

Análise Metodológica de Desenvolvimento de um Bioconcreto, a partir da Adição de Fermento Biológico (Leveduras)

Adinaildo Vilas Boas¹, Hamilton de Araujo Silva Neto²

RESUMO. *A busca de novas tecnologias para suprir as necessidades da sociedade, com baixo custo, eficácia, e que ajude a combater um problema ambiental ou social, vem sendo fonte de inspiração na construção de tecnologias inovadoras na construção civil, que ajude a diminuir os resíduos gerados, resolução de problemas e minimizar os impactos ambientais. Pensando assim, a MICP criou-se o Bioconcreto com a adição de bactérias capazes de melhorar as características do concreto e que o mesmo tivesse a capacidade de autocicatrização. Nesse estudo foi criado um Bioconcreto com a introdução de leveduras do tipo *Saccharomyces Cerevisiae*, também conhecido como fermento biológico, a fim que as leveduras tenham a mesma capacidade de autocicatrização das bactérias, sendo que, as mesmas mostraram eficiência em diminuição de espaços vazios, melhor trabalhabilidade, e aumento em sua resistência a compressão.*

ABSTRACT. *The search for new technologies to meet the needs of society, with low cost, effectiveness, and that helps to combat an environmental or social problem, has been a source of inspiration in the construction of innovative technologies in civil construction, which help to reduce the waste generated, problem solving and minimizing environmental impacts. With this in mind, MICP created Bioconcreto with the addition of bacteria capable of improving the characteristics of concrete and that it had the ability to self-heal. In this study, a Bioconcrete was created with the introduction of yeasts of the *Saccharomyces Cerevisiae* type, also known as biological yeast, so that the yeasts have the same capacity for self-healing of the bacteria, and they showed efficiency in reducing empty spaces, better workability, and increase in its compressive strength.*

1. Introdução

O concreto é um dos materiais mais utilizados no mundo e, a construção civil é um dos setores mais importantes para a economia local e o crescimento do país

¹ UNIFACS, graduando Engenharia Civil - adinaildov@gmail.com,

² Professor UNIFACS, mestre em Engenharia Civil e Engenharia ambiental - hamilton.silva@unifacs.br

(Teixeira; Carvalho, 2005). Devido à utilização na construção civil, o aumento da demolição de obras e manutenções, a quantidade de resíduos gerado são grandes e geralmente é inerte, além de, permanecer muito tempo na natureza. A falta de um planejamento de controle, implantação e fiscalização de políticas públicas, em alguns lugares, facilitam o despejo desses resíduos em locais irregulares e até mesmo ilegais (Laruccia, 2014).

O concreto convencional tem como principais componentes o cimento, o agregado miúdo, agregado graúdo e água, que ao ser misturado forma uma pasta cimentícia, que após os processos ou adições de outros materiais formam o concreto. A ocorrência de erro no traço do concreto é um grande problema que, com o tempo que as estruturas são expostas a fatores químicos, físicos e biológicos pode acarretar problemas estruturais como fissuras e rachaduras (Carlos, *et al*, 2019).

Visando atender uma demanda sustentável e resolver um problema de constante desenvolvimento no setor de construção civil a MICP (do inglês Microbial-Induced Carbonate Precipitation) criou-se o bioconcreto. Com objetivo de diminuir os espaços vazios no concreto convencional e com a utilização de bactérias apropriadas e com características de autocicatrização, capazes de após ser introduzidas no concreto, esse concreto se autocicatrizasse as fissuras geradas pelas patologias estruturais ao longo dos anos (Reis, 2017). Nota-se que os resultados dos testes e experimentos feitos por Reddy *et al* (2017) mostram que o bioconcreto tem um ganho na resistência à compressão e obteve um aumento na sua resistência, ao ser comparado com corpo de prova de um concreto convencional (sem bactérias). Ao adicionar o microrganismo no tratamento superficial em concreto, Muynck *et al* (2008) obteve valores de absorção de água, permeabilidade à gases e aspecto cromático comparáveis aos obtidos pela aplicação de repelentes convencionais. Anos após os resultados de Muynck *et al* (2008), os ensaios de Alshalif *et al* (2016), também apontam para a redução na absorção de água, o que conseqüentemente aumenta a durabilidade do material.

Todavia, essa pesquisa irá produzir uma análise e discussão sobre os testes e experimentos realizados da adição de leveduras, também conhecido como fermento biológico, no concreto convencional, para que haja, de acordo com os padrões técnicos e normas estabelecidas para a utilização do concreto convencional. E

apresentar resultados de um bioconcreto sem a introdução de bactérias, mas que os resultados estabeleçam ganhos nas propriedades mecânicas do concreto e que ele tenha a capacidade de autocicatrização dos problemas acarretados, em específicas fissuras, ao longo dos anos.

Portanto, o objetivo desse estudo é elaborar uma análise do comportamento da adição de leveduras no bioconcreto, e se as mesmas, possui eficácia no aumento da resistência a compressão.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Concreto Convencional

Segundo Abreu *et al* (2019), concreto convencional é uma mistura entre agregados miúdo e graúdo com base cimentícia e água que ao ser juntado com armaduras de ferro pode adquirir resistências elevadas.

Contudo, para Paulon e Kirchheini (2011) ao analisar as três mais importantes propriedades do concreto, afirmou-se que o resultado entre a mistura da pasta cimentícia e do agregado, gera um entrelaçamento mecânico entre os componentes do cimento com os agregados e da reação química que acontece entre eles.

Porém, todo o processo de preparo do material cimentício e de sua hidratação é de suma importância para que as reações químicas necessárias para a formação aconteçam, o concreto adquira consistência e suas propriedades físicas, químicas e mecânicas.

Ainda de acordo com Paulon e Kirchheini (2011), A quantidade, junto a qualidade da água e a idade dos elementos da pasta de cimento, o processo de hidratação nos primeiros instantes, acontecem mudanças rápidas e depois de uma semana se tornam mais lentas, com isso, a variação entre o fator a/c (água e cimento) produzem efeitos sobre suas propriedades como, resistência mecânica, permeabilidade e durabilidade do material.

Devido ao mal preparo do concreto, ou algumas divergências no processo do preparo e levando em consideração os fatores químicos, físicos e biológicos, com passar dos tempos surgem patologias no concreto e uma das mais comuns são as fissuras.

De acordo com Azevedo (2011), as fissuras são manifestações patológicas nas estruturas de concreto devido à ocorrência de tensões de tração acima da capacidade resistente do concreto. Podendo ocorrer no estado endurecido ou frasco.

2.2 Bioconcreto

De acordo com Reis (2017), o bioconcreto é um produto criado pela MICP (do inglês Microbial-Induced Carbonate Precipitation), que ao ser introduzido bactérias, tem o objetivo de diminuir os espaços vazios entre as partículas do concreto e, que tenha o poder de autocicatrização nos surgimentos de fissuras nos primeiros anos causado por patologias sem que haja alterações nas características de resistência do concreto. Podendo ser empregado em duas formas, com uma camada superficial ou como um produto de cimentação, o MICP comprovou um aumento na resistência à compressão de 25% quando foi usada no bioconcreto a cultura de bactérias *Shewanella sp* e um aumento na sua permeabilidade à água.

Em 2019, Li *et al*, informou em seu estudo, que o tipo e a concentração de bactérias adicionado na mistura tem grande importância e afeta significativamente a morfologia dos cristais de carbonato na precipitação de carbonato de cálcio.

Sobretudo, em 2018, Mondal e Ghosh adicionaram na mistura do concreto bactérias do tipo *Bacillus subtilis*. Os estudos constataram que as bactérias utilizaram o oxido de cálcio livre para fazer precipitação de carbonato de cálcio na cama interior e superficial da pasta cimentícia.

Segundo Vekariya Pitroda (2013), a introdução de microrganismos no concreto vem se fortalecendo ao longo dos anos, disponíveis aplicações consistem nos melhoramentos das características do concreto como na durabilidade e, autocicatrização de fissuras e monumentos de calcário. Em diferentes estudos por diferentes autores mostram a aplicação de algumas bactérias, como exposto no Quadro 1 (um) abaixo.

Aplicação	Organismo	Referencia
Argamassa de cimento e concreto	Bacillus cereus	Le Metayer-Leverel <i>et al</i> (1999)
	Bacillus sp. CT-5	Achal <i>et al</i> , 2011
	Bacillus pasteurii	Ramachandran <i>et al</i> (2001)
	Shewanella	Ghosh <i>et al</i> (2005)
	Sporosarcina pasteurii	Achal <i>et al</i> (2011)
Remediação de fissuras em concretos	Sporosarcina pasteurii	Bang <i>et al</i> (2001)
	Bacillus pasteurii	Ramachandran <i>et al</i> (2001)
	Bacillus pasteurii	Ramakrishnan (2007)
	Bacillus sphaericus	De Belie <i>et al</i> (2008)
	Bacillus sphaericus	D Muyenck <i>et al</i> (2008)
Autocicatrização	Bacillus pseudofirmus	Jonkers <i>et al</i> (2007)
	Bacillus cohnii	Jonkers <i>et al</i> (2007)

Quadro 1: Aplicação de várias bactérias em áreas da construção (Vekariya, Pitrodal, 2013).

2.3 Leveduras

Segundo Phaff (1990) e Walker (1998), leveduras são fungos unicelulares normalmente não filamentosos, microrganismos eucarionte, heterotróficos, saprófitos ou parasitas, amplamente distribuídas na natureza, sendo encontrado associados aos solos, plantas, animais, água e outros substratos fornecedor de açúcar.

Em 2002, Gueiros apud Tortora *et al*, em seu estudo, afirmou-se que a levedura tem capacidade anaeróbico facultativo, podendo utilizar oxigênio ou um componente orgânico como acceptor final de elétrons. Porém, na ausência de oxigênio,

as células fermentam os carboidratos até etanol e dióxido de carbono e na presença do oxigênio as leveduras respiram para metabolizar os carboidratos até dióxido de carbono e água.

Não há nenhum estudo que comprove a capacidade das leveduras de promoverem a autocicatrização ao ser adicionado a mistura convencional de concreto. É preciso analisar as características celulares das leveduras para comparar com a bactéria utilizada pela MICP na criação do bioconcreto, a partir da necessidade de criação de novas fontes para aprimoramento do assunto, surgiu a ideia deste estudo.

3. Metodologia

A metodologia desse trabalho foi dividida em duas etapas. A primeira na coleta de dados da literatura com a mesma semelhança e finalidade desse estudo, e a segunda etapa é composta por mais dois tópicos correlacionadas e respectivamente, a escolha do tipo de leveduras a ser adicionada a mistura do concreto, a dosagem e preparo do concreto e por fim, os ensaios de resistência a compressão do corpo de prova.

3.1 Etapa 1 - Coleta de Dados

O maior objetivo desse estudo é analisar os testes feitos em campos com o bioconcreto com a introdução de leveduras, com os dados da literatura do bioconcreto com a introdução de bactérias dos últimos dez anos. O bioconcreto mostrou eficiência para alguns pesquisadores, como Jonkrs em 2015, concluindo que as bactérias fizeram seu papel de autocicatrização das fissuras geradas pelo concreto, melhorando também sua resistência mecânica. E, em um outro estudo semelhante em 2016, realizado pelo Saminar, mostrou-se que de fato o bioconcreto ao ser introduzida as bactérias, tem a capacidade de autocicatrizar. O Quadro 1, é referente a aplicação de várias bactérias em áreas da construção, citada no referencial teórico, listada por VEKARIYA em 2013.

3.2 Etapa 2 – Bioconcreto com Leveduras

O bioconcreto produzido em laboratório teve como base a cepa de levedura *Saccharomyces Cerevisiae* presente no fermento biológico a título de experimento em

concreto comum, o mesmo ocorreu todas as etapas de preparação de concreto com um excedente que foi introduzido ao concreto a cepa de levedura. Como desmoldante, foi utilizado o biodiesel previamente preparado em laboratório, com a utilização de óleo de cozinha usado, todo esse experimento foi realizado do Laboratório de Materiais e Solos da UNIFACS - Feira de Santana, Bahia.

3.2.1 Preparo do Biodiesel

A produção do Biodiesel foi realizada em três etapas, na 1^o etapa, foi feita a solubilização do catalizador (NaOH) em álcool, colocando o hidróxido de sódio (NaOH) num béquer e amassado com o auxílio do bastão de vidro, onde em seguida foi misturado ao álcool etílico no béquer, que continha o (NaOH) macerado e agitando até que ocorresse a completa dissolução do material.

Na 2^o etapa, o resultado da solução de (NaOH) com álcool etílico, foi adicionado ao óleo vegetal e homogeneizado, até que ocorresse o fim da reação, transformando-se assim, na solução de glicerol com biodiesel. Contudo, Já na 3^o etapa, foi colocado a solução no balão de separação e aguardado durante 24 horas, até que o glicerol foi retirado através do processo de decantação e conseqüentemente, restando apenas no biodiesel puro no balão de separação como mostra as Figura 1 e Figura 2.



Figura 1: Biodiesel com glicerol, (Fonte: Autor).



Figura 2. Separação do glicerol do biodiesel, (Fonte: Autor).

3.2.2 Cultivo da Cepa de Leveduras

Durante os ensaios feitos em laboratórios, foi utilizado leveduras da espécie *Saccharomyces Cerevisiae*, com a finalidade de que as mesmas após ativadas pudessem observar a sua reação e sua capacidade de multiplicação futura.

Para que as leveduras fossem ativadas, foi feita a ativação da mesma com água salina pepitonada em 2.55g do meio para 200 ml de água destilada e reservada. Logo após, foi pesada o meio de cultura sabouraud dextrose agar e obteve 16,25g do meio para 200 ml de água destilada, o mesmo foi autoclavado e logo em seguida foram plaqueados para a inoculação em placas de petri, para inoculação da levedura ativada, como mostra nas Figuras 3, 4 e 5 abaixo.

Após a diluição das leveduras na água salina pepitonada foi semeado a levedura no meio de cultura sabouraud dextrose ágar e incubado a uma temperatura de 37° graus por 24 horas, após as 24 horas foi observado se houve crescimento, e incubado a 37 graus por mais 24 horas. Após esse tempo foi feita a diluição de uma colônia em água salina contendo 9ml dentro do tubo de ensaio, para o mesmo ser inserido na mistura do concreto convencional.

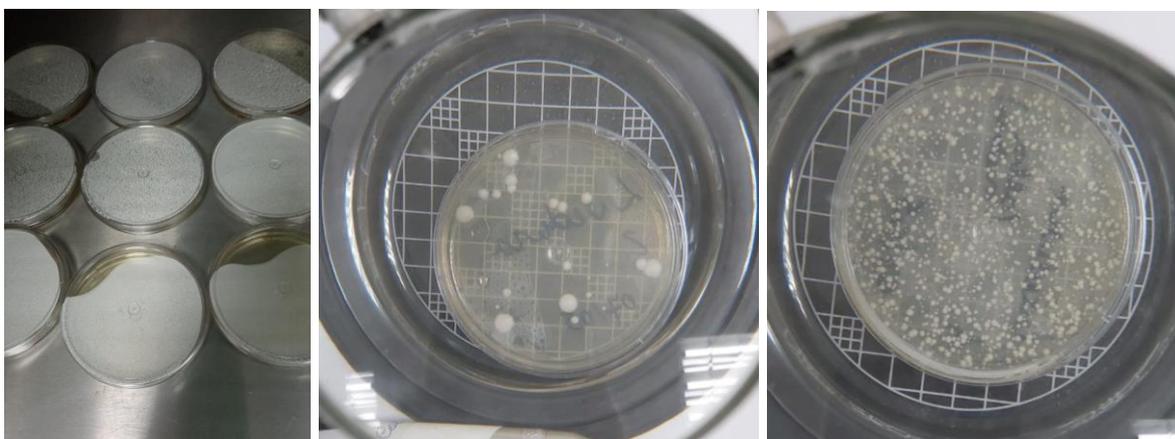


Figura 3, Figura 4, Figura 5: Cultivo de Leveduras (Fonte: Autor).

3.2.3 Preparo do Bioconcreto

De acordo com a NBR 12655, dosagem é a medida dos materiais (água, agregado miúdo, agregado graúdo, cimento, adições e aditivos) que são componentes do preparo do concreto para o volume desejado, a fim de evitar desperdício, como mostra a Figura 6.

Após a dosagem do concreto, foi utilizado a betoneira no auxílio da construção do concreto, onde foi adicionado a brita e metade da água que foi utilizado no concreto, sendo misturados por cerca de um minuto. Em seguida foi adicionado o cimento CP V, a areia e o restante da água, que foram misturados novamente por cerca de três a quatro minutos, para que o concreto ficasse mais homogêneo.



Figura 6: Dosagem dos Matérias (Fonte: Autor).

Em seguida, seguindo os padrões e procedimentos contido na NBR NM 67 de 1998, que determina através do abatimento do tronco de cone à consistência do concreto fresco, onde foi realizado o slump test, demonstrando resultado de 10 cm de abatimento.

Contudo, após fazer o abatimento do tronco de cone e, onde o mesmo deu correto, o concreto usado no ensaio é colocado novamente na betoneira para ser homogeneizado novamente. Lembrando que a dosagem do concreto utilizada, foi uma dosagem empírica (1:3:2:0,7), bastante utilizada em construções, a fim do bioconcreto está mais próximo da realidade do nosso dia a dia.

Após ser feito a dosagem, a mistura e o ensaio de abatimento, adicionamos manualmente sobre o concreto duas misturas diferentes com leveduras. A primeira foi o corpo de prova piloto, apenas com o concreto convencional, a segunda mistura recebeu uma colona de cepa de leveduras cultivada em laboratório e diluída em 9ml de agua salina pepitonada, a segunda recebeu 10 mg de cepas de leveduras ativas, diluída em 4ml de soro fisiológico. Logo após iniciamos a etapa de preparação dos corpos de provas cilindros, onde foi confeccionado 5 corpos de prova, uma sendo o concreto convencional, duas contendo as leveduras cultivadas e duas amostras

contendo leveduras ativada. Todos os corpos de provas foram de 10 mm x 200 mm cilíndricos, e ambos receberam em toda sua superfície interna, o biodiesel produzido em laboratório e natural como desmoldante, e em seguida foi feito a moldagem do concreto nos corpos de provas. Lembrando que todo o procedimento foi obedecendo a NBR 5738:2015, que prescreve o procedimento utilizado na moldagem e a cura de corpos de provas cilíndricos e prismáticos de concreto, como mostra as Figura 7 ,8 e 9 anexadas.

Após 24 horas, foi realizado o desmonte dos corpos de provas e deixando submerso a água com cal até o dia que foi feito o ensaio de Compressão que analisa a resistência mecânica do concreto endurecido, como mostra a Figura 10.



Figura 7: Passando desmoldante, (Fonte: Autor).



Figura 8: Montagem do Corpo de prova, (Fonte: Autor).



Figura 9: Corpos de prova fresco, (Fonte: Autor).



Figura 10: Corpos de prova endurecido, (Fonte: Autor).

3.2.4 Ensaio de Compressão

De acordo com Rodrigo em 2002, resistência a compressão simples é medido através dos corpos de provas cilíndricos, regido pelas normas vigentes.

A realização do ensaio a compressão, é submetido e regido pela NBR 5739, que é relacionado ao ensaio de compressão de corpos de provas cilíndricos, sendo enfatizada por mais quatro NBR (moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos (NBR 5738), máquina de ensaio de tração e compressão (NBR 6156), extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto (NBR 7680) e Câmaras úmidas para cura de corpos de prova de cimento e concreto (NBR 9479)).

Após o período de cura do concreto, durante 14 dias, o corpo de prova foi retirado da cura, enxugado, tirado a medição de dois diâmetros na horizontal e levado para realizar o ensaio de compressão, através da máquina de compressão, onde foram submetidos a esforços de compressão até que se fissurasse, como mostra a Figura 11.



Figura 11: Ensaio de Compressão dos corpos de provas (Fonte: Autor).

4. Resultados

4.1 Ensaio de Compressão

O ensaio de compressão é de extrema importância, pois o mesmo mede a capacidade de resistência a compressão que o concreto vai suporta até que haja fissuras, e como mostra a Tabela 1, observamos que no corpo de prova 1 ou o corpo de prova piloto, obteve a sua resistência a compressão de 11,95 Mpa em 14 dias e com base nele, foram feitas as análises comparativas dos demais quatro corpos de provas com a introdução de leveduras ativadas e cultivadas.

NOME	LEVEDURAS	CONCENTRAÇÃO	RESISTÊNCIA (MPa)
Corpo Prova 1	Sem Levedura	0	11,95
Corpo Prova 2	Ativada	10 mg/4ml	11,83
Corpo Prova 3	Ativada	10 mg/4ml	14,83
Corpo Prova 4	Cultivada 1	1 Colônia/ 9ml	14,69
Corpo Prova 5	Cultivada 2	1 Colônia/ 9ml	12,50

Tabela 1: Resistência a compressão dos corpos de provas (Autor).

O corpo de prova 2, composto com a concentração de leveduras ativada, obteve perda de aproximadamente 1,01% da resistência a compressão, já o corpo de prova 3, contida a mesma concentração de levedura, obteve aumento na sua resistência a compressão de aproximadamente 19,42 % a mais do que o corpo de prova piloto (sem as leveduras). Sendo que, o corpo de prova 3, foi homogeneizado por 3 minutos, sendo 1 minuto a mais que o corpo de prova 2.

Já os corpos de provas com a introdução de leveduras cultivadas, ambos obtiveram um aumento na sua resistência a compressão, comparado ao corpo de prova piloto (sem adição de leveduras), sendo que, o corpo de prova 4 obteve aproximadamente 18,65 %, e o corpo de prova 5 obteve 4,4 % de ganho. Sendo que, o corpo de prova 5, foi homogeneizado por 2 minutos, sendo 1 minuto a menos que o corpo de prova 4.

Além disso, foi observado também que o fator água e cimento, não houve mudanças com a adição das leveduras, a mistura do concreto não teve perda na qualidade dos componentes e das propriedades mecânicas do concreto, os corpos de provas apresentaram bons estados e ambos sem espaços vazios. Contudo, o Biodiesel desencadeou o seu papel como desmoldante, sendo um biodiesel puro, eficiente, e tendo eficácia no desmolde dos corpos de provas.

5. Conclusão

As Leveduras contidas no fermento biológico, em geral, tanto ativada como cultivada, desenvolveram um bom desempenho como aditivo na substituição das bactérias no bioconcreto, melhorando a sua capacidade de resistência mecânica sem prejudicar ou diminuir as demais características e propriedades importante do concreto. Em relação a capacidade de autocicatrização das leveduras, em laboratórios, os resultados foram otimistas como mostra na Figura 3, Figura 4, Figura 5 respectivamente. A levedura mostrou que ao ser cultivadas elas se expandem, e esperamos ter o mesmo desempenho na adição ao bioconcreto, e que o mesmo tenha a capacidade de se preencher.

Para trabalho futuros, ressaltando que os corpos de provas irão ficar em análise durante dois anos, sendo coletado dados em 5 dias, 15 dias, 1 mês, 3 meses, 6 meses, 12 meses, 18 meses e 24 meses e, a fim de que até o fim do mesmo,

tenhamos uma resposta concreta da capacidade das leveduras de replicação no concreto e preencha as fissuras, como foram em estudo em laboratório.

Referências

ABNT, A. B. D. N. **Concreto–Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto–Parte 1: Resistência à compressão**. NBR, v. 7680, p. 2015, 2015.

ABNT, NBR 12655: **Concreto de cimento Portland–Preparo, controle, recebimento e aceitação–Procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT, NBR 5739: **Concreto: ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT, NBR 9479: **Argamassa e concreto–Câmaras úmidas e tanques para cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT, NBR 9778. **Argamassas e concretos endurecidos: Determinação da absorção de água por imersão, índice de vazios e massa**. 2005.

ABNT, NBR NM 67: **Concreto–Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. 1998.

ABNT, NBR. 5738.(2015). **Concreto–Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**.

ABREU, Brendon Garcia, ARAUJO, Carlos Eduardo S.B, AMARANTE, Mayara dos Santos, ORFÃO, Ronaldo Barro. **BIOCONCRETO**. Diálogos Interdisciplinares, v. 8, n. 2, p. 45-55, 2019.

ALSHALIF, A. F. et al. **Isolation of Sulphate Reduction Bacteria (SRB) to Improve Compress Strength and Water Penetration of Bio-Concrete**. MATEC Web of Conferences, v. 47, n. July, p.01016, 2016.

ANDOLFATO, Rodrigo Piernas. **Controle tecnológico básico do concreto**. Ilha Solteira:[s. N.], 2002.

Biomíneralização de bactérias ureolíticas de solo de cerrado e de rejeitos de Building Materials, v. 22, n. 5, p. 875–885, 2008.

CARNEIRO, Laísa do Rosário Souza et al. **Concreto autocicatrizante pela introdução de bactérias–Uma revisão**. In: Congresso CONPAT 2019, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 2019.

Construção civil. 2017. 103 f. Dissertação (programa de pós-graduação em ciências ambientais) - universidade Federal de goiás, [s.l.], 2017.

DE MUYNCK, Willem; COX, Kathelijm; BELIE, Nele De; *et al.* **Bacterial carbonate precipitation as an alternative surface treatment for concrete.** Construction and Building Materials, v. 160, p. 102-111, 2018.

DOS REIS, Luann Vieira. **Biotecnologia microbiana da construção: potencial de aplicação em concreto.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

EUZÉBIO, Luíz Antônio; ALVES, Thiago Rodrigues; FERNANDES, Vítor Andrade. **Estudo exploratório de concreto com introdução de Bacillus subtilis, Bacillus licheniformis, acetato de cálcio e ureia.** 2017.

GUEIROS, Rute Salgues. **Otimização das técnicas de manipulação genética de leveduras industriais para aplicação na produção de álcool combustível.** 2006. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

LARUCCIA, M. M. **Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil.** ENIAC Pesquisa, Guarulhos, v. 3, n. 1, p. 70-85, jan. 2014.

Li, L., Zheng, Q., Li, Z., Ashour, A., Han, B. (2019) **Bacterial technology-enabled cementitious composites: A review** Composite Structures, V.225.

Ltd, England. 1998.

MELLO, Vinícius; PACHECO, Fernanda; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. **Técnicas e Metodologias de Biomineralização na Cicatrização de Fissuras do Concreto.** Revista de Arquitetura IMED, v. 8, n. 2, p. 164-182, 2019.

PAULON, Vladimir; KIRCHHEIN, Ana Paula. Nanoestrutura e Microestrutura do Concreto Endurecido. In: ISAIA, Geraldo C. (Org.). **Concreto: Ciência e Tecnologia.** 1a. ed. São Paulo: IBRACON, 2011, p. 585–613.

precipitation as an alternative surface treatment for concrete. Construction and Building Materials, v. 160, p. 102-111, 2018.

SANTOS, Amanda Souza; ISELLE, Fabiana Aparecida; DIAS-SILVA, Leonardo Henrique. **Resíduos da construção civil: conceitos, histórico e gerenciamento. Organizações e Sociedade,** v. 8, n. 10, p. 5-21, 2019.

SILVA, Felipe Portela Candido; De Carvalho PASSARINI, Victor; SANTOS, Fernanda Cristina Storte. **BIOCONCRETO: A TECNOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO SUSTENTAVEL.** INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation (ISSN 2357-7797), v. 5, n. 2, p. 41-58, 2017.

TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. **A construção civil como instrumento de desenvolvimento da economia brasileira.** *Revista paranaense de desenvolvimento*, Curitiba, n. 109, p. 09-26, 2005.

VEKARIYA, Mayur Shantilal; PITRODA, Jayeshkumar. **Bacterial Concrete: New Era for Construction Industry.** *International Journal of Engineering Trends and Technology*, v. 4, n. 9, p. 4128–4137, 2013.

WALKER, G. M. **Yeast Physiology and Biotechnology.** John Wiley and Sons



UNIFACS

Avenida Tancredo Neves, nº 2131,
Caminho das Árvores, CEP 41820-021,
Salvador - BA
www.unifacs.br



ANEXO B

MODELO DO TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS NO AMBIENTE VIRTUAL DA UNIFACS

Eu, Adinaildo Vilas Boas _____
portador do documento de identidade nº 1487395809 _____,
CPF nº 06849311506 _____, estudante do curso de Engenharia Civil da
UNIFACS, matrícula nº 1271618524 _____,
autorizo, para todos os fins de direito, que a Universidade Salvador -
UNIFACS, com sede na Rua Dr. José Peroba, 251, STIEP, Salvador-BA,
inscrita no CNPJ/MF sob o nº 13.526.884/0001-64, possa disponibilizar,
perante qualquer meio de comunicação, inclusive na internet, a obra (informar o
título) Análise Metodológica de Desenvolvimento de um Bioconcreto, a partir da
Adição de Fermento Biológico (Leveduras)

_____ apresentado na UNIFACS em 20____/06____/2022__ para que
terceiros interessados em conhecer ou analisar o referido trabalho acadêmico
possam imprimir para leitura e pesquisa, bem como reproduzir, total ou
parcialmente, e utilizar como lhes convier, respeitados os direitos do Autor,
conforme determinam a Lei n.º 9.610/98 (Lei do Direito Autoral) e a Constituição
Federal, art. 5º, inc. XXVII e XXVIII, "a" e "b".

Neste sentido, declaro que, cumpridos os requisitos acima, nada poderei
reclamar, seja a que título for, sobre os direitos inerentes ao conteúdo da referida
dissertação.

Data: 22____/06____/2022____

Assinatura do Autor: Adinaildo Vilas Boas