

SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO PELO PÓ DO CAROÇO DE *SPONDIAS PURPUREA L.* (SERIGUELA) NO CONCRETO PARA MELHORIA DA TRABALHABILIDADE.

Millena Dayse Barbosa da Silva¹

Rafael Roberto da Silva²

Maria Isabel Ferreira dos Santos³

Gastão Coelho de Aquino Filho⁴

RESUMO

A construção civil é um setor que consome muitos recursos naturais, causando impactos negativos ao meio ambiente desde a extração da matéria-prima até a destinação final dos resíduos sólidos. Com isso, a busca de materiais alternativos para substituir os tradicionais agregados do concreto vem crescendo com o intuito de reduzir as agressões à natureza e diminuir os custos de produção. Como a seriguela é uma fruta típica da região nordeste, sendo esta altamente comercializada, o caroço da fruta torna-se um material atrativo para substituição do agregado miúdo já que até o momento não se tem uma destinação adequada na construção civil para este resíduo. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo utilizar o agregado granular resultante da trituração do caroço da Seriguela, como substituição parcial da areia no concreto, verificando sua consistência e trabalhabilidade. Para execução do projeto são coletados caroços de seriguela, depois triturados, e posteriormente, são confeccionados corpos de prova, substituindo, parcialmente, o agregado miúdo (areia) pelo pó do caroço de seriguela. Após a confecção dos corpos de provas verifica-se a trabalhabilidade do concreto através dos ensaios de consistência por abatimento do tronco de cone *Slump Test*, de acordo com a NBR NM 67/1998.

Palavras-chave: Concreto, Construção Civil, Resíduos sólidos, Seriguela.

INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que mais cresce no Brasil, ocupando uma posição de destaque na economia, sendo uma das atividades humanas que mais consomem agregados (areia, brita, calcário entre outros) visto que para a produção de concreto e argamassa no ano de 2000 era necessário o consumo de 210 milhões de recursos naturais (JOHN, 2000). Assim, o conselho Internacional da construção (CIB) considera a indústria da construção civil como uma grande consumidora dos recursos naturais, sendo um dos setores que mais produzem resíduos e utiliza energia de forma intensiva, gerando assim consideráveis impactos ambientais (OLIVEIRA, 2015).

¹ Graduanda do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba-IFPB/*Campus* Cajazeiras, millenadayse22@gmail.com;

² Graduando do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba-IFPB/*Campus* Cajazeiras, rafael.roberto.123@hotmail.com;

³ Graduanda do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal da Paraíba-IFPB/*Campus* Cajazeiras, isabel.ferreira.pb@hotmail.com;

⁴ Professor do Instituto Federal da Paraíba-IFPB/*Campus* Cajazeiras, gastao.aquino@ifpb.edu.br;

Desse modo, a indústria da construção causa impactos negativos desde a extração da matéria-prima até a destinação final dos resíduos sólidos, provocando a devastação de áreas urbanas e alterações na paisagem. Isto ocorre já que a extração do recurso natural (areia) ocasiona nessas áreas vários problemas ambientais como os deslizamentos de terras, erosões e assoreamento (GUEDES, 2013). O Brasil junto de outros quatro países (China, Índia, EUA e Turquia) estão entre os grandes mineradores de areia já que 80% desta extração destinam-se para a indústria da construção civil principalmente para produção de concreto e argamassa. Então, surge conseqüentemente a necessidade de encontrar materiais renováveis que possam reduzir os impactos ambientais (MILHORANCE, 2016).

Dessa forma, a demanda por materiais alternativos de baixo custo que substituam os agregados do concreto vem crescendo a fim de reduzir os custos da produção e os impactos ambientais causados para a fabricação deste (MENDES, 2016). Logo, a incorporação de práticas sustentáveis na construção civil torna-se uma tendência crescente no mundo.

O caroço de seriguela é um resíduo disponível em grandes quantidades na Região Nordeste e até o momento não se tem uma aplicação viável na construção civil para o mesmo. A comercialização da fruta na cidade de Cajazeiras na Paraíba em 2018 obteve uma produção de 700 caixas por hectares totalizando 21 toneladas por hectares (SOUSA, 2018). Dessa forma, o Nordeste tem apresentado um mercado favorável para comercialização dos frutos da *Spondias purpurea L* (seriguela), devido ao aumento na demanda de polpas, sorvetes e sucos derivados deste fruto. As *Spondias* apresentam-se em diferentes espécies, sendo uma delas a *Spondias purpurea L* (seriguela), que é o objeto desta pesquisa (SOARES, 2011).

Segundo Souza e Araújo (1999), este fruto apresenta um caroço muito grande e uma produtividade de polpa elevada, o que pode explicar seu uso na confecção de sorvetes, licores e geleias. Apesar de ser um fruto com muitas aplicabilidades, o caroço da seriguela não possui nenhuma aplicação viável na construção civil e é descartado de maneira incorreta na natureza.

Sendo a construção civil uma das áreas que mais busca materiais alternativos para serem adicionados ao concreto, objetivando uma utilização ecológica destes, seria viável uma pesquisa científica acerca da aplicação do caroço da seriguela como material de construção civil.

Tendo em vista a grande produção do fruto na Região Nordeste, uma aplicação sustentável aos resíduos gerados pelo fruto e uma redução no preço do concreto, o presente trabalho tem como diretriz a utilização do agregado granular resultante da trituração do caroço

da seriguela, como substituição parcial da areia no concreto, avaliando a consistência e a trabalhabilidade do aglomerado.

METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos dessa pesquisa, foram realizados ensaios laboratoriais, no Laboratório de Geotecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba *Campus* Cajazeiras, para caracterização dos materiais e do concreto com resíduo de caroço de seriguela.

A metodologia abrange a coleta do caroço de seriguela, seco naturalmente, em seguida, triturado em picador forrageiro, de modo a se obter a granulometria de agregado miúdo (entre 0,15 e 4,8 mm) após a trituração.

Foram realizados os seguintes ensaios de caracterização dos agregados e do resíduo de seriguela: massa unitária no estado solto e massa unitária no estado compactado (NBR NM 45/2006), massa específica (NBR NM 52/2009) e granulometria (NBR NM 248/2003). O traço de referência foi determinado pelo Método ABCP/ACI.

O ensaio de massa específica e unitária para o resíduo da seriguela baseou-se na metodologia indicada por Izquierdo(2011).O ensaio consistiu em deixar a amostra do resíduo em repouso por 24h, após a saturação dos poros permeáveis, esta foi disposta sobre uma superfície plana exposta a uma suave corrente de ar. Em seguida, pesou-se a amostra a fim de obter a massa saturada e posteriormente esta foi colocada em uma proveta graduada com um volume inicial de 600 ml e fez-se a leitura do volume final. Após este procedimento, a amostra saturada foi seca em estufa por 24h a 60°C.

Foram confeccionados corpos de prova de concreto para o traço de referência (CP's), baseando-se na NBR 5738/2015 que prescreve o procedimento de moldagem e cura do concreto. Em seguida, foram feitas as substituições parciais da areia pelo resíduo do caroço de seriguela, utilizando os percentuais de 5%, 10% e 15%.

Para a caracterização do concreto no estado fresco foram realizados ensaios de consistência por abatimento do tronco de cone *Slump Test*, de acordo com a NBR NM 67/1998 .Os dados obtidos foram analisados através da elaboração de tabelas no *Microsoft Excel*.

DESENVOLVIMENTO

1. Concreto

Segundo Benetti (2007), concreto é um material resultante da mistura de cimento, água, agregado graúdo e agregado miúdo, de maneira que o cimento ao ser hidratado pela água forma uma pasta que envolve e adere aos agregados, podendo ser moldado em diversas formas, sendo este de fundamental importância na construção civil.

Este material, hoje em dia, tornou-se o material de construção civil mais utilizado no mundo, isso se dá principalmente pelas suas características, tais como: boa resistência à água e agentes agressivos, boa plasticidade, moldando-se de várias formas e conferindo liberdade na concepção do projeto (COSTA; SILVA, 2015).

1.1 Componentes Básicos

1.1.1 Cimento

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2019) o cimento é um pó fino com finalidades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob a ação de água. Na forma de concreto, torna-se uma pedra artificial, que pode ganhar diferentes formas e volumes, de acordo com as necessidades de cada obra.

Existe uma diversidade de classes de cimentos e esses são classificados por siglas e pelo tipo de resistência. Todas as siglas apresentam o prefixo CP (Cimento Portland) acrescido de sua composição, como o cimento Portland comum, composto, pozolânico, dentre outros. Quanto à resistência a compressão, estes apresentam valores de 25, 32 e 40 MPa.

1.1.2 Agregados

O Portal do Concreto (s. d.) define agregados como sendo materiais que, no início do desenvolvimento do concreto, eram adicionados à massa de cimento e água, para dar-lhe “corpo”, tornando-a mais econômica. Hoje eles representam cerca de oitenta por cento do peso do concreto e sabemos que além de sua influência benéfica quanto à retração e à resistência, o tamanho, a densidade e a forma dos seus grãos podem definir várias das características desejadas em um concreto.

Esses agregados são classificados em dois tipos: os agregados miúdos e os agregados graúdos. A ABNT (NBR 7211/2009) define como agregado miúdo aqueles cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 µm, já os agregados graúdos são aqueles cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm. Quanto aos agregados usados na fabricação do concreto, geralmente são a areia (agregado miúdo) e brita (agregado graúdo).

1.1.3 Água

A água é o elemento responsável pelas reações de hidratação do cimento que vai permitir a ligação entre os componentes do concreto e fornecer a plasticidade da mistura (DURAN e FRACARO, 2011).

Segundo o mesmo autor, a quantidade de água do concreto, é determinada pelo fator água-cimento. Essa quantidade de água definida no traço tem de ser seguida rigorosamente pois, alterações deste fator podem trazer mudanças na resistência do concreto.

1.2 Propriedades no Estado Fresco

Trabalhabilidade: responsável pela facilidade com que a mistura é lançada, com ausência de segregação. Sendo esta, uma das propriedades essenciais do concreto. (DURAN e FRACARO, 2011). O ensaio mais conhecido, que mede a consistência do concreto, é o denominado ensaio de abatimento do tronco de cone, mais conhecido como *Slump Test*.

Massa Específica: é determinada pela relação entre a massa de concreto e o seu volume após adensamento, incluindo neste volume o ar eventualmente retido ou proposadamente incorporado a ele.

2. Concreto com Materiais Alternativos

A indústria da construção civil gera uma grande quantidade de resíduos, causando sérios problemas ambientais. Na tentativa de minimizar os impactos ambientais provocados pelas obras, surge a iniciativa para uma construção sustentável. Partindo disso, vem crescendo a ideia da utilização de agregados alternativos na construção civil, que tem como finalidade melhorar as propriedades do concreto, reduzir os custos com o material de construção e diminuir a quantidade de resíduos sólidos (EVANGELISTA et al., 2004).

De acordo com Mendes (2016), devido às influências benéficas ocasionadas pelo uso de agregados alternativos diversos estudos são realizados na busca por materiais que possam substituir os atuais componentes da mistura, de forma eficiente e sustentável, minimizando os impactos ambientais. Assim há uma tendência atual de substituir principalmente os agregados miúdos e, em menor proporção, os agregados graúdos por materiais alternativos.

Segundo o mesmo autor, vários materiais, descartados como resíduos de diversas atividades são estudados como propostas de substituição como, por exemplo, rejeitos de borracha, vidros e rejeitos da própria construção civil. Segundo Vieira e Dal Molin (2004), embora as pesquisas realizadas apontem um bom potencial para utilização de agregados reciclados em concreto, o emprego destes ainda é relativamente pequeno na construção.

Pesquisas nacionais que tratam da utilização de agregados reciclados concluíram que concretos com esses tipos de agregados apresentam bons desempenhos em relação à avaliação mecânica e a durabilidade (VIEIRA; DAL MOLIN, 2004). Assim a utilização de materiais reciclados gera inúmeros benefícios econômicos e ambientais, pois minimizam a extração de recursos naturais, diminui a poluição, reduz os gastos além de aprimorar as propriedades do concreto (JARDIM et al.,2017).

Alguns estudos estão sendo realizados a fim de utilizar o caroço de frutas para melhorar as propriedades do concreto. De acordo com Sousa et al. (2018) que desenvolveu um estudo para analisar as propriedades do concreto a partir da substituição parcial do agregado miúdo por pó do caroço de açaí, obtendo como resultado a descoberta de que o pó é fibroso e dá resistência ao concreto, logo concluiu que o agregado pode ser proveitoso.

Segundo Nascimento e Oliveira (2018), que realizam um estudo do uso das cinzas de caroço de açaí na produção de concreto, concluíram que tal utilização é viável para fabricação deste, tornando-o mais durável. Dessa forma, baseando-se nos estudos desenvolvidos torna-se viável a busca por novos tipos de resíduos alimentícios, principalmente resíduos de frutas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente o caroço foi obtido e depois seco naturalmente. Após a secagem foi triturado através da forrageira. Com isso, foram feitos os ensaios de massa unitária, massa específica e granulometria para o resíduo, a areia e a brita.

De acordo com a NBR NM 45/2006 no ensaio de massa unitária foi possível determinar seu valor incluindo o volume ocupado pelo ar e pela umidade existente entre os grãos. Com isso, determinou-se o valor da massa unitária no estado solto e compactado da areia e da brita, obteve-se então para o agregado miúdo (areia) uma massa unitária solta de 1,593 g/cm³ e uma massa unitária compactada de 1,649 g/cm³. Já para o agregado graúdo (brita), obteve-se uma massa unitária solta de 1,530 g/cm³ e uma massa unitária compactada de 1,602 g/cm.

Segundo a NBR 7211/2009 no ensaio de granulometria determina-se a distribuição em porcentagem dos diversos tamanhos dos grãos para que assim seja possível classificar o agregado. Para o agregado miúdo, determina-se o módulo de finura e o diâmetro máximo, enquanto para o agregado graúdo, determina-se a maior porcentagem retida e consequentemente, o diâmetro máximo. Para a areia, o módulo de finura foi 2,525 classificando assim a areia em média. Já em relação ao resíduo do caroço de seriguela o valor

do módulo de finura foi 2,529, podendo-se observar que tanto a areia como o resíduo apresentam tamanhos de partículas semelhantes. Em relação ao diâmetro máximo que corresponde ao número da peneira da série normal na qual a porcentagem acumulada é menor ou igual à 5% ,constatou-se que a areia e o resíduo do caroço de seriguela possuem um diâmetro máximo de 4,8mm.

Já para o agregado graúdo, identifica-se que em média 88,35% dos grãos ficaram retidos entre as peneiras de 19mm e 9,5mm classificando o agregado em Brita 1.

Conforme a NBR NM 52/2009 a massa específica é a relação entre a massa do agregado seco e o volume dos grãos, incluindo os vazios, sendo bastante importante no estudo do agregado. No ensaio obteve-se uma massa específica da areia de 2,644 g/cm³ classificando assim a areia como normal. Para o agregado graúdo (brita) o ensaio obteve uma massa específica do agregado de 2,778 g/cm³.

Para caracterização do agregado que substituirá a areia foram encontradas a massa específica e unitária, segundo a metodologia indicada por Izquierdo (2011).

A massa específica obtida pela fórmula:

$$\rho_{espec\ real} = \frac{Ms}{(Vf - Vi) - [(Msat - Ms) / \rho_{\acute{a}gua}]}$$

na qual:

$\rho_{espec\ real}$: massa específica real do pó da seriguela, em gramas por centímetro cúbico;

Ms: massa seca da fibra de sisal após 24 horas na estufa, em gramas;

Msat: massa saturada seca ao ar do pó da seriguela, em gramas

Vi: volume inicial do frasco, em centímetros cúbicos;

Vf: volume final do frasco, em centímetros cúbicos;

$\rho_{\acute{a}gua}$: massa específica da água, em gramas por centímetro cúbico.

A massa unitária foi obtida pela fórmula:

$$\rho_{espec\ apar} = \frac{Ms}{(Vf - Vi)}$$

na qual:

$\rho_{espec\ apar}$: massa específica pó da seriguela, em gramas por centímetro cúbico;

Ms: massa seca do pó da seriguela, após 24 horas na estufa, em gramas. Vi: volume inicial do frasco, em centímetros cúbicos;

Vf: volume final do frasco, em centímetros cúbicos.

Logo, a massa específica obtida foi de 1,199 g/cm³ e a massa unitária foi 0,796 g/cm³ para o resíduo.

Para obtenção do traço do concreto de referência foram utilizados o método da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Seguindo esses procedimentos indicados pela ABCP, inicialmente obteve-se o traço nas seguintes proporções:

Cimento: Areia: Brita: Água —————> 1,000 : 1,926 : 2,770 : 0,5

Para confecção, foram misturados em peso, inicialmente:

Cimento: 8,62 kg

Areia: 16,60 kg

Brita: 23,88 kg

Água: 4,31 kg

Com a mistura, verificou-se a necessidade de ajuste do traço de modo a conferir melhor trabalhabilidade ao concreto. O ajuste se deu pela adição total na mistura de:

- 3 kg de areia;
- 3,5 kg de água;
- 7 kg cimento.

A partir disso, obteve-se um novo traço para o concreto, sendo este:

Cimento: Areia: Brita: Água —————> 1,000 : 1,255 : 1,529 : 0,5

De forma que no total foram utilizados:

- 15,62 kg de cimento;
- 19,60 kg de areia;
- 23,88 kg de brita;
- 7,81 kg de água.

Segundo a NBR NM 67/1998, no ensaio do *Slump Test* para o concreto de referência obteve-se um valor médio de 2,7 centímetros para o abatimento do tronco de cone que corresponde à diferença entre a altura do molde e a altura do eixo do corpo de prova, isto é, a altura média do corpo de prova desmoldado.

O concreto de referência apresenta um abatimento entre 10mm e 50mm classificando-o, de acordo com a NBR 8953/2015, em concreto extrusado, vibropensado ou centrifugado.

Utilizaram-se os percentuais de 5%, 10% e 15% de resíduos do caroço de seriguela para as substituições parciais da areia. Sendo empregadas as mesmas quantidades (em peso) de cimento, brita e água calculadas no ajuste do traço do concreto de referência.

A quantidade de areia e resíduo de caroço de seriguela usada para confecção do concreto com substituição percentual de:

- 5% foram:
 - 9,31kg de areia;
 - 0,49kg de pó do caroço da seriguela
- 10% foram:
 - 8,82kg de areia;
 - 0,98kg de pó do caroço da seriguela
- 15% foram:
 - 8,33kg de areia;
 - 1,47kg de pó do caroço da seriguela

No ensaio do *Slump Test* para o concreto com substituição parcial de 5% da areia obteve-se um valor médio de 3,6 centímetros para o abatimento do tronco de cone. Dessa forma, o concreto com este percentual apresentou uma consistência superior ao concreto de referência e conseqüentemente uma melhor trabalhabilidade já que maior a diferença de altura entre o molde e o eixo do corpo de prova maior será a trabalhabilidade e adensamento do concreto.

Já para o percentual de 10% e 15% constatou-se um valor médio, respectivamente, de 1,90cm e 1,70 cm para o ensaio do abatimento do tronco de cone. De modo que, o concreto com esses percentuais de substituição torna-se mais consistente e menos fluído conseqüentemente terá uma trabalhabilidade menor do que o concreto de referência.

Nos percentuais de 5%, 10% e 15% de substituição da areia pelo pó do caroço de seriguela o abatimento do tronco de cone está dentro da classe S10 classificando o concreto em extrusado, vibropensado ou centrifugado de acordo com a NBR 8953/2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível constatar analisando os resultados que o resíduo do caroço de seriguela apresenta granulometria semelhante à areia de modo que os tamanhos dos grãos de ambos são similares. Outro ponto de destaque em relação ao material analisado é a diferença significativa entre a massa específica e unitária da areia e do resíduo. Observando que o resíduo é menos denso do que a areia já que apresenta a massa específica e unitária menores.

A trabalhabilidade do concreto no estado fresco determina a facilidade de moldar e manipular o concreto sem segregação. Assim, esta propriedade do concreto é fundamental

para obter-se uma compactação que assegure uma massa específica máxima possível. Dessa forma, um aumento da compacidade do concreto corresponderá uma melhor resistência (SOBRAL, 2000).

Segundo o mesmo autor um dos principais fatores que interferem na trabalhabilidade do concreto é a consistência determinada a partir do ensaio de abatimento do tronco de cone. Além dessa característica, a trabalhabilidade do concreto está relacionada a três propriedades básicas: Compatibilidade, mobilidade da massa e estabilidade.

Ao analisar o concreto com substituição parcial da areia pelo pó do caroço da seriguela percebeu-se que este apresenta uma consistência superior ao concreto de referência para o percentual de 5% já para os demais percentuais o concreto com o resíduo torna-se mais consistente e menos fluído. Então, o concreto com substituição parcial de 5% mostrou uma melhor facilidade de ser moldado e manipulado de forma estável, isto é, sem fácil segregação. Logo, conclui-se que o pó do caroço da seriguela com o percentual de 5% melhora a trabalhabilidade do concreto.

À medida que se aumentou o percentual de resíduo do caroço da seriguela constatou-se o retardamento do início do tempo de pega que corresponde ao momento do início da cristalização ou do endurecimento do concreto. Assim, de acordo com a Comunidade da Construção (s.d) ao retardar o tempo de pega mantém-se a trabalhabilidade do concreto a altas temperaturas, reduz a elevação do calor de hidratação e amplia os tempos de aplicação do concreto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND-ABCP. Disponível em: <https://abcp.org.br/basico-sobre-cimento/basico/basico-sobre-cimento/>. Acesso em: 02 fev. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015, 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953**: Concreto para fins estruturais-Classificação pela massa específica, por grupo de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2015.3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e específica aparente. Rio de Janeiro, 2009. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

BENETTI, Rafael Kirchner. **Traços de concreto convencional com incorporação de aditivo acelerador de pega**: análise da resistência nas primeiras idades. TCC (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí-RS, 2007.

COMUNIDADE DO CONCRETO. Concreto dosado em central. (s. d.) Disponível em: <http://www.comunidadeconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/3/concreto-dosado-em-central/execucao/59/concreto-dosado-em-central.html> Acesso em: 02 nov. 2019.

COSTA, Michele Pereira da; SILVA, Maila Aparecida Pereira da. Investigação experimental da qualidade do concreto: um estudo de caso em obras de Viçosa-MG. **Revista Simpac**, Viçosa-MG, v. 7, n. 1, p.181-185, dez. 2015.

DURAN, Ana Paula; FRACARO, Danielly. **Verificação das propriedades básicas do concreto industrializado fornecido em embalagens de 30 kg**. TCC (Graduação do Curso de Tecnologia em Concreto, Acadêmico de Construção Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

EVANGELISTA, Ana Catarina Jorge et al. **Estudo de materiais alternativos para produção de concretos e argamassas**. 2004.

GUEDES, Luiz Alves. **Os impactos ambientais causados pela extração de areia no Ribeirão José da Silva e Água Quente, município de Posse e Guarani de Goiás**. 2013. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Geografia, Universidade de Brasília, Goiás, 2013.

JARDIM, Rosieli et al. **Viabilidade da substituição parcial do agregado miúdo natural por agregado de pet em concretos convencionais**. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 8, n. 2, 2017.

JOHN, Vanderley Moacyr. **Reciclagem de resíduos na construção civil**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

MENDES, Marcos Vinicius Agapito et al. **Análise técnica da substituição parcial do agregado miúdo por rejeito magnético na produção de concreto**. 2016.

MILHORANCE, Flávia. **Base da construção civil, areia é um dos recursos mais valiosos e explorados do mundo**. O Globo. 2016. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/base-da-construcao-civil-areia--um-dos-recursos-mais-valiosos-explorados-do-mundo-14960573>. Acesso em: 02 fev. 2019.

NASCIMENTO, Karoline Figueiredo Sarubby do; OLIVEIRA, Thainá Maria da Costa. Aproveitamento das cinzas de caroço de açaí na produção de concreto sustentável analisando sua durabilidade. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 4., 2018, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: Soea, 2018. p. 1 - 5.

OLIVEIRA, Talita Yasmin Mesquita de. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações**. Rio de Janeiro, 2015.

PORTAL DO CONCRETO. Agregados para concreto. (s. d.) Disponível em: <https://www.portaldoconcreto.com.br/agregados/>. Acesso em: 02 fev. 2019.

SOARES, A. A. J. **Avaliação físico-química e bromatológica da polpa de spondias purpurea l (ciriguela) na região do semiárido central paraibano.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2011.

SOBRAL, Hernani Sávio. **PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO.** 5. ED. São Paulo: Associação Brasileira de Cimento Portland, 2000. 34 p.

SOUSA, Luzia de. **Região de Cajazeiras produz 21 toneladas de siriguela por hectares e ajuda catadora pagar faculdade.** Diário do sertão. 2018. Disponível em: <https://www.diariosertao.com.br/noticias/economia/242335/regiao-de-cajazeiras-produz-21-toneladas-de-siriguela-por-hectare-e-ajuda-catadora-pagar-faculdade>. Acesso em: 22 fev. 2019.

SOUSA, Alef Campos Cirilo et al. **Estudo laboratorial da resistência do concreto: substituição parcial do agregado fino (areia) por pó do caroço de açaí.** 2018.

SOUZA, F. X. de; ARAÚJO, C. A. T. Avaliação dos métodos de propagação de algumas Spondias agroindustriais. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 1999, 8p. (Comunicado técnico, 31).

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Contribuição ao estudo e análise de viabilidade da utilização de concretos com agregados Reciclados de resíduos de construção e demolição. **Seminário de Patologias de Edificações. Novos Materiais e Tecnologias Emergentes**, v. 2, 2004.