira em teores elevados e a sua complexa estrutura molecular, pode ser um grande contributo para a estrutura do vinho, em particular do vinho jovem. São taninos adstringentes, que facilmente se hidrolisam em meio ácido, e que em excesso podem ser negativos, dando origem ao sabor a "tábua, ripa".

Uma vez que as barricas são um investimento significativo e por esse motivo usadas para vinhos de gama superior, existem alguns cuidados a ter antes de colocar um vinho a estagiar nestas cubas: despistagem da levedura *Dekkera/Brettanomyces sp*, uma análise geral ao vinho (etanol, ac. Volátil, pH<3,60, açúcares residuais, málico, etanal e SO_2 livre). Sendo a barrica um material nobre para uso alimentar, é de extrema importância o seu bom estado de higiene, uma vez que a madeira de carvalho apresenta uma grande sensibilidade a uma variedade de produtos de higiene, que por sua vez no mercado, já são reduzidos. De forma a preservar a estrutura da madeira, a sua desinfeção deve ser efetuada através do uso de detergentes alcalinos suaves, e através de processos físicos, nomeadamente vapor de água e água quente, a fim de reduzir o risco de contaminações microbiológicas (Brett e higienização do processo). A lavagem é considerada um processo crítico, que vai lixiviar inúmeros compostos que poderiam contribuir para o enriquecimento do vinho. Quantos mais ciclos de lavagem e mais violentos forem, menor será o período de vida útil da barrica.

Apesar de atualmente ser escassa a utilização do betão convencional como material constituinte de cubas de fermentação e armazenamento de vinho, bons resultados enológicos têm sido comprovados com a sua

utilização, nomeadamente em Bordéus, na Alsácia e na Califórnia. As cubas WiseShape apresentam *design* moderno, adaptável à medida do cliente e, tirando partido do elevado desempenho de resistência e durabilidade.
O melhor desempenho térmico do que qualquer betão convencional, devido à configuração da própria matriz do material, permite maior constância de temperatura do vinho, condição essencial para a manutenção das suas propriedades fenólicas e sensoriais, reduzindo simultaneamente os consumos energéticos (Stahl et al, 2012; Buratti et al, 2014) em sistemas de refrigeração e conferindo mais sustentabilidade ambiental e económica.
Comparando a solução das cubas WiseShape com as de INOX ou as de madeira, realçam-se as seguintes vantagens: colmatação das lacunas da ausência de micro-oxigenação (o INOX é impermeável ao ar), com a incorporação, através da inovação na engenharia dos materiais, de uma permeabilidade ao oxigénio que permitirá regimes ideais de oxigenação sem mecanismos ativos; obtenção de melhor desempenho térmico e possibilidade de maior versatilidade na forma e no *design*. A solução das cubas WiseShape potencia a produção de vinhos de gama superior, geralmente associados ao estágio em madeira, sem adicionar os aromas e sabores da madeira.
O carácter inovador das cubas traduz-se também na apresentação de fichas técnicas de produto associadas, com especificação e quantificação de parâmetros relevantes caracterizadores da composição química do material e parâmetros higrotérmicos tais como a permeabilidade ao ar/vapor de água. A apresentação da informação introduzida nas fichas técnicas faz deste projeto um projeto pioneiro no mercado do sector.
As emissões de $C0_2$ associadas ao cimento são significativas. No entanto o betão que constitui as WiseShape é uma solução estrutural com grande durabilidade e com menor impacte ambiental que o betão armado convencional ou os betões de elevado desempenho UHPC, *Ultra High Performance Concrete* existentes no mercado: existe uma substituição parcial do cimento por areias ultrafinas siliciosas. A utilização de metacaulino como elemento de características pozolânicas possibilitou a redução da quantidade de cimento, melhorando simultaneamente a resistência química ao contacto com o meio de pH ácido do vinho. Este reduziu também as migrações de cálcio para o vinho, que poderiam fazer subir consideravelmente o pH..
Este projeto enquadra-se no ramo da Engenharia Civil, com a integração de conhecimentos de diferentes especialidades: materiais, estruturas e mecânica de fluidos. O objetivo da aplicação à indústria vínica implica a definição dos objetivos a alcançar neste setor.

2. Objetivos Alcançados com as Cubas WiseShape

Pode-se analisar os objetivos alcançados através da avaliação da solução definida no que respeita ao material, à forma e ao produto final.
MATERIAL
O novo material foi obtido a partir das soluções existentes do mercado de betões de elevado desempenho UHPC comerciais, sendo a mais conhecida a marca patenteada DUCTAL, reduzindo a sua quantidade de cimento através da substituição parcial por metacaulino, de modo a conferir maior eficiência ambiental, e incorporar na sua composição sílica com hidrofobicidade e porosidade controladas, devido à manipulação da energia de superfície, possibilitando a repelência de água sem obstrução da matriz porosa dos materiais. Deste modo, obteve-se a sua aplicação específica à indústria enológica. Este material apresenta as seguintes vantagens:

- Vida útil e durabilidade superiores, com elevada resistência aos agentes agressivos externos, quando comparado com os betões convencionais. O tempo de serviço prolongado resulta num menor custo associado a manutenção, conferindo uma maior sustentabilidade (Prisco *et al.*, 2014), (Voo *et al.*, 2010);
- Eliminação parcial de armaduras ordinárias de flexão e esforço transverso devido à resistência melhorada à tração (Voo *et al.*, 2006);

- Betão auto-compactável, com secções mais reduzidas, com menor consumo de material e maior facilidade de transporte, redução de mão-de-obra associada na montagem dos elementos pré-fabricados (Cheyrezy,1995);
- Valor estético acrescentado com formas mais arrojadas e versáteis das estruturas devido à elevada resistência e ductilidade (Acker *et al.* 2004).

As vantagens acima apresentadas basearam-se nos itens seguintes:

- Composição com boas propriedades de fluidez e de trabalhabilidade, e com valores mínimos da percentagem de cimento mantendo o desempenho requerido;
- Incorporação de elementos de sílica, de hidrofobicidade controlada, para aumentar a permeabilidade do compósito cimentício ao ar/vapor, garantindo a redução na absorção de fluidos ao longo do tempo;
- Caracterização das propriedades reológicas, físicas, higrotérmicas e mecânicas nos estados fresco e endurecido;
- Análise de durabilidade, com caracterização experimental, garantindo a resistência aos agentes agressivos externos ao longo do tempo;
- Avaliação da segurança alimentar, garantindo a inocuidade do material quando em contacto com vinho;
- Avaliação dos parâmetros enológicos, fitoquímicos e sensoriais dos vinhos controlo e envelhecido em cubas protótipo.

3. Fundamentação Técnica De Base

Existem no mercado soluções de fermentação e armazenamento de vinho que passam por cubas de INOX, barricas e toneis de madeira e as cubas pré-fabricadas de betão armado convencional. Ainda que os últimos não sejam fabricados em Portugal, estes constituem a solução mais próxima, ainda que totalmente distinta, da solução que se pretende desenvolver com o atual projeto. Efetivamente, as cubas pré-fabricadas em betão armado tradicional apresentam espessuras significativamente mais elevadas (aproximadamente 15 cm) do que as espessuras que se obtiveram com o novo material (7 cm), motivadas pela baixa resistência mecânica quando comparados com betão de elevado desempenho, tornam-se equipamentos substancialmente mais pesados e mais difíceis para transporte e colocação nas adegas de produção de vinho. A limitada durabilidade associada à elevada porosidade, menor densidade da matriz constituinte, deficiente acabamento superficial, com consequências estéticas, durabilidade e manutenção, bem como necessidade de colocação de elevadas percentagens de armaduras de aço para obtenção de ductilidade e controlo de fendilhação, constituem desvantagens facilmente observáveis face ao material de ultraelevado desempenho e ecoeficiente que se desenvolveu no presente projeto.
Fundamentam-se assim as seguintes características inovadoras:
1- Incorporação de pozolanas e agregados ultrafinos de sílica: a inovação prende-se com a substituição parcial do cimento, associando em simultâneo os requisitos requeridos para a aplicação às cubas de vinificação e à sua pré-fabricação.
2 – Forma de cubas de espessura ultrafina – não existem em Portugal empresas que produzam cubas em materiais cimentícios pré-fabricadas. No mercado internacional existem soluções em betão e betão armado corrente com espessuras mínimas de 10 a 15 cm, sem especificação da composição química e características de permeabilidade (ausência de fichas técnicas quantitativas destes parâmetros).
O conceito é inequivocamente diferenciador no segmento da sua abordagem: não existe, no mercado atual, a comercialização de cubas para armazenamento e fermentação de vinho e envelhecimento do vinho com as características das cubas que se pretende produzir, isto é, que satisfaçam as mais recentes exigências enológicas e que trarão uma mais-valia ao mercado de produção de vinho. Com grande expressão no panorama nacional e mundial, o mercado de exportação de vinho português corresponde a 725 milhões de

euros, ocupando a 9ª posição no ranking do comércio internacional do vinho (dados retirados do Instituto do Vinho e da Vinha do Ministério da Agricultura).
Encontrando-se o mercado de produção de vinho em franca expansão, com aumento crescente do número de produtores e adegas, justifica-se pujantemente a introdução no mercado de uma solução de produção de cubas que contribuirá para uma melhoria significativa da qualidade do vinho produzido, sem tradução no aumento no custo de produção, constituindo uma proposta de valor acrescentado na economia nacional.
Reconhecendo a indubitável relevância de desenvolvimento e inovação de produtos adequados às exigências do mercado, o presente projeto apresenta uma estratégia orientada à diferenciação do seu sector.
A cuba desenvolvida apresenta as seguintes características: a) espessura muito reduzida; b) permeabilidade ao vapor de água adequada; c) requisitos de resistência, higrotérmica e durabilidade adequados; d) requisitos de segurança alimentar; e) requisitos de desempenho enológico.

4. Fundamentação de Mercado

4.1. Betão De Elevado Desempenho

Existem no mercado alguns fabricantes de betões UHPC patenteados, com adição de fibras nas matrizes. Em todas as marcas a sua aplicação é limitada em painéis de fachada e elementos estruturais pré-fabricados como vigas e pilares. Não existem aplicações indicadas para cubas de armazenamento de vinho, nem recomendação para utilização no armazenamento de produtos alimentares/bebidas alcoólicas. Algumas das principais marcas são:
a) DUCTAL -O betão reforçado com fibras com a marca Ductal é um dos UHPC mais comercializados nos EUA e pertence à empresa francesa Lafarge. A fabricação rege-se pelo princípio de minimizar potenciais aspetos que degradem o material, nomeadamente a micro-fendilhação e espaços entre os poros, de modo a incrementar a sua durabilidade. De acordo com os valores fornecidos no site institucional, este UHPC fornece uma resistência à compressão 6 a 8 vezes superior aos betões tradicionais e uma resistência à tração 10 vezes superior aos betões comuns. De acordo com (Fernandes, 2015), a percentagem de acessibilidade da água aos poros deste UHPC é entre 1,5 e 6, enquanto um betão convencional é entre 12 e 16 e a profundidade de carbonatação é inferior a 0,1 mm, enquanto num betão convencional é 10 mm, garantindo assim uma maior durabilidade. Apesar da DUCTAL® oferecer vários tipos de UHPC, de acordo com (Dallaire et al., 1998) não é observada a substituição de cimento por subprodutos, pelo que a eficiência ambiental é bastante limitada. A gama de cores oferecidas varia entre o cinzento claro e o preto.
b) CERACEM - Esta marca comercializa um UHPC auto-compactável e foi desenvolvido pela Eiffage desde 1996 e em parceria com a Sika desde 2000. De acordo com (Abdelrazing, 2008) a porosidade à água aos 28 dias é da ordem de 3,6 % e a permeabilidade aos gases (segundo norma interna da Sika) é 10-18 m2. As fibras utilizadas podem ser metálicas ou sintéticas, ocupando um volume entre 2% a 4%. Em obras efetuadas foi possível atingir resistências à compressão da ordem dos 200 MPa, resistência à tração de 9 MPa e módulo de elasticidade de 70 GPa. Este material foi utilizado em pontes rodoviárias e com fins decorativos de fachadas (Ponte 7 em Villepinte, 2003), cascas pré-esforçadas (cobertura das portagens da ponte Millau, 2004), entre outros.
c) BCV - Béton Composite Vicat, utiliza somente fibras metálicas na sua composição. De acordo com o seu site institucional, a resistência à compressão situa-se entre 130-200 MPa, a resistência à tração é 10 MPa e o módulo de elasticidade é 44 GPa. Não existe qualquer referência há existência de subprodutos industriais na sua composição.
Relativamente às marcas comerciais existentes no mercado, apresentadas anteriormente, pretende-se inovar através de: substituição significativa de cimento por cinzas volantes, sílica de fumo e metacaulinos, melhorando assim sustentabilidade ambiental e económica; garantia dos valores de referência de

permeabilidade ao vapor e condutibilidade térmica, mantendo a impermeabilidade a fluidos, essencial para garantir a estanquidade das cubas quando em contacto com o vinho.

4.2. Cubas de Vinificação

As empresas mais conhecidas do mercado que produzem e comercializam cubas de betão armado pré-fabricadas são:

a) Nico Velo- Produz cubas de betão armado para vinho com espessuras de parede entre 11 e 15 cm. Aproveitou as características térmicas do betão e incorporou um conjunto de serpentinas para a circulação de água ou glicol entre as temperaturas de +5º e +45ºC, tendo registado a patente deste sistema. Outra bandeira da empresa é a tecnologia ZED (onde também registou patente), com introdução de inversores de polaridade que contrariam os potenciais campos magnéticos criados pela armadura, indo desta forma ao encontro da vinificação biodinâmica.

Nomblot	Empresa líder mundial de vendas de cubas de betão armado. São construídas em monobloco de betão armado vibrado. Aposta na instalação de cubas dimensionadas de acordo com capacidade definida pelo cliente, e em betão sem aditivos como garantia enológica.
Sonoma Cast Stone	Produz objetos pré-fabricados de betão armado para a construção e decorativos, incluindo cubas para vinho. Recorre à incorporação de resíduos de papel, vidro e cerâmicos na produção do betão. A bandeira desta empresa é a reciclagem e anuncia a incorporação de pozolanas e cinzas volantes em substituição até 30% do cimento Portland. Na construção utiliza diferentes tipos de betão colocados por camadas.
Vino Vessels	Empresa americana que produz cubas de betão armado com betão sem aditivos.

Existem na bibliografia avanços tecnológicos em betão de ultraelevado desempenho, contudo nenhum apresenta os requisitos enológicos pretendidos. Além de um novo material, o projeto consiste numa nova aplicação do betão, com menor percentagem de cimento e propriedades de hidrofobicidade que permitirão obter com permeabilidade ao vapor próximo do valor alvo (valor de referência da madeira). O presente projeto apresenta características inovadoras a nível nacional e internacional. As cubas serão diferenciadoras no segmento de mercado alvo: as instalações vinícolas. O registo do produto final/*design* da cuba já foi feito.

5 – Desenvolvimento do Projeto

5.1 Características do material

Composição química

Na figura 1 apresenta-se a composição química do betão desenvolvido, obtida por espectroscopia de fluorescência de raios X (RFX).

Sum of concentrations: 63.0460 %

Compounds report:

Report name	Result	Unit	Status
Fe2O3	0.193	%	
ZnO	46.7	ppm	
Cm	! 0.0	ppm	
TiO2	0.112	%	
ZrO2	100.9	ppm	
Cl	171.5	ppm	
Rb2O	21.2	ppm	
SrO	118.4	ppm	
Al2O3	2.399	%	
SiO2	33.139	%	
CaO	25.422	%	
MgO	0.159	%	
Na2O	389.3	ppm	
K2O	0.293	%	
P2O5	154.4	ppm	
SO3	1.230	%	

Figura 1. Composição química do betão

Microestrutura

Na figura 2 apresenta-se a microestrutura de uma amostra de betão obtida por fotografia de elevada resolução da observação por microscópio. A dimensão média máxima dos microporos é de 57 µm e a dos macroporos de 142 µm.

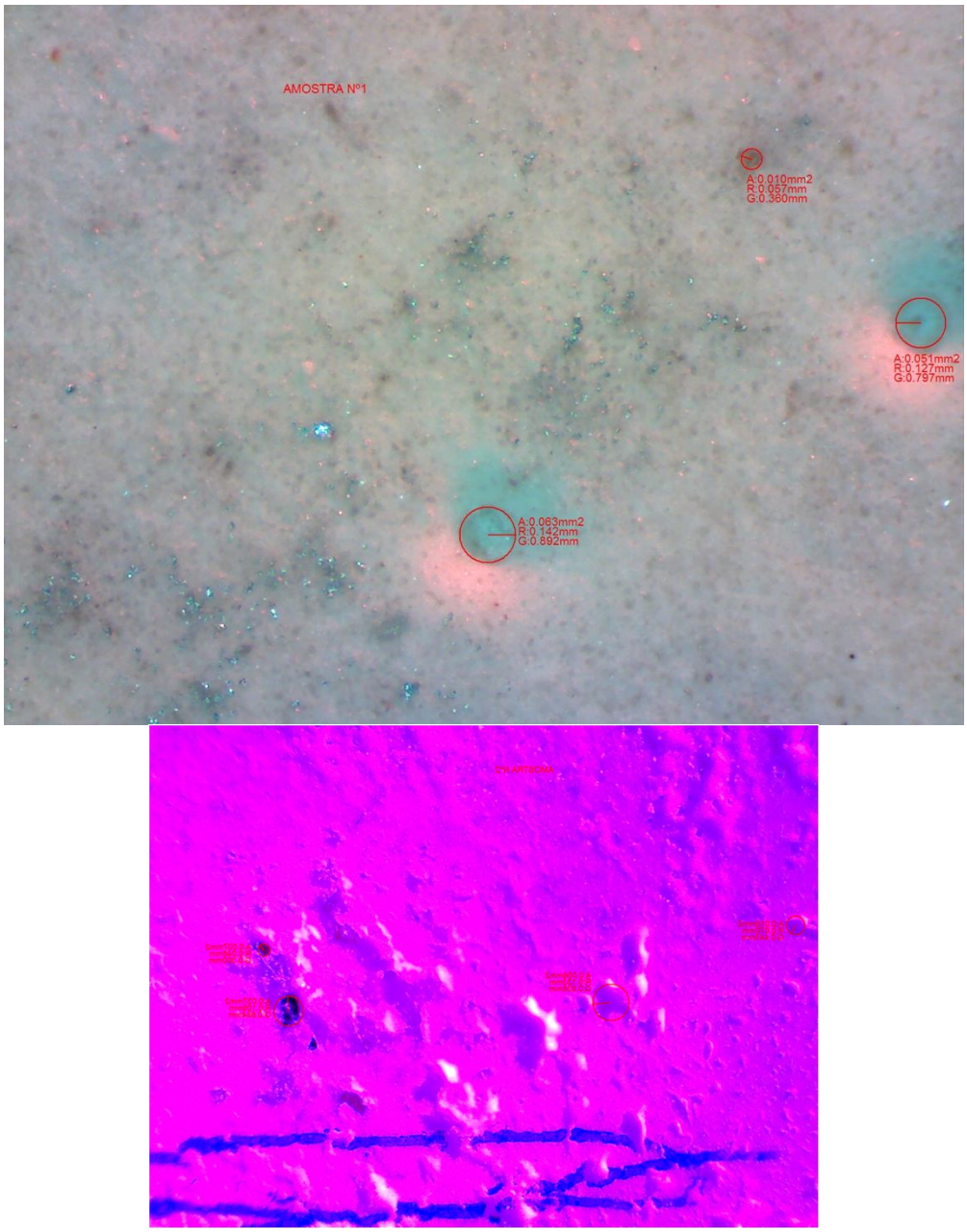


Figura 2. Dimensão dos microporos do betão

<u>Coeficientes de avaliação higrotérmicos</u>
Coeficiente de Permeabilidade ao vapor π [kg/(m.s.Pa) x 10^{-12}] situa-se entre 3 e 6.
Porosidade aparente de 11%

<u>Migração de metais e aminas aromáticas</u>
Na figura 3 consta um exemplo de resultados analíticos dos testes de migração realizados na amostra do material. Os ensaios de migração foram realizados em simulador alimentar de acordo com as disposições do Regulamento EU 1245/2020 (Anexo V ponto 2.1.6).
O material é válido ao uso repetido se, considerando que o valor médio detetado e a incerteza dos dados, a migração no segundo ensaio não ultrapassar o nível observado no primeiro e a migração no terceiro

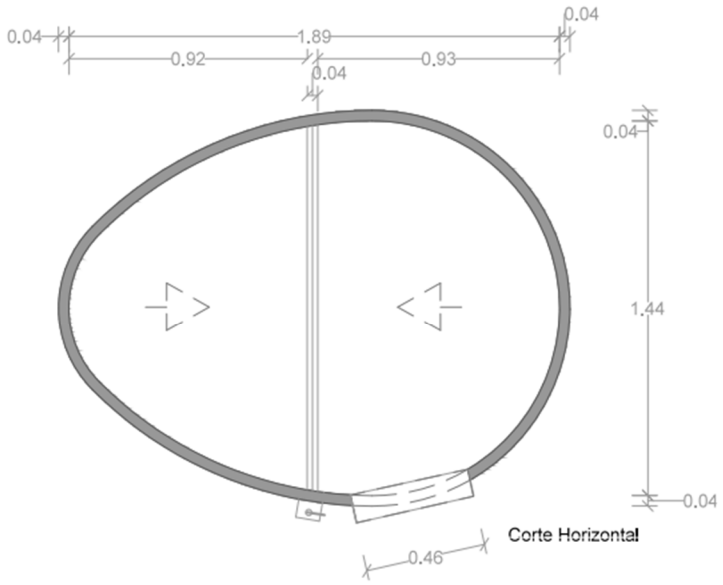
ensaio não ultrapassar o nível observado no segundo ensaio (MG3<MG2<MG1 e ME3<ME2<ME1) para avaliação da estabilidade. O resultado de cada migração global em qualquer caso, deve ser inferior ao limite legal estabelecido pelo Regulamento (EU) 10/2011, (<10 mg/dm^2) para materiais e objetos plásticos destinados ao contacto com alimentos.
De referir que não existe regulamentação específica para materiais cimentícios, pelo que se recorreu à regulamentação existente dos materiais plásticos.

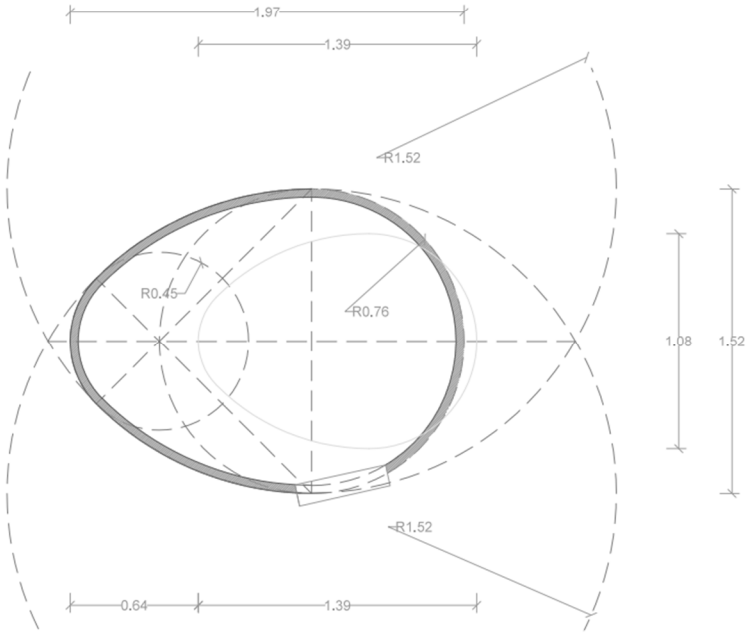
SIMULADOR	CONDIÇÃO DE CONTACTO	SUBSTÂNCIA	RESULTADO 1ºCONTACTO
Ac. Acético 3%	10 dias a 60ºC	Alumínio (Al)	0,0263
		Antimônio (Sb)	0,0188
		Arsênico (As)	**0,0141**
		Bário (Ba)	0,84
		Cádmio (Cd)	<0,001(LQ)
		Cobalto (Ca)	<0,001(LQ)
		Cromo (Cr total)	0,0087
		Europium (I)	<0,002(LQ)
		Ferro (Fe)	0,0294
		Gadolínio (Gd)	<0,002(LQ)
		Térbio (Tb)	<0,002(LQ)
		Lantânio (La)	<0,002(LQ)
		Lítio (Li)	0,57
		Soma Lantanídeos	<0,002
		Manganês (Mn)	0,0036
		Mercúrio (Hg)	<0,001(LQ)
		Níquel (Ni)	0,0022
		Chumbo (Pb)	<0,001(LQ)
		Cobre (Cu)	0,0129
		Zinco (Zn)	<0,001(LQ)
		Aminas ar. primárias	<0,002(LD)

Figura 3. Exemplo de resultados do 1º contacto em simulador alimentar de uma amostra de material.

<u>Resistência mecânica</u>
Foi avaliada por ensaios à compressão. Os valores médios obtidos são de 80 MPa.

5.2 Geometria da cuba
A figura 4 contém alçados e cortes da cuba desenvolvida


0.04
1.89
0.04
0.92
0.04
0.93
0.04
1.44
0.04
0.46
Corte Horizontal


1.97
1.39
R1.52
R0.45
R0.76
1.08
1.52
R1.52
0.64
1.39

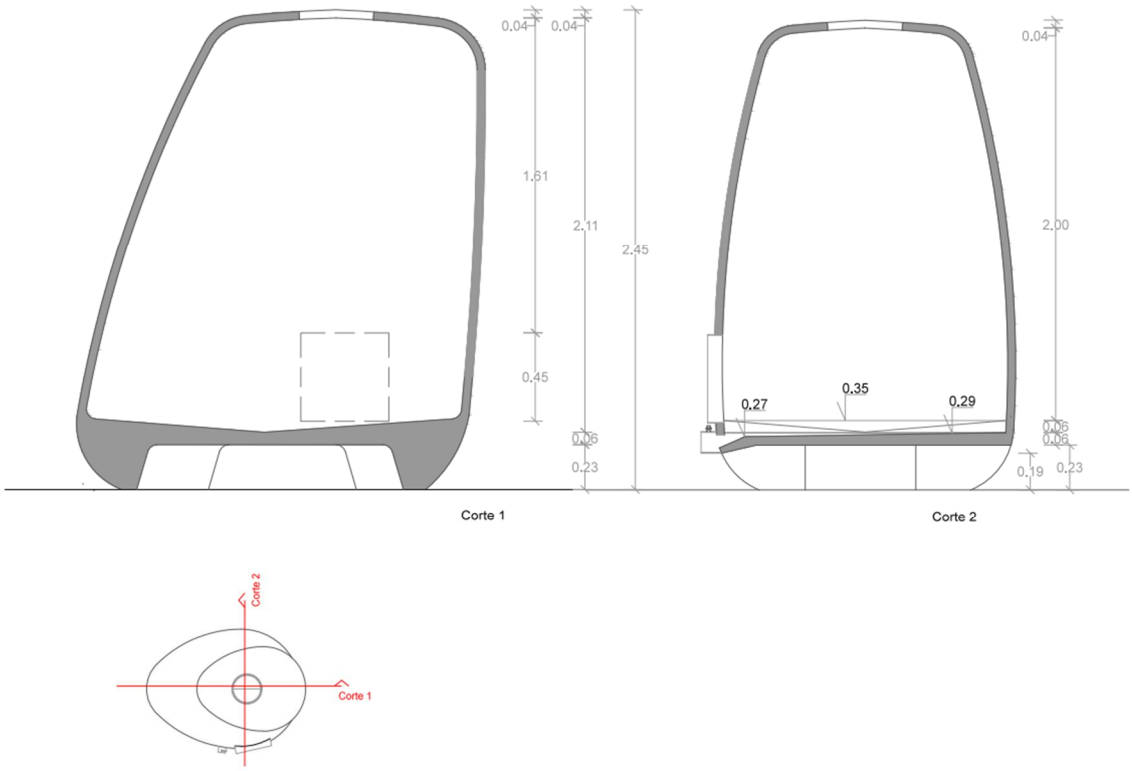


Figura 4. Geometria da cuba.

5.3 Análise Estrutural

Foi feita no software comercial "Robot" com recurso a elementos finitos de casca. As figuras 5 a 78representam a distribuição de tensões σ_z (figura 5), σ_y (figura 6) e σ_x (figura 7) em MPa e a deformada (figura 8) com a cuba cheia.

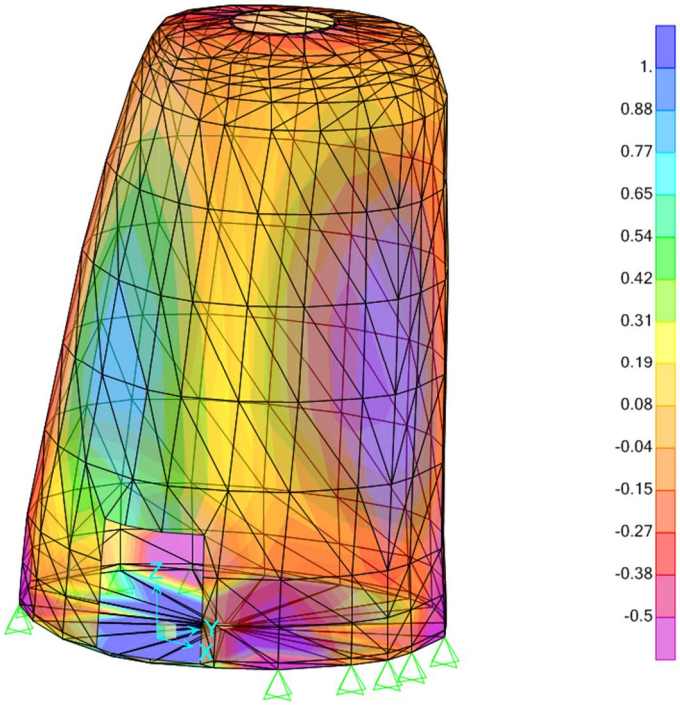


Figura 5. Distribuição de tensões σ_z.

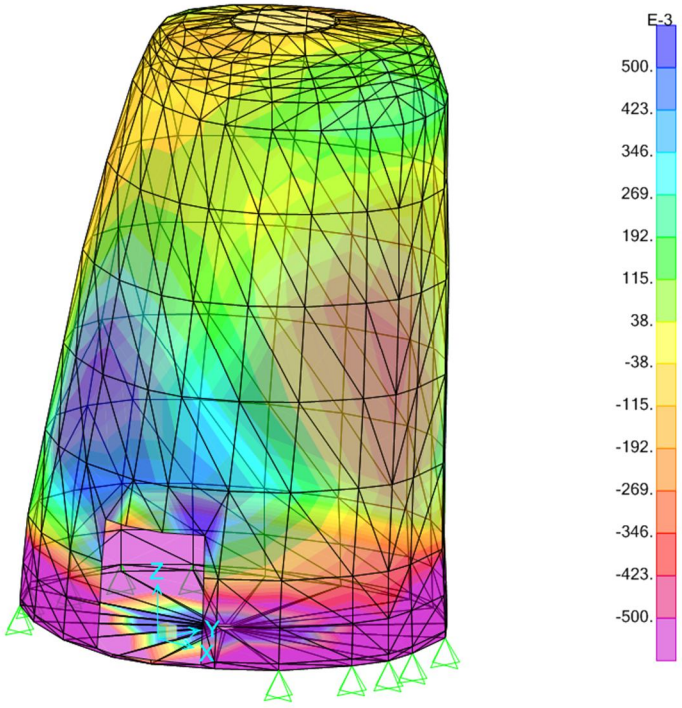


Figura 6. Distribuição de tensões σ_y.

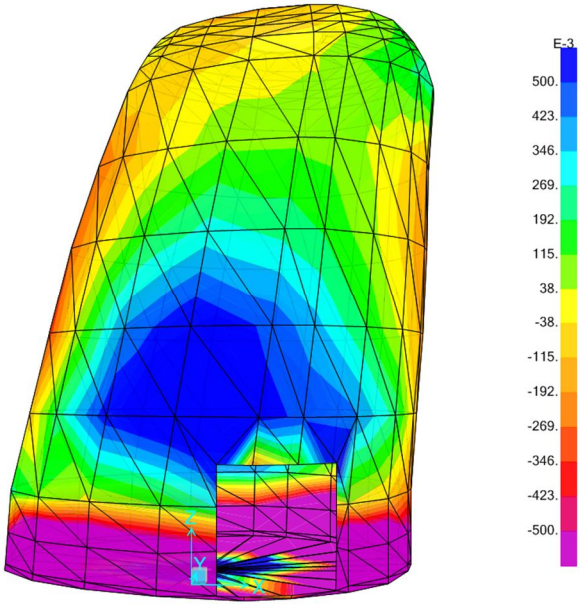


Figura 7. Distribuição de tensões σ_x.

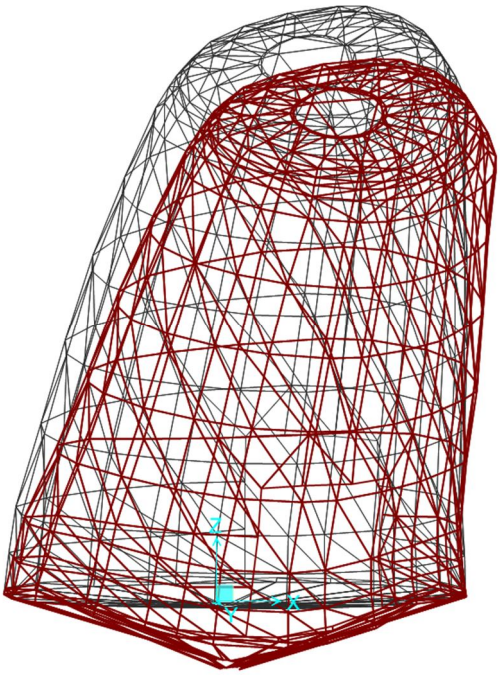


Figura 8. Deformada.

5.4 Análise de dinâmica de fluidos

A figura 9 representa o mapa de velocidades nos dois planos médios da cuba em situação de remontagem por Parsec, durante a fermentação. Na mesma situação, a figura 10 fornece imagem da velocidade do fluido em linhas de corrente.

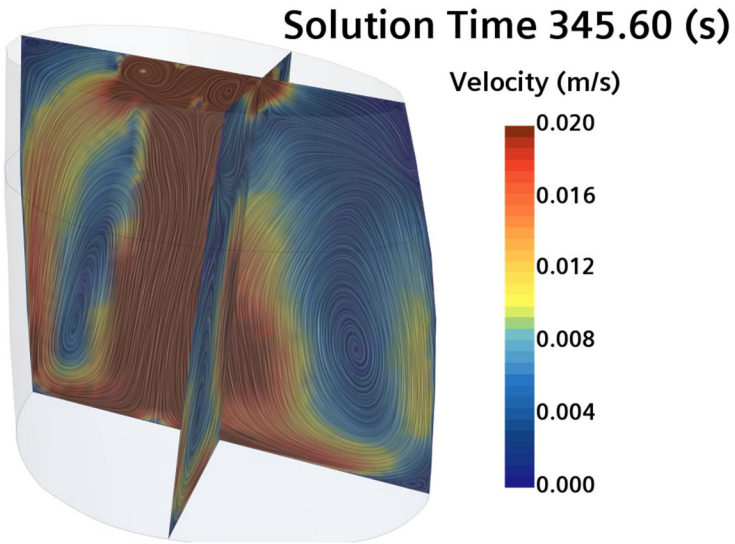


Figura 9. Mapa de velocidades nos dois planos médios.

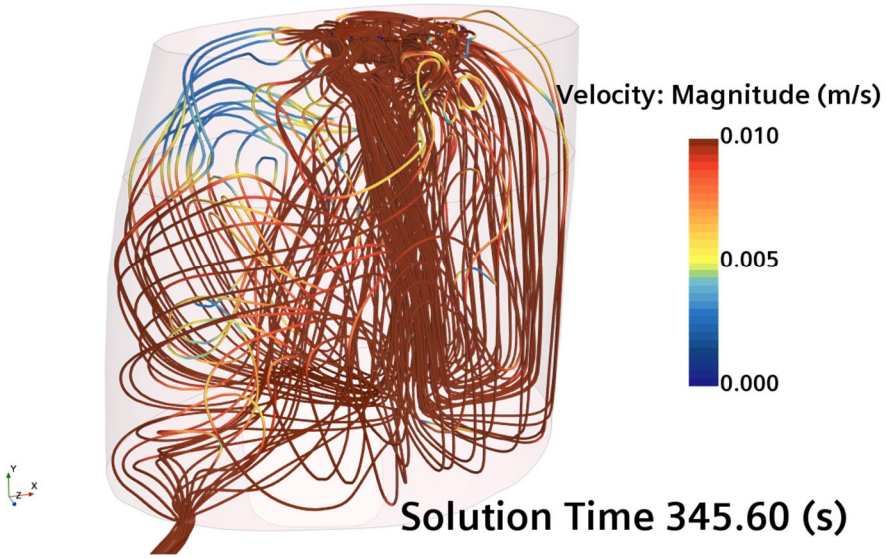


Figura 10. Velocidades e linhas de corrente.

A figura 11 é constituída por imagens de um traçador inserido no escoamento aquando da remontagem.

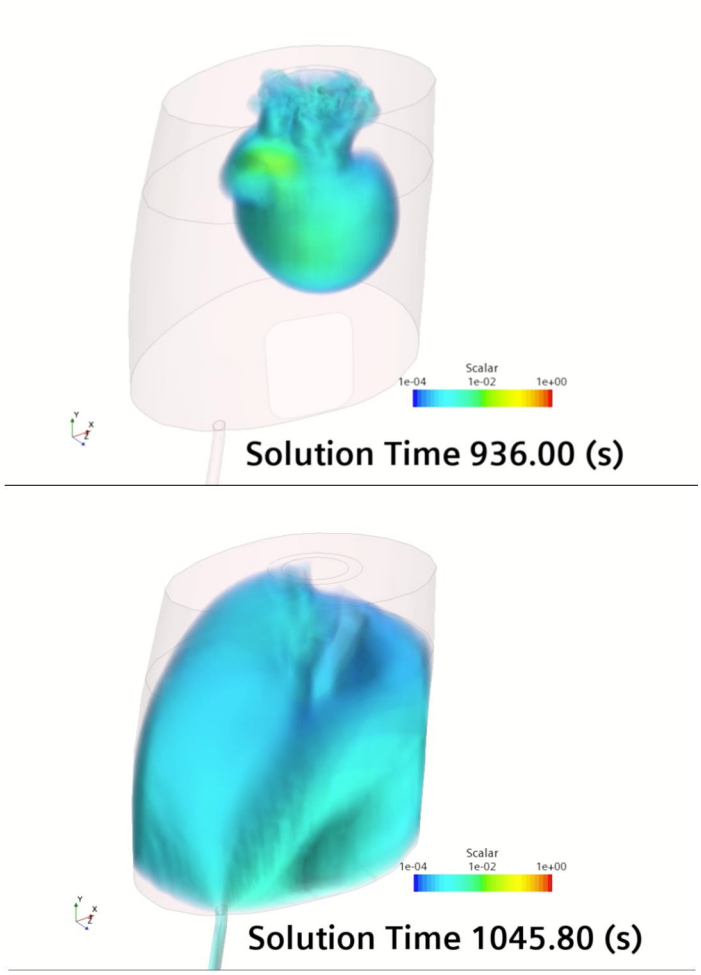
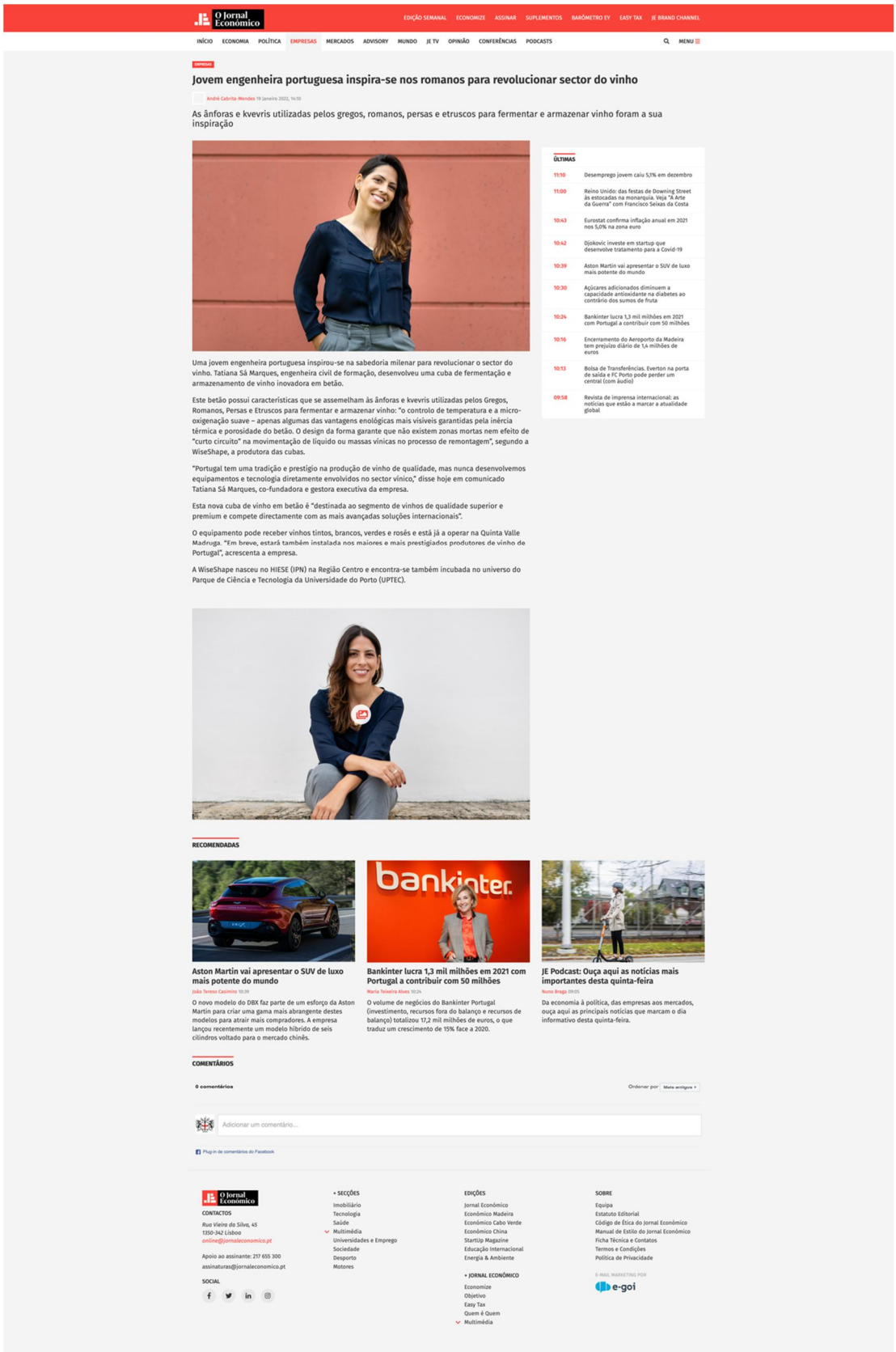


Figura 11. Traçador de escoamento em 2 instantes diferentes.

6 Divulgação de resultados

Como demonstração do caracter inovador e interesse prático da aplicação deste projeto à indústria vínica, o lançamento da cuba originou de imediato reações na imprensa. As imagens que se seguem são exemplos de notícias que surgiram nos três meses seguintes ao lançamento da cuba.



O Jornal Económico

EDIÇÃO SEMANAL ECONOMIZE ASSINAR SUPLEMENTOS BARÓMETRO EY EASY TAX JE BRAND CHANNEL

INÍCIO ECONOMIA POLÍTICA EMPRESAS MERCADOS ADVISORY MUNDO JE TV OPINIÃO CONFERÊNCIAS PODCASTS MENU

EMPRESAS

Jovem engenheira portuguesa inspira-se nos romanos para revolucionar sector do vinho

André Cabrita-Mendes 19 Janeiro 2022, 14:10

As ânforas e kvevris utilizadas pelos gregos, romanos, persas e etruscos para fermentar e armazenar vinho foram a sua inspiração

Uma jovem engenheira portuguesa inspirou-se na sabedoria milenar para revolucionar o sector do vinho. Tatiana Sá Marques, engenheira civil de formação, desenvolveu uma cuba de fermentação e armazenamento de vinho inovadora em betão.

Este betão possui características que se assemelham às ânforas e kvevris utilizadas pelos Gregos, Romanos, Persas e Etruscos para fermentar e armazenar vinho: "o controlo de temperatura e a micro-oxigenação suave – apenas algumas das vantagens enológicas mais visíveis garantidas pela inércia térmica e porosidade do betão. O design da forma garante que não existem zonas mortas nem efeito de "curto circuito" na movimentação de líquido ou massas vínicas no processo de remontagem", segundo a WiseShape, a produtora das cubas.

"Portugal tem uma tradição e prestígio na produção de vinho de qualidade, mas nunca desenvolvemos equipamentos e tecnologia diretamente envolvidos no sector vínico," disse hoje em comunicado Tatiana Sá Marques, co-fundadora e gestora executiva da empresa.

Esta nova cuba de vinho em betão é "destinada ao segmento de vinhos de qualidade superior e premium e compete directamente com as mais avançadas soluções internacionais".

O equipamento pode receber vinhos tintos, brancos, verdes e rosés e está já a operar na Quinta Valle Madruga. "Em breve, estará também instalada nos maiores e mais prestigiados produtores de vinho de Portugal", acrescenta a empresa.

A WiseShape nasceu no HIESE (IPN) na Região Centro e encontra-se também incubada no universo do Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto (UPTEC).

ÚLTIMAS

11:10 Desemprego jovem caiu 5,1% em dezembro
11:00 Reino Unido: das festas de Downing Street às estocadas na monarquia. Veja "A Arte da Guerra" com Francisco Seixas da Costa
10:43 Eurostat confirma inflação anual em 2021 nos 5,0% na zona euro
10:42 Djokovic investe em startup que desenvolve tratamento para a Covid-19
10:39 Aston Martin vai apresentar o SUV de luxo mais potente do mundo
10:30 Açúcares adicionados diminuem a capacidade antioxidante na diabetes ao contrário dos sumos de fruta
10:24 Bankinter lucra 1,3 mil milhões em 2021 com Portugal a contribuir com 50 milhões
10:16 Encerramento do Aeroporto da Madeira tem prejuízo diário de 1,4 milhões de euros
10:13 Bolsa de Transferências. Everton na porta de saída e FC Porto pode perder um central (com áudio)
09:58 Revista de imprensa internacional: as notícias que estão a marcar a atualidade global

RECOMENDADAS

Aston Martin vai apresentar o SUV de luxo mais potente do mundo
João Teresa Casimiro 10:39
O novo modelo do DBX faz parte de um esforço da Aston Martin para criar uma gama mais abrangente destes modelos para atrair mais compradores. A empresa lançou recentemente um modelo híbrido de seis cilindros voltado para o mercado chinês.

Bankinter lucra 1,3 mil milhões em 2021 com Portugal a contribuir com 50 milhões
Maria Teixeira Alves 10:24
O volume de negócios do Bankinter Portugal (investimento, recursos fora do balanço e recursos de balanço) totalizou 17,2 mil milhões de euros, o que traduz um crescimento de 15% face a 2020.

JE Podcast: Ouça aqui as notícias mais importantes desta quinta-feira
Nuno Braga 09:05
Da economia à política, das empresas aos mercados, ouça aqui as principais notícias que marcam o dia informativo desta quinta-feira.

COMENTÁRIOS

0 comentários Ordenar por Mais antigos

Adicionar um comentário...

Plug-in de comentários do Facebook

O Jornal Económico
CONTACTOS
Rua Vieira da Silva, 45
1350-342 Lisboa
online@jornaleconomico.pt
Apoio ao assinante: 217 655 300
assinaturas@jornaleconomico.pt
SOCIAL

+ SECÇÕES
Imobiliário
Tecnologia
Saúde
Multimédia
Universidades e Emprego
Sociedade
Desporto
Motores

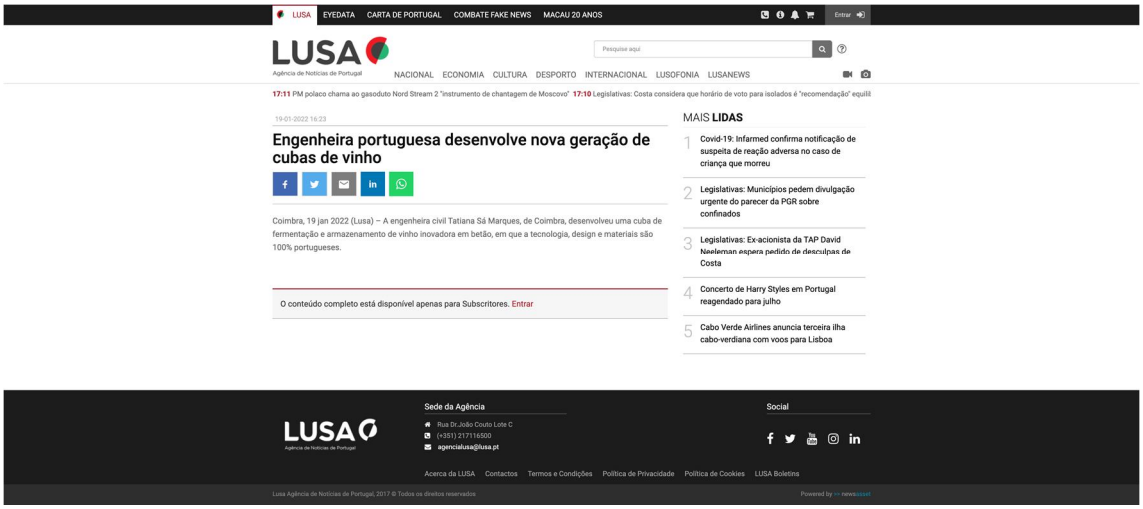
EDIÇÕES
Jornal Económico
Económico Madeira
Económico Cabo Verde
Económico China
StartUp Magazine
Educação Internacional
Energia & Ambiente

+ JORNAL ECONÓMICO
Economize
Objetivo
Easy Tax
Quem é Quem
Multimédia

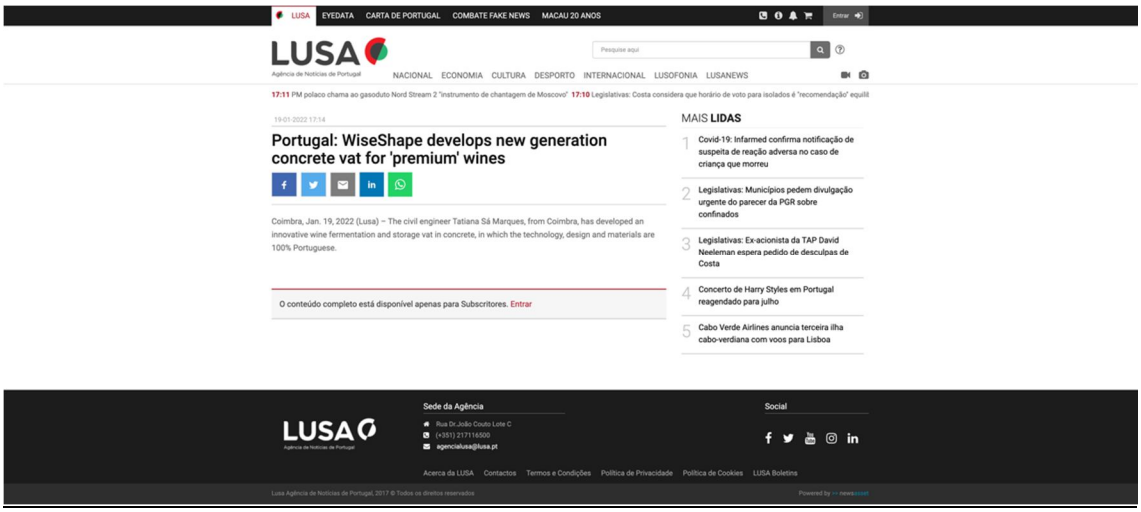
SOBRE
Equipa
Estatuto Editorial
Código de Ética do Jornal Económico
Manual de Estilo do Jornal Económico
Ficha Técnica e Contatos
Termos e Condições
Política de Privacidade

E-MAIL MARKETING POR
e-goi

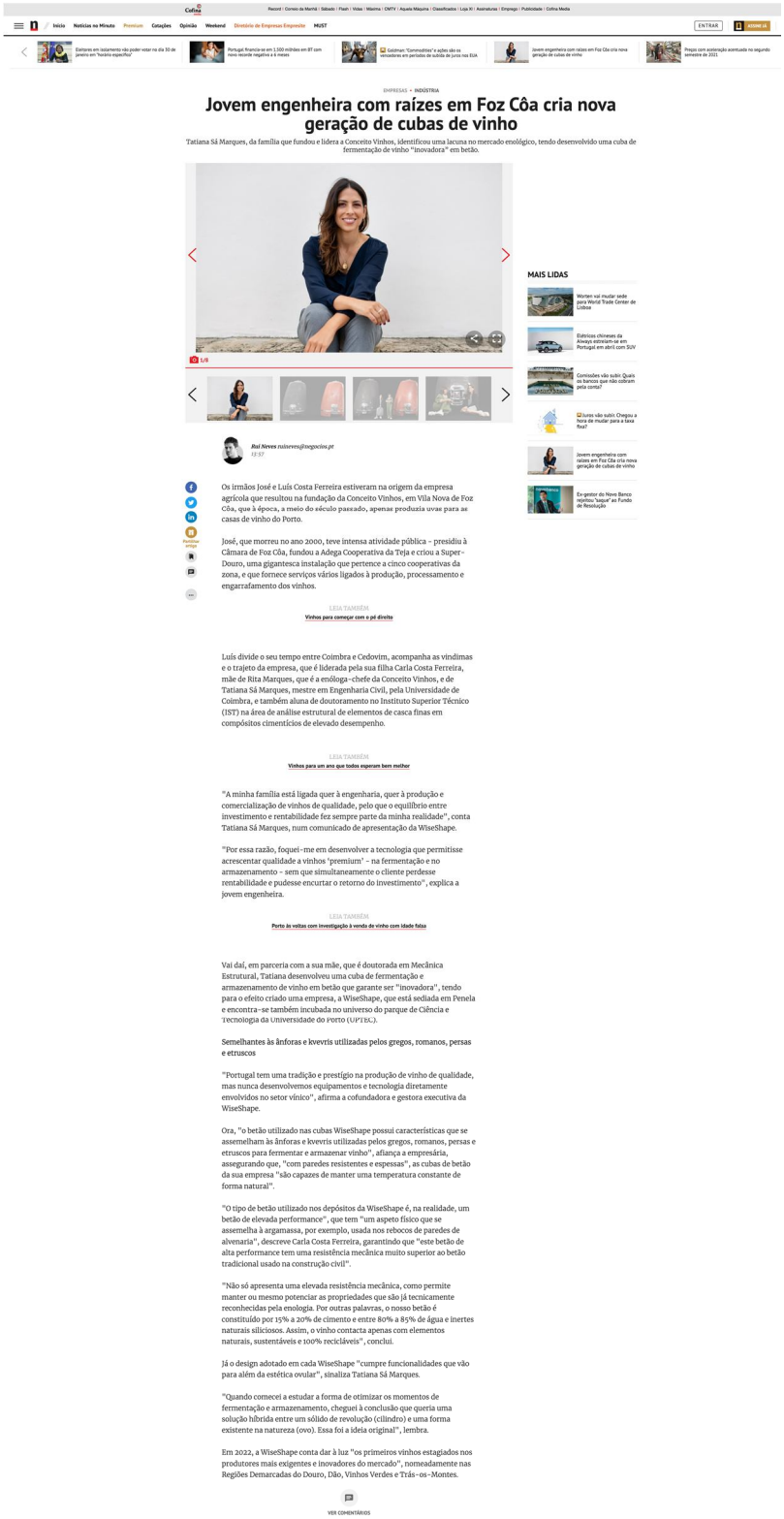
Notícia Jornal Económico



Notícia Agência Lusa (PT)



Notícia Agência Lusa (EN)



EMPRESAS • INDÚSTRIA

Jovem engenheira com raízes em Foz Côa cria nova geração de cubas de vinho

Tatiana Sá Marques, da família que fundou e lidera a Conceito Vinhos, identificou uma lacuna no mercado enológico, tendo desenvolvido uma cuba de fermentação de vinho "inovadora" em betão.

Rui Neves ruineves@negocios.pt
13:57

Os irmãos José e Luís Costa Ferreira estiveram na origem da empresa agrícola que resultou na fundação da Conceito Vinhos, em Vila Nova de Foz Côa, que à época, a meio do século passado, apenas produzia uvas para as casas de vinho do Porto.

José, que morreu no ano 2000, teve intensa atividade pública - presidiu à Câmara de Foz Côa, fundou a Adega Cooperativa da Teja e criou a Super-Douro, uma gigantesca instalação que pertence a cinco cooperativas da zona, e que fornece serviços vários ligados à produção, processamento e engarrafamento dos vinhos.

LEIA TAMBÉM
Vinhos para começar com o pé direito

Luís divide o seu tempo entre Coimbra e Cedovim, acompanha as vindimas e o trajeto da empresa, que é liderada pela sua filha Carla Costa Ferreira, mãe de Rita Marques, que é a enóloga-chefe da Conceito Vinhos, e de Tatiana Sá Marques, mestre em Engenharia Civil, pela Universidade de Coimbra, e também aluna de doutoramento no Instituto Superior Técnico (IST) na área de análise estrutural de elementos de casca finas em compósitos cimentícios de elevado desempenho.

LEIA TAMBÉM
Vinhos para um ano que todos esperam bem melhor

"A minha família está ligada quer à engenharia, quer à produção e comercialização de vinhos de qualidade, pelo que o equilíbrio entre investimento e rentabilidade fez sempre parte da minha realidade", conta Tatiana Sá Marques, num comunicado de apresentação da WiseShape.

"Por essa razão, foquei-me em desenvolver a tecnologia que permitisse acrescentar qualidade a vinhos 'premium' - na fermentação e no armazenamento - sem que simultaneamente o cliente perdesse rentabilidade e pudesse encurtar o retorno do investimento", explica a jovem engenheira.

LEIA TAMBÉM
Porto às voltas com investigação à venda de vinho com idade falsa

Vai daí, em parceria com a sua mãe, que é doutorada em Mecânica Estrutural, Tatiana desenvolveu uma cuba de fermentação e armazenamento de vinho em betão que garante ser "inovadora", tendo para o efeito criado uma empresa, a WiseShape, que está sediada em Penela e encontra-se também incubada no universo do parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto (UPTEC).

Semelhantes às ânforas e kvevris utilizadas pelos gregos, romanos, persas e etruscos

"Portugal tem uma tradição e prestígio na produção de vinho de qualidade, mas nunca desenvolvemos equipamentos e tecnologia diretamente envolvidos no setor vínico", afirma a cofundadora e gestora executiva da WiseShape.

Ora, "o betão utilizado nas cubas WiseShape possui características que se assemelham às ânforas e kvevris utilizadas pelos gregos, romanos, persas e etruscos para fermentar e armazenar vinho", afiança a empresária, assegurando que, "com paredes resistentes e espessas", as cubas de betão da sua empresa "são capazes de manter uma temperatura constante de forma natural".

"O tipo de betão utilizado nos depósitos da WiseShape é, na realidade, um betão de elevada performance", que tem "um aspeto físico que se assemelha à argamassa, por exemplo, usada nos rebocos de paredes de alvenaria", descreve Carla Costa Ferreira, garantindo que "este betão de alta performance tem uma resistência mecânica muito superior ao betão tradicional usado na construção civil".

"Não só apresenta uma elevada resistência mecânica, como permite manter ou mesmo potenciar as propriedades que são já tecnicamente reconhecidas pela enologia. Por outras palavras, o nosso betão é constituído por 15% a 20% de cimento e entre 80% a 85% de água e inertes naturais siliciosos. Assim, o vinho contacta apenas com elementos naturais, sustentáveis e 100% recicláveis", conclui.

Já o design adotado em cada WiseShape "cumpre funcionalidades que vão para além da estética ovular", sinaliza Tatiana Sá Marques.

"Quando comecei a estudar a forma de otimizar os momentos de fermentação e armazenamento, cheguei à conclusão que queria uma solução híbrida entre um sólido de revolução (cilindro) e uma forma existente na natureza (ovo). Essa foi a ideia original", lembra.

Em 2022, a WiseShape conta dar à luz "os primeiros vinhos estagiados nos produtores mais exigentes e inovadores do mercado", nomeadamente nas Regiões Demarcadas do Douro, Dão, Vinhos Verdes e Trás-os-Montes.

VER COMENTÁRIOS

Notícia Jornal de Negócios

Diário de Trás-os-Montes
MONTES DE NOTÍCIAS

ALOJAMENTO EM FREIXIEL
RESERVAS: 962 839 966
www.quintadopolame.com

INÍCIO BRAGANÇA VILA REAL REPORTAGENS ENTREVISTAS FOTOGALERIAS VÍDEOS OPINIÃO

Início

A NOVA CUBA DE VINHO EM BETÃO É DESTINADA AO SEGMENTO DE VINHOS DE QUALIDADE SUPERIOR E "PREMIUM"

Engenheira portuguesa desenvolve nova geração de cubas de vinho

Luís em Qua, 19/01/2022 - 17:50

A engenheira civil Tatiana Sá Marques, de Coimbra, desenvolveu uma cuba de fermentação e armazenamento de vinho inovadora em betão, em que a tecnologia, design e materiais são 100% portugueses.

A cofundadora e gestora executiva da WiseShape, Tatiana Sá Marques, explicou que o betão utilizado nas cubas possui características que se assemelham às ânforas e 'kvevris', que eram utilizados pelos gregos, romanos, persas e etruscos para fermentar e armazenar vinho.

Estas características são "o controlo de temperatura e a micro-oxigenação suave - apenas algumas das vantagens enológicas mais visíveis garantidas pela inércia térmica e porosidade do betão".

Já o design da forma garante que "não existem zonas mortas nem efeito de 'curto-circuito' na movimentação de líquido ou massas vínicas no processo de remontagem".

No entender de Tatiana Sá Marques, Portugal tem tradição e prestígio na produção de vinho de qualidade, no entanto, nunca desenvolveu equipamentos e tecnologia diretamente envolvidos no setor vínico.

"A nova cuba de vinho em betão é destinada ao segmento de vinhos de qualidade superior e 'premium' e compete diretamente com as mais avançadas soluções internacionais", destacou.

A cofundadora e gestora executiva da WiseShape recordou que, quando começou a desenhar e a estudar a forma de criar uma cuba de vinho em betão que fosse realmente inovadora, teve em linha de conta o custo de produção e o preço final.

"A minha família está ligada quer à engenharia, quer à produção e comercialização de vinhos de qualidade, pelo que o equilíbrio entre investimento e rentabilidade fez sempre parte da minha realidade. Por essa razão, foquei-me em desenvolver uma tecnologia que permitisse acrescentar qualidade a vinhos 'premium' - na fermentação e no armazenamento - sem que simultaneamente o cliente perdesse rentabilidade e pudesse encurtar o retorno do investimento", contou.

Segundo a engenheira civil, este equipamento inovador pode receber vinhos tintos, brancos, verdes e rosés e está já a operar na Quinta Valle Madruga, em Valpaços.

"Em breve, estará também instalada nos maiores e mais prestigiados produtores de vinho de Portugal", acrescentou.

A WiseShape nasceu no Habitat de Inovação Empresarial nos Setores Estratégicos (HIESE), em Penela, do Instituto Pedro Nunes (IPN), de Coimbra, e encontra-se também incubada no universo do Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto (UPTEC).

25 Share

Opinião

Paulo Fidalgo
O perigo do negacionismo
16/01/2022

Alexandre Parafita
Alguém os ouviu falar de Cultura?
15/01/2022

Manuel Igreja
A Democracia não é um dado adquirido
14/01/2022

Luís Ferreira
Luta contra o tempo
12/01/2022

+ Vistas (últimos 15 dias)

Homem morre em acidente com trator
// ALFÂNDEGA DA FÉ

Cidadão que ameaçou Rui Santos nas redes sociais condenado
// VILA REAL

Nacional 103 na rota das estradas turísticas do Norte de Portugal
// BRAGANÇA

Prisão preventiva para suspeito de agredir os pais em Alfândega da Fé
// ALFÂNDEGA DA FÉ

PJ deteve cinco suspeitos do crime de rapto em Vila Real
// VILA REAL

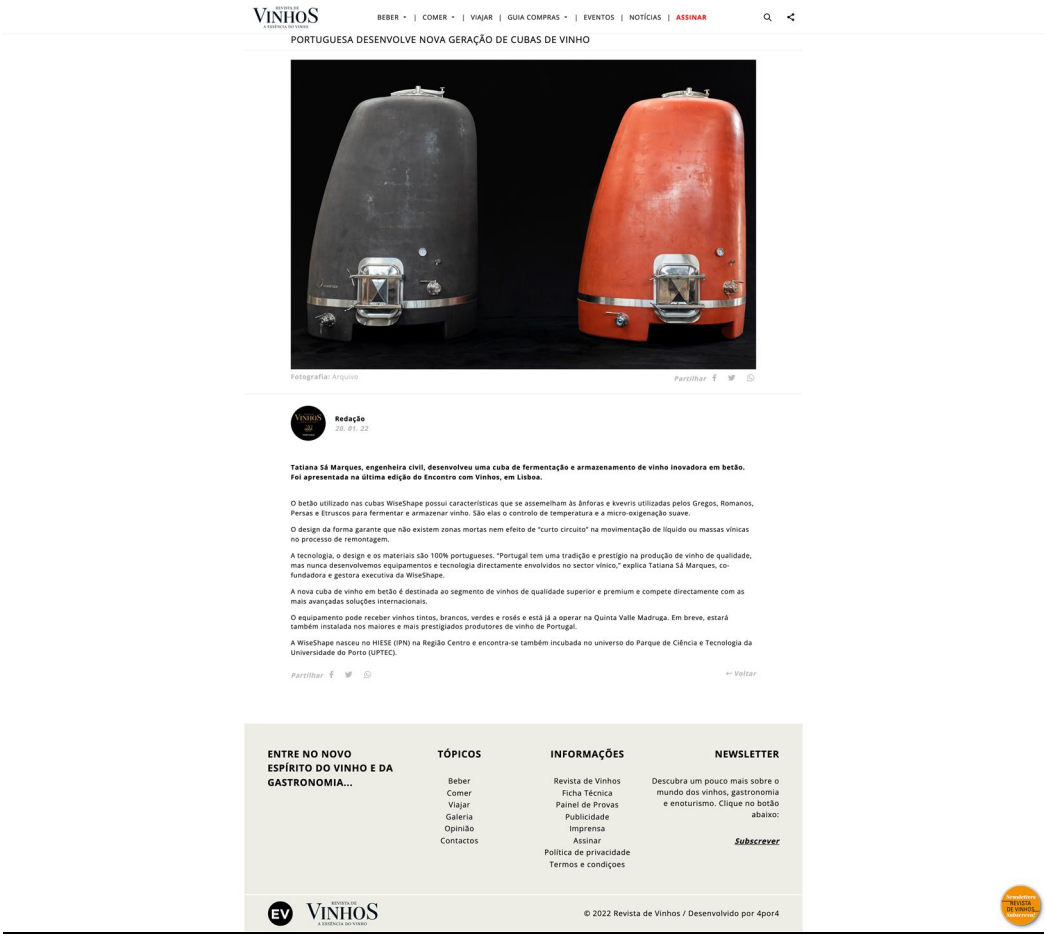
Publicidade Google

Publicidade

Cartão de Cidadão
Simplificámos a renovação
Saiba mais

OFERTA DE EMPREGO
FISIOTERAPEUTA
MONTALEGRE
CONTRATO EM REGIME DE SUBSTITUIÇÃO DE AGOSTO A DEZEMBRO
ENVIAR CV, CERTIFICADO DE HABILITAÇÕES E CÉDULA PROFISSIONAL PARA: CERCMONT@SAPO.PT

Notícia Diário de Trás-os-Montes



VINHOS | BEBER | COMER | VIAJAR | GUIA COMPRAS | EVENTOS | NOTÍCIAS | ASSINAR

PORTUGUESA DESENVOLVE NOVA GERAÇÃO DE CUBAS DE VINHO

Fotografia: Arquivo

Partilhar

Redação
20. 01. 22

Tatiana Sá Marques, engenheira civil, desenvolveu uma cuba de fermentação e armazenamento de vinho inovadora em betão. Foi apresentada na última edição do Encontro com Vinhos, em Lisboa.

O betão utilizado nas cubas WiseShape possui características que se assemelham às ânforas e kvevris utilizadas pelos Gregos, Romanos, Persas e Etruscos para fermentar e armazenar vinho. São elas o controlo de temperatura e a micro-oxigenação suave.

O design da forma garante que não existem zonas mortas nem efeito de "curto circuito" na movimentação de líquido ou massas vínicas no processo de remontagem.

A tecnologia, o design e os materiais são 100% portugueses. "Portugal tem uma tradição e prestígio na produção de vinho de qualidade, mas nunca desenvolvemos equipamentos e tecnologia directamente envolvidos no sector vínico," explica Tatiana Sá Marques, co-fundadora e gestora executiva da WiseShape.

A nova cuba de vinho em betão é destinada ao segmento de vinhos de qualidade superior e premium e compete directamente com as mais avançadas soluções internacionais.

O equipamento pode receber vinhos tintos, brancos, verdes e rosés e está já a operar na Quinta Valle Madruga. Em breve, estará também instalada nos maiores e mais prestigiados produtores de vinho de Portugal.

A WiseShape nasceu no HIESE (IPN) na Região Centro e encontra-se também incubada no universo do Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto (UPTEC).

Partilhar

Voltar

ENTRE NO NOVO ESPÍRITO DO VINHO E DA GASTRONOMIA...

TÓPICOS: Beber, Comer, Viajar, Galeria, Opinião, Contactos

INFORMAÇÕES: Revista de Vinhos, Ficha Técnica, Painel de Provas, Publicidade, Imprensa, Assinar, Política de privacidade, Termos e condições

NEWSLETTER: Descubra um pouco mais sobre o mundo dos vinhos, gastronomia e enoturismo. Clique no botão abaixo:

Subscrever

© 2022 Revista de Vinhos / Desenvolvido por 4por4

Notícia Revista de Vinhos

Notícia Portugal em Direto (RTP1)

Notícia Primeiro Jornal (SIC)

7 Produtores parceiros

Uma semana após o lançamento da cuba surgiram parceiros dispostos a testar em três regiões vitivinicolas: Vinhos verdes, Dão e Tràs os Montes. As imagens seguintes mostram a cuba colocada nos 3 primeiros parceiros.

Adega na Quinta do Ameal, do grupo Espoão (Região dos Vinhos Verdes).

Adega na Quinta da Pellada Ameal (Região do Dão).

Adega na Quinta da Pellada Ameal (Região do Dão).

Referências bibliográficas

Acker, P., Behloul, M., 2004. "Ductal® Technology: a Large Spectrum of Properties, a Wide Range of Applications". Kassel, Germany, Kassel university press, pp. 11-23.

Ahlborn, T. M.; Misson, D. L.; Peuse, E. J. and Gilbertson, C. G., 2008. "Durability and Strength Characterization of Ultra-High Performance Concrete under Variable Curing Regimes". Kassel, Germany, Kassel university press.

5. Aïtcin, P.-C., 1998. "The art and science of High-Performance Concrete". Industria Italiana del Cimento, pp. 350-365.
6. Aïtcin, P.-C., 2011. "High Performance Concrete". S.l. :CRC Press.
7. Alkaysi, M.; El-Tawil, S.; Liu, Z. and Hansen W., 2016. "Effects Of Silica Powder And Cement Type On Durability Of Ultra High Performance Concrete (UHPC)". Cement and Concrete Composites, 66: pp. 47-56.
8. Barnes, J.S., Analytical Characterization Of Anthocyanins From Natural Products By Reverse-phase Liquid Chromatography-photodiode Array-electrospray Ionizationion Trap-time Of Flight Mass Spectrometry. 2011. [123].
9. Buratti, C.; Moretti, E.; Belloni, E. and Agosti, F., 2014 "Development of Innovative Aerogel Based Plasters: Preliminary Thermal and Acoustic Performance Evaluation", Sustainability, 6, 5839-58520.
10. Costa, A. and Appleton, J., 1999. "Chloride Penetration in Marine Environment – Part I: Main parameters affecting chloride penetration", Materials and Structures, RILEM Publications, vol. 32, pp. 252-259.

11. Costa, A. and Appleton, J., 2001. “The Significance of Concrete Carbonation in Marine Environment”, Concrete Science and Engineering, RILEM Publications, vol. 3, pp. 242 – 249.
12. Costa, A. and Appleton, J., 2002. “Case Studies of Concrete Deterioration in a Marine Environment in Portugal”, Cement & Concrete Composites, Elsevier Science, vol. 24, Issue 1, pp. 169-179.
13. Costa, H.; Júlio, E. and Lourenço, J., 2010. “Formulação e caracterização de betões estruturais de agregados leves auto-compactáveis”. 2º Congresso Ibérico sobre betão auto-compactável.
14. Cunha, S. C.; Faria, M. A.; Fernandes, J. O. (2011). Gas Chromatography␣Mass Spectrometry Assessment of Amines in Port Wine and Grape Juice after Fast Chloroformate Extraction/ Derivatization. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59, 8742-8753.
15. Dallaire, E. ; Aitcin, P. C. and Lachemi, M., 1998. "High-performance powder". Civil Engineering, 68(1), pp. 48-56.
16. Danilewicz, J., 2012. “Review of Oxidative Processes in Wine and Value of Reduction Potentials in Enology”. Am. J. Enol. Vitic. 63:1.
17. Deák, T. and Czigány, T., 2009. “Chemical composition and mechanical properties of basalt and glass fibres: a comparison”. Text Res J; 79(7), pp. 645–51.
18. Droll, K., 2004. “Influence of additions on ultra high performance concretes – grain size optimisation”, in: The International Symposium on Ultra-High Performance Concrete, Kassel, Germany, pp. 285–301.
19. ECO Platform, 2017: ECO Platform, International Association of the European EPD Program Operators - www.eco-platform.org.
20. Fernandes, Diogo, 2011. “A aplicação estrutural de betões de elevado desempenho (HPC e UHPC)”. Dissertação para a obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil.
21. Fernandes, J. M. S., 2004. “Betão Eco-eficiente de Elevado Desempenho Incorporando Metacaulino”, Tese de Mestrado, Universidade do Minho.
22. Ferrara, L.; Park, Y.-D. and Shah, S. P., 2007. “A method for mix-design of fiber reinforced self-compacting concrete”. Cement and Concrete Research, Volume 37, pp. 957–971.
23. Ferrer, B.; Bogas, J.A. and Real, S., 2016. “Service life of structural lightweight aggregate concrete under carbonation-induced corrosion”. Constr. Build. Mater, Vol 120, pp. 161–171.
FIB Model Code 2010, 2012 – bulletins 65 and 66 – Fédération international du béton.
24. Fiore V, Di Bella G, Valenza A., 2011. “Glass–basalt/epoxy hybrid composites for marine applications”. Mater Des, 32(4):2091–9.
25. Firstenfeld, J., 2009. “Concrete Strides for Fermenting Tanks”. Wines and Vines.
26. Fossen, T. and O. Andersen, Spectroscopic Techniques Applied to Flavonoids, in Flavonoids. 2005, CRC Press. p. 37-142.
27. Fulcrand, H., V. Atanasova, E. Salas, and V. Cheynier, The fate of anthocyanins in wine: are there determining factors?, in Red wine color - revealing the mysteries, A.L. Waterhouse and J.A. Kennedy, Editors. 2004, American Chemical Society: Washington D. C. p. 68 - 88.
28. Ghafari, E.; Costa, H.; Júlio, E.; Portugal, A. and Durães, L., 2012a. “Enhanced Durability of Ultra High Performance Concrete by Incorporating Supplementary Cementitious Materials”, 2nd international conference Microdurability, Amsterdam – Netherlands.

29. Ghafari, E.; Costa, H. and Júlio, E., 2012b. “Design of UHPFRC with Enhanced Ductility”, BEFIB2012 – 8th RILEM Int. Symposium on Fibre Reinforced Concrete, Guimarães – Portugal.
30. Ghafari, Ehsan, 2015a. “Design of Eco-Efficient Ultra High Durability Concrete”, Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, IST-UL.
31. El-Dieb, A. S., 2009. “Mechanical, durability and microstructural characteristics of ultra-high-strength self-compacting concrete incorporating steel fibers”. Materials and Design, Volume 30, pp. 4286–4292.
32. Ghafari, E., Costa, H., Júlio, E., 2015b. “Critical review on eco-efficient ultra high performance concrete enhanced with nano-materials”. Construction and Building Materials, 101, pp 201–208.
33. González, V., 2012. “Bases moleculares del aroma del vino”. Acenologia, Nº 134.
34. Gouvinhas, I., Santos, R. A., Queiroz, M., Leal, C., José, M., Domínguez-perles, R., … Barros, A. I. R. N. A. (2018). Industrial Crops & Products Monitoring the antioxidant and antimicrobial power of grape (Vitis vinifera L .) stems phenolics over long-term storage. Industrial Crops & Products, 126(September), 83–91. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.10.006
35. Graybeal, B., 2011. “Ultra-High Performance Concrete”, s.l.: Federal Highway Administration (FHWA).
36. He, F., et al., Anthocyanins and their variation in red wines I. Monomeric anthocyanins and their color expression. Molecules, 2012. 17(2): p. 1571-601.
37. High, C.; Selien, H. M.; El-Safty, A. and Rizkalla, S., 2015. “Use of basal fibres for concrete structures”. Construction and Building Materials, Volume 96, pp-37-46.
38. Ho, P.; Silva, M. C. M.; Hogg, T. A. (2001). Changes in colour and phenolic composition during the early stages of maturation of port in wood, stainless steel and glass. Journal of the Science of Food and Agriculture, 81, 1269-1280.
39. Ilharco, L. M.; Fidalgo, A.; Farinha, J. P.; Gaspar Martinho, J. M. and Rosa, M. E., 2007. "Nanostructured silica/polymer subcritical aerogels", Journal of Materials Chemistry, V. 17, pp. 2195-2198.
40. ISO 16204: 2012 – Durability – Service life design of concrete structures.
41. Jiang, C.H., McCarthy, T.J. and Chen D, Dong QQ, 2010. ”Influence of basalt fiber on performance of cement mortar”. Key Eng Mater; 426-427:93-6.
42. Jianxun, Ma; Xuemei Qiu; Cheng, Litao and Wang, Yunlong, 2011. “Experimental research on the fundamental mechanical properties of presoaked basalt fiber concrete,” in: Lieping Ye, Peng Feng, Qingrui Yue (Eds.), Advances in FRP Composites in Civil Engineering, Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 85–88.
43. Júlio, M. and Ilharco, L., 2014. “Superhydrophobic hybrid aerogel powders from waterglass with distinctive applications”. Microporous and Mesoprous Materials, V. 199, pp. 29-39.
44. Karbowiak, T.; Gougeon, R.D.; Alinc, J.B.; Brachais, A.; Debeaufort, F.; Voilley, A. and Chassagne, D., 2010. “Wine oxidation and the role of cork”. Crit. Rev. Food Sci. Nutr., 50, 20-52.
45. Kusumawardaningsih, Y.; Fehling, E., Ismail, M. and Aboubakr, AAM, 2015. “Tensile strength behavior of UHPC and UHPFRC”. The 5th International Conference of Euro Asia Civil Engineering Forum (EACEF-5). Procedia Engineering, 125: 1081–1086.
46. Lee, N. and Chisholm, D., 2005. “Reactive Powder Concrete”, Judgeford, New Zealand: BRANZ Ltd.

47. LNEC E 465:2007 – Metodologia para estimar as propriedades de desempenho do betão que permitam satisfazer a vida útil de projecto de estruturas de betão armado ou pré-esforçado sob as exposições ambientais XC e XS.
48. LNEC E 463-2004. Especificação LNEC para Betões. Determinação do coeficiente de difusão dos cloretos por ensaio de migração em regime não estacionário.
49. LNEC E 493-1993. Especificação LNEC para Betões. Determinação da absorção de água por capilaridade.
50. LNEC E 494-1993. Especificação LNEC para Betões. Determinação da absorção de água por imersão.
51. Lopresto, V.; Leone, C. and De Iorio, I., 2011. "Mechanical characterization of basalt fibre reinforced plastic". Compos B Eng., 42(4):717–23.
52. Marques, P. F.; Costa, A. and Lanata, F., 2012. "Service life of RC structures: chloride induced corrosion: prescriptive versus performance-based methodologies" Materials and Structures: volume 45, Issue 1, pp. 277 – 296.
53. Martin Day, M. and Glen Osmond, G., 2012. "Cuánto oxígeno penetra en el mosto de vino blanco durante el procesado de la uva?". Acenologia, Nº 132.
54. Martins, Tiago, 2015. "Estudo do comportamento de argamassas com incorporação de casca/palha de arroz". Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Especialidade de Construções, Universidade de Coimbra.
55. Mateus, N., Estudo da composição e dos mecanismos de transformação das antocianinas e de flavanóis em uvas e vinhos da Região Demarcada do Douro. Caracerísticas físico-químicas associadas à cor e ao sabor., year, Doutoramento, Universidade do Porto.
56. Mazanec, O. and Schießl, P., 2008. "Mixing Time Optimization for UHPC". Kassel, Germany, Kassel university press, pp. 401-408.
57. Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D. A., Bartual, J., Saura, D., & Martí, N. (2011). Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (Punica granatum L.) cultivars grown in Spain. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91(10), 1893–1906. https://doi.org/10.1002/jsfa.4411
58. Montemor, M. F.; Alves, J. H.; Simões, A. M.; Fernandes, J. C.; Lourenço, Z.; Costa, A. S.; Appleton, J. and Ferreira M. G., 2016. "Multiproblem chloride sensor for in-situ monitoring of reinforced concrete structures", Cement & Concrete Composites, Elsevier Science, vol. 28, Issue 3, pp. 233-236.
59. Monteiro, A. V., 2016. "Potencial and Actual Durability Related Properties of Concrete", Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico.
60. Naczk, M. and F. Shahidi, Extraction and analysis of phenolics in food. J. Chromatogr. A, 2004. 1054(1-2): p. 95-111
61. NP EN 12390-5-2009. Ensaios do betão endurecido. Parte 5: Resistência à flexão de provetes.
62. NP EN 12390-3-2009. Ensaios do betão endurecido. Parte 3: Resistência à compressão de provetes.
63. NP EN 12390-1-2012. Ensaios do betão endurecido. Parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes.
64. NP EN 12390-1-2012. Ensaios do betão endurecido. Parte 1: Forma, dimensões e outros requisitos para o ensaio de provetes e para os moldes.

65. NP EN 12390-13-2014. Ensaios do betão endurecido. Parte 13: Determinação do módulo de elasticidade secante à compressão.
66. NP EN 12390-6-2011. Ensaios do betão endurecido. Parte 6: Resistência à tração por compressão de provetes.
67. OIV (Organisation International de la Vigne et du Vin) (2012). International Oenological Codex. Edition Officielle, Paris.
68. Prisco, M. d.; Moro, S.; Bayard, O. and Zani, G., 2014. "New industrial building designed with very high performance fiber reinforced concrete", Concrete Innovation Conference, CIC 2014, Oslo, Norway (Research Gate).
69. Queiroz, M., Oppolzer, D., Gouvinhas, I., Silva, A. M., Barros, A. I. R. N. A., & Domínguez-Perles, R. (2017). New grape stems' isolated phenolic compounds modulate reactive oxygen species, glutathione, and lipid peroxidation in vitro : Combined formulations with vitamins C and E. Fitoterapia, 120(May), 146–157. https://doi.org/10.1016/j.fitote.2017.06.010
70. Yang, Qiu, 2015. "Phénomènes de transfert d'oxygène à travers la barrique". Tese de para a obtenção do grau de Doutor da Universidade de Bordéus na especialidade de enologia.
71. Real, S.; Bogas, JÁ and Ferrer, B., 2017. "Service life of reinforced structural lightweight aggregate concrete under chloride-induced corrosion". Mater. Struct., 50 (2).
Rein, M., Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. 2005, University of Helsinki.
72. Rilem TC50-FMC, 1985. "Determination of the fracture energy of mortar and concrete by means of three-point bend tests on notched beams". Materials and Structures, Vol.18 (106), pp. 285-290.
73. RPC, 2011. Regulamento dos Produtos da Construção – Regulamento (EU) n.º 305/2011, publicado no Jornal Oficial da União Europeia de 4 de Abril de 2011.
74. Santos-Buelga, C., C. Garcia-Viguera, and F.A. Tomas-Barber, On-line identification of flavonoids by HPLC coupled to diode array detection. Methods in Polyphenol Analysis. 2002, New York: Springer-Verlag. 92-127.
75. Silva, LM; Ribeiro, RA; Labrincha, JA and Ferreira, VM, 2009. "Role of lightweight fílers on the properties of a mixed-binder mortar", Cement & Concrete Composites, 32, 19-24.
76. Teichgraeber, T., 2005. "Concrete Fermenters: from old school to new world". Wines and Vines, 22, 24-26.
77. Sousa, C., Gouvinhas, I., Barreira, D., Carvalho, M. T., Vilela, A., Lopes, J., … Barros, A. I. (2014). "Cobrançosa" olive oil and drupe: Chemical composition at two ripening stages. JAOCS, Journal of the American Oil Chemists' Society, 91(4). https://doi.org/10.1007/s11746-013-2406-x
78. Stahl, Th.; Brunner, S.; Zimmermann, M. and Wakili, K.G., 2012. "Thermo-hygric properties of a newly developed aerogel based insulation rendering for both exterior and interior applications", Energ. Buildings, 44, 114-117.
79. Wu, Z.; Shi, C.; He, W. and Wang, D., 2017. "Static and dynamic compressive properties of ultra-high performance concrete (UHPC) with hybrid steel fiber reinforcements". Cement and Concrete Composites, 79:pp. 148-157.
80. Wu, Z.; Shi, C.; He, W. and Wang, D., 2016. "Uniaxial compression behavior of ultra-high performance concrete with hybrid steel fiber", J. Mater. Civ. Eng, 28 (12).

81. Vidal, J.C. ; Boulet, J.C. and Moutounet, M., 2004. “Les apports d’oxygène au cours des traitements des vins”. Bilan des observations sur sîte. Revue Française d´Œnologie, 205, 32-38.

82. Vivas, N.; Vivas de Gaulejac, N. and Nonier, M.F., 2003. “Intégration des notions de charge macromoléculaire et de structure colloïdale dans la conduite de l'élevage des vins rouges: incidence sur l'aptitude à l'oxydation et les caractères gustatifs des tanins”. 1ère Partie - Observations préliminaires, définition et évaluation de l'état colloïdal des vins rouges. Revue française d'oenologie, nº203.

83. Vivas, N.; Vivas de Gaulejac, N.and Nonier, M.F., 2004. “Intégration des notions de charge macromoléculaire et de structure colloïdale dans la conduite de l'élevage des vins rouges: incidence sur l'aptitude à l'oxydation et les caractères gustatifs des tanins”. 2ère Partie - Interprétations et perspectives technologiques. Revue française d'oenologie, nº207.

84. Vivas, N.; Vivas de Gaulejac, N. and Nonier, M.F., 2014. “Quelques aspects cinétiques de la consommation de l’oxygène et conséquences technologiques des oxydations dans les vins rouges”. Partie 2/2 : Discussion Revue des Oenologues, nº151, 29-30.

85. Vivas, N.; Nonier, M.F. and Vivas de Gaulejac, N., 2007. “L'élevage en barrique sur lies des vins rouges. Intérêt des oxydations en conditions de reduction”, Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et oenologiques, nº125, 9-15.

86. Voo, Y. L.; Foster, S. J. and Gilbert, R. I., 2006. “Shear strength of fiber reinforced reactive powder concrete prestressed girders without stirrups”. Journal of Advanced Concrete Technology, 4(1), pp. 123-132.

87. Voo, Y. L. and Foster, S. J., 2010. “Characteristics of ultra-high performance ‘ductile’ concrete and its impact on sustainable construction”. The IES Journal Part A: Civil & Structural Engineering, 3(3), pp. 168-187.

88. Prazeres, X. E. G., 2011. “Betão de Elevada Resistência Para Elementos Muito Esbeltos,”, Master Thesis, Universidade de Évora.

INSERIR TESTES E RESULTADOS EM PROVETES ENSAIOS, CALCULOS