

**A AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES COMPRESSIVAS DO CONCRETO
REFORÇADO COM MACROFIBRAS DE POLIPROPILENO****Roberto Vicente Silva de Abreu¹, José Francisco Anunciação Pinto².**¹ Graduando em Engenharia Civil, Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu-MG,
robertomutum2011@gmail.com² Mestre em Estruturas Metálicas pela Universidade Federal de Viçosa – MG (UFV), UFRV,
jose.anunciacao@hotmail.com

Resumo- O concreto é um material heterogêneo que apresenta resistência à compressão elevada, mas baixa resistência quando solicitado aos esforços de tração. De tal maneira, as peças de concreto as quais são solicitadas à ambos os esforços simultaneamente não resistem de forma satisfatória à combinação das tensões de tração e compressão. Assim, os efeitos de fissuração são observados em regiões tracionadas, podendo causar ruptura da seção do elemento de concreto. Uma das maneiras de auxiliar na resistência à tração dos elementos de concreto é a adição de barras de aço na parte tracionada, já que o aço apresenta elevada resistência à tração. Outra maneira de auxiliar na prevenção de fissuras é a adição de fibras na composição do concreto. As fibras criam pontes de tensões entre as fissuras e assim, as peças de concreto, mesmo com estágios de fissuração avançados, resistem de forma satisfatória a maiores esforços sem alcançar ruptura total da seção. A presente pesquisa objetivou analisar a influência da adição de macrofibras de polipropileno em relação às propriedades compressivas do concreto reforçado com dosagens de 5% e 10% das fibras citadas.

Palavras-chave: Concreto, Macrofibras de Polipropileno, Fissuração, Resistência à compressão.

Área do Conhecimento: Engenharias

1 INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais de construção mais usados e com tecnologia estabelecida no mundo. Embora o concreto apresente elevada resistência à compressão, o mesmo possui resistência à tração baixa, cerca de 10% da resistência à compressão. Por esta razão, barras de aço são usadas nas áreas tracionadas para que o aço absorva as tensões de tração e a peça permaneça segura e resistente às ações atuantes sobre a estrutura. Os efeitos que os esforços de tração ocasionam nos elementos estruturais de concreto se relacionam com fissuração e posterior ruptura. Uma forma de minorar os efeitos citados é a adição de fibras na composição do concreto (LÖFGREN, 2005).

A utilização de fibras poliméricas, de aço, vidro e naturais tem ganhado espaço na produção de concreto de melhor qualidade e desempenho. O uso de fibras trazem vantagens associadas aos esforços de tração presentes em peças de concreto, de modo que as mesmas contribuem principalmente na prevenção e minimização de fissuras.

As fissuras representam aberturas na peça estrutural que podem permitir a entrada de umidade e ar no interior dos elementos de concreto armado e que podem gerar corrosão do aço existente na composição do concreto. Uma vez que ocorre a corrosão da armadura em uma peça de concreto armado, a mesma perde resistência pela quebra do mecanismo concreto e aço de modo que a aderência entre os materiais é perdida quando a superfície de contato dos materiais é alterada por causa do processo de oxidação (LÖFGREN, 2005).

De um modo geral as fibras contribuem para a minimização da quantidade e dimensão das fissuras, proporcionando aos elementos de concreto armado maior durabilidade e qualidade. Existem diversos tipos de fibras no mercado que podem ser adicionadas na composição do concreto e cada tipo de fibras incorpora diferentes propriedades na mistura final. A principal finalidade das fibras em um membro de concreto é ajudar a transferir a tensão solicitante através de microfissuras internas e isso eleva a resistência à propagação de fissuras (AMIT, 2014).

A dosagem das fibras deve ser adequada porque o uso de volumes de fibras a partir de 5 a 10 por cento ou mais elevado do volume total da peça pode fazer o elemento perder resistência à compressão embora a resistência à tração se eleve nas condições citadas. Isso se deve ao fato de que quanto mais fibras na mistura do concreto, menor será o volume de concreto e menor será a resistência já que ela é diretamente proporcional a seção da peça (ACI COMMITTEE 544, 1996).

Vários tipos de fibras têm sido utilizados como componentes para o Concreto Reforçado com Fibras e cada tipo tem as próprias propriedades e características. Os principais tipos de fibras a serem usadas como componente do concreto são aço, vidro, polímero sintético e fibras naturais (LÖFGREN, 2005).

O objetivo deste artigo é analisar os efeitos da adição de macro fibras de polipropileno em concretos usinados, avaliando como suas propriedades compressivas são afetadas em diferentes dosagens de fibras no concreto.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa em questão é uma análise experimental uma vez que os resultados foram obtidos a partir de testes de compressão nas amostras confeccionadas. É classificada como qualitativa e quantitativa porque os resultados numéricos serão apresentados no tópico 3 do presente artigo bem como as considerações sobre os dados obtidos na análise experimental.

2.2 Confeção dos corpos de prova

A confecção dos corpos de prova foi desenvolvida em uma concreteira que atende a região de Manhuaçu-MG. A escolha foi feita devido ao fato de que o concreto usinado possui um controle de qualidade maior do que o feito manualmente. Assim, foi possível avaliar melhor a influência das fibras na composição do concreto sem precisar fazer considerações maiores em relação às variações de resistência do concreto em si em cada corpo de prova.

A proporção dos materiais usados para a confecção do concreto usados na pesquisa está explicitada na Tabela 1.

Tabela 1 – Proporção de materiais usados na confecção do concreto

MATERIAL	QUANTIDADE /m ³
Água	202,50 l
Cimento	287,50 kg
Brita 0	841,00 kg
Areia	530,00 kg
Pó de pedra	370,00 kg

Assim, o traço foi de 1 : 1,42 : 4,15 : 2,62 : 1,83. Além disso, foi adicionado 1,47 litros de aditivo retardador de pega uma vez que o concreto necessitaria ser transportado por uma distância elevada e assim as reações de pega foram retardadas para que se atingisse a resistência do concreto no momento exato do uso. A resistência esperada para o concreto usado na pesquisa foi de 20 Mpa.

As Macrofibras de polipropileno foram introduzidas manualmente na mistura e a dosagem foi em peso. Foram feitos três tipos de dosagens, uma sem fibras, uma com 5% de fibras e outra com 10%. Os cálculos da quantidade de fibras a serem adicionadas foram obtidos a partir das Equações 1 (peso do concreto) e 2 (volume de concreto):

$$Peso = \gamma_{conc} \times volume \quad (1)$$

$$Volume = \pi r^2 h \quad (2)$$

Como os moldes usados têm 10 centímetros de diâmetro da base e 20 centímetros de altura, o volume de concreto no molde pode ser calculado pela Equação 2.

$$Volume = \pi(0,05m)^2(0,20m) = 0,00157m^3 = 1570.80 \text{ cm}^3 \quad (3)$$

$$Peso = \left(0,0025 \frac{Kgf}{cm^3}\right) (1570.80 \text{ cm}^3) = 3,927kg \quad (4)$$

$$Peso \text{ de fibras } 5\% = 0,05(3,927kg) = 0,196kg = 196g \quad (5)$$

$$Peso \text{ de fibras } 10\% = 0,10(3,927kg) = 0,392kg = 392g \quad (6)$$

As fibras foram adicionadas no concreto manualmente e foram misturadas com o auxílio de pás e hastes. Em seguida, os 18 corpos de prova foram moldados e alojados em um local coberto e arejado.

2.3 Cura do concreto

A cura dos corpos de prova foi executada no tanque mostrado na Figura 1. Os mesmos ficaram submersos após serem desformados na idade de 48 horas. Quando se passaram 14 dias, metade dos corpos de prova foram retirados para o teste e a outra metade continuou o processo de cura no mesmo tanque para uma posterior fase de testes com 28 dias.

Figura 1 – Tanque de cura dos corpos de prova



2.4 Rompimento dos corpos de prova

O processo de capeamento foi substituído pela adoção das placas de neoprene mostradas na Figura 2. Elas têm a função de uniformizar a superfície dos corpos de prova e não permitir que os resultados do teste sejam influenciado pela geometria superficial irregular do concreto a ser testado.

Figura 2 – Neoprene usado no capeamento dos corpos de prova



Os testes aos esforços de compressão foram realizados na prensa manual mostrada na Figura 3.

Figura 3 – Prensa hidráulica manual usada para o rompimento dos corpos de prova



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 e nas Figuras 4 e 5 são mostrados os resultados obtidos nos testes de compressão dos corpos de prova realizados nas datas de 14 dias após a moldagem e 28 dias após a moldagem. Além do mais, foi obtida a resistência média de cada grupo de amostras com a finalidade da comparação dos diferentes tipos de dosagens.

Tabela 2 – Resultados dos testes de Compressão

Resistência à Compressão dos Corpos de Prova (Mpa)				
Amostras	Idade			
	14 dias		28 dias	
	Valores	Média	Valores	Média
Sem fibras	20,60	20,67	26,70	25,73
	20,90		22,00	
	20,50		28,50	
5 % de fibras	17,80	18,20	25,20	23,80
	17,80		23,10	
	19,00		23,10	
10 % de fibras	19,10	19,33	24,90	25,33
	18,60		25,20	
	20,30		25,90	

Figura 4 – Resistência à Compressão aos 14 dias.

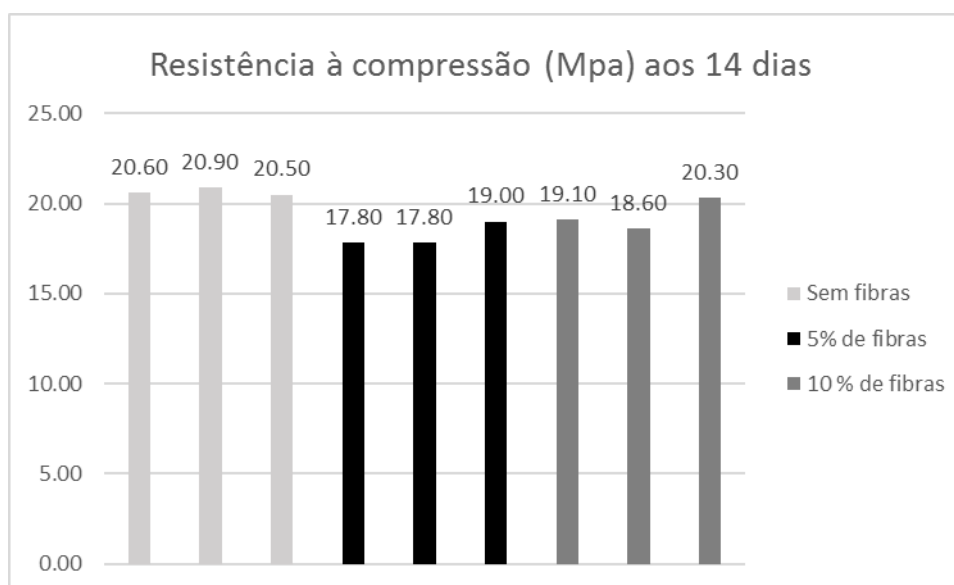
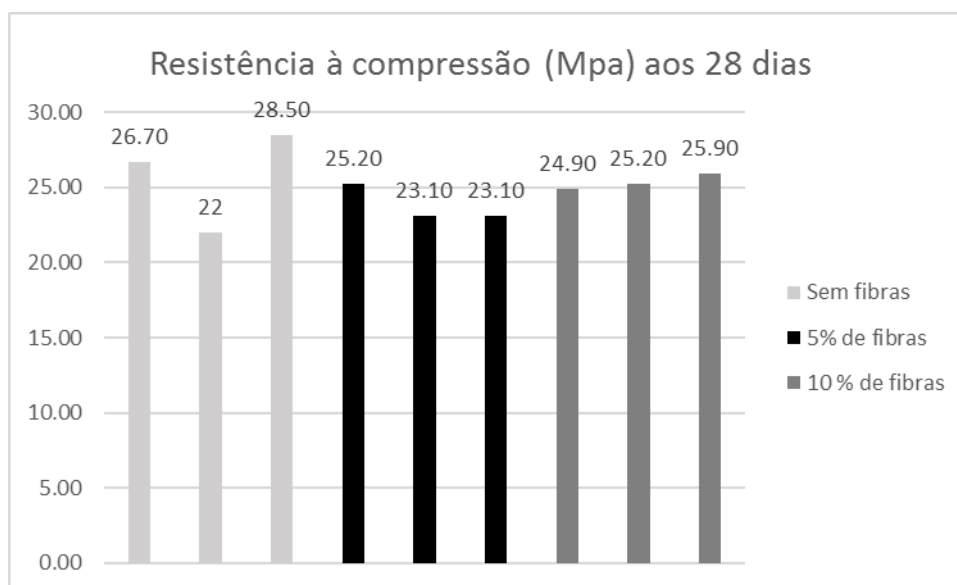


Figura 5 – Resistência à Compressão aos 28 dias.



Inicialmente, aos 14 dias, pode-se verificar que a resistência à compressão média do grupo de amostras padrão foi maior que a resistência à compressão média do grupo de amostras reforçadas com Macrofibras de Polipropileno. Além do mais, verifica-se que a resistência à compressão média das amostras padrão foi de 13,5% e 7% maior que a das amostras com 5% e 10% de fibras, respectivamente.

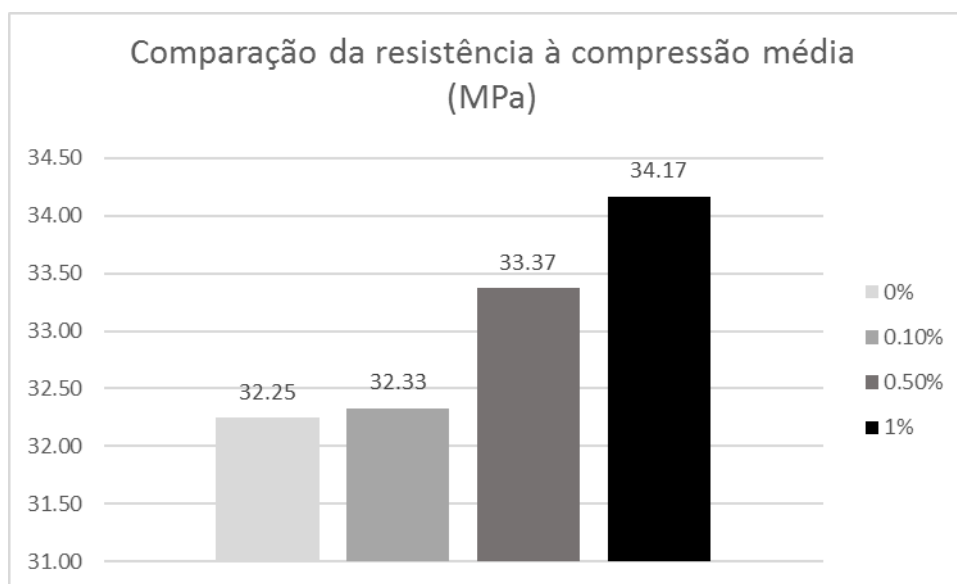
Analisando os testes realizados nos 28 dias, é possível notar que a resistência dos corpos de prova sem fibras foi minimamente maior que a resistência média das amostras com 10% de fibras, cerca de 1,5%. Além do mais, assim como aos 14 dias, nos testes realizados aos 28 dias a resistência das amostras de concreto reforçado com 5% de fibras foi menor que os dois tipos de amostras testados. Ela foi cerca de 8% menor que a resistência das amostras sem fibras e 6% menor do que a resistência das amostras com 10%.

Segundo Löfgren (2005), a resistência à compressão de peças de concreto reforçado com baixas quantidades de fibras não é alterada de forma significativa. Isso pode ser analisado nos resultados encontrados nessa pesquisa sendo que a resistência média entre as três amostras foram similares e ganhos ou perdas acentuadas nas propriedades compressivas não foram verificadas. Além do mais, Löfgren (2005) estabelece que a atuação das fibras nas peças de concreto auxilia na prevenção de fissuras longitudinais. Isso pode ajudar a peça a resistir melhor os outros esforços, como o de tração e de flexão, elevando a dureza e a ductilidade. Ainda segundo Löfgren (2005), para que a elevação da resistência à compressão ocorra, pode-se usar microfibras de carbono em proporções elevada, acima de 1%.

Na Figura 6 são mostrados os resultados da pesquisa de Tanoli *et al.* (2014), em que foram adicionadas porcentagens de fibras de aço na composição do concreto. Pela análise dos resultados, é possível notar que houve uma elevação da resistência à compressão do concreto testado, cerca de 6% quando a amostra sem fibras é comparada com a amostra com 1% de fibras.

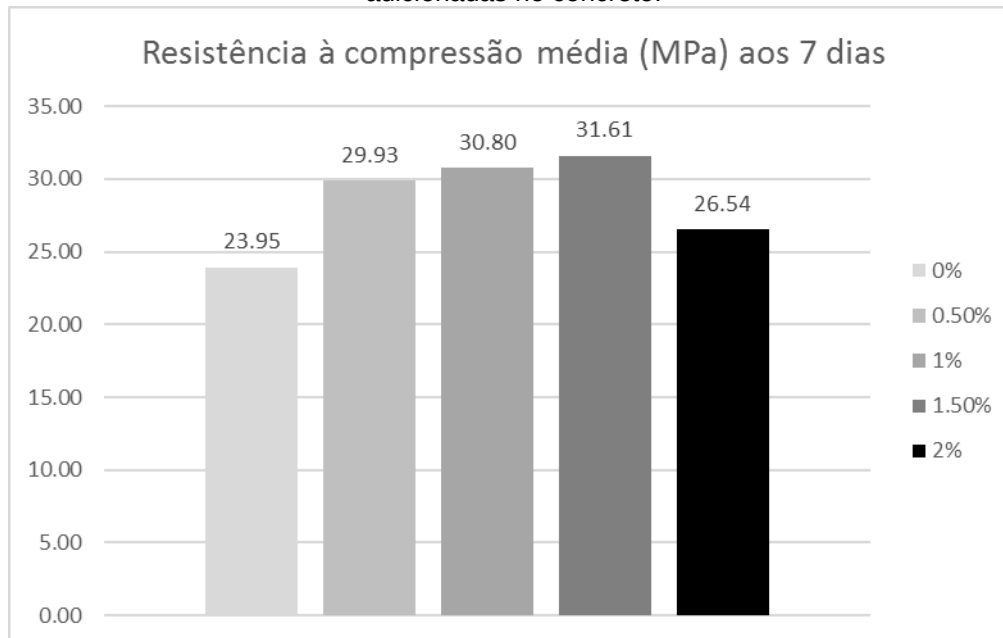
Já na Figura 7 e na Figura 8, pode-se notar que o autor fez testes de 14 e 28 dias também e conseguiu atingir os resultados mostrados. Sendo que a maior resistência à compressão obtida foi com a porcentagem de 1,5% de fibras de polipropileno e foi cerca de 32% maior que o modelo padrão, sem fibras. Quando os resultados com 28 dias são analisado, pode-se extrair que o maior valor de resistência à compressão foi obtido também com 1,5% de fibras e foi cerca de 34% maior que a resistência dos moldes sem fibras.

Figura 6 – Comparação da resistência à compressão média de concretos com porcentagens de fibras diversas (Adaptado de TANOLI *et al.*, 2014).



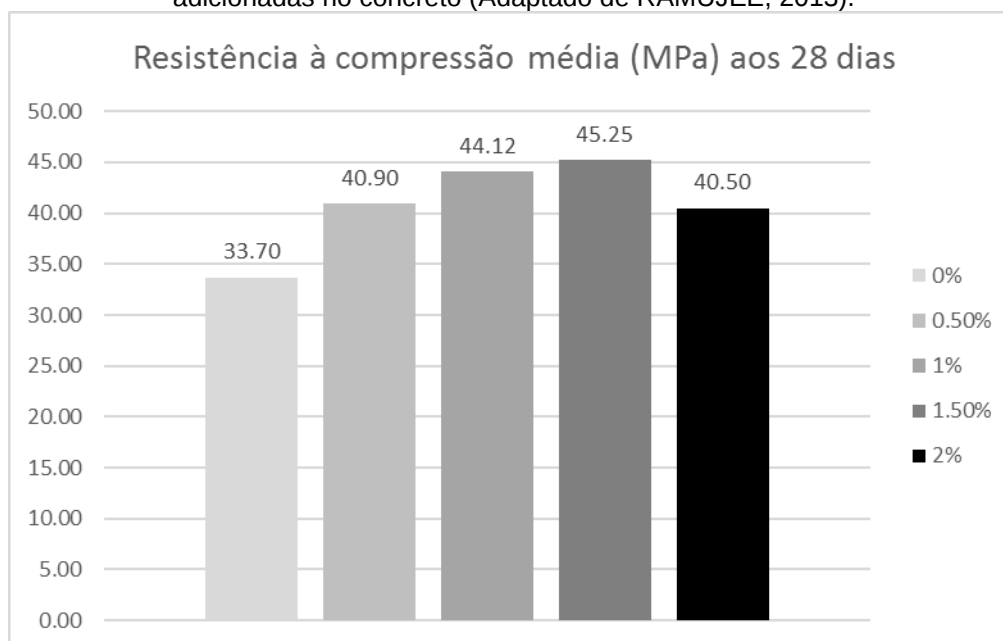
Fonte: Adaptado de TANOLI *et al.*, 2014.

Figura 7 – Comparação da resistência à compressão aos 7 dias e a porcentagem de fibras adicionadas no concreto.



Fonte: Adaptado de RAMUJEE, 2013.

Figura 8 – Comparação da resistência à compressão aos 28 dias e a porcentagem de fibras adicionadas no concreto (Adaptado de RAMUJEE, 2013).



Fonte: Adaptado de RAMUJEE, 2013.

Portanto, pode-se destacar que os dois autores citados, Ramujee (2013) e Tanoli *et al.* (2014), obtiveram resultados de elevação das propriedades compressivas maiores e de valores mais consideráveis que os da presente pesquisa, especialmente os de Ramujee (2013). Deve-se destacar que não se pode fazer comparações minuciosas em relação ao presente trabalho e os dois outros citados uma vez que a tipo de fibra e o processo de cura e testes não foram exatamente iguais. Entretanto, a pesquisa serviu para mostrar que a resistência à compressão do concreto não é alterada de maneira elevada pela adição de fibras e que em alguns casos pode haver redução da resistência à compressão quando as macrofibras de polipropileno são adicionadas na composição do concreto.

4 CONCLUSÃO

A adição de fibras na composição do concreto é uma técnica que auxilia no combate a fissuras que aparecem nos elementos por razões diversas e podem comprometer a resistência dele. Pode-se notar que existem diversos tipos de fibras que podem fazer parte do Concreto Reforçado com Fibras e cada tipo possui propriedades físicas e mecânicas peculiares.

A presente pesquisa objetivou o estudo das propriedades compressivas do concreto reforçado com Macrofibra de Polipropileno. A confecção dos corpos de prova, o processo de cura e os testes de compressão foram executados em uma concreteira.

Destarte, foi possível analisar que a adição de Macrofibras de Polipropileno no concreto não causou alteração elevada nas propriedades compressivas. Além disso, a resistência média aos 14 dias das amostras sem fibras foi de 13,5% e 7% maior que a das amostras com 5% e 10% de fibras, respectivamente. Aos 28 dias, foi possível ver que a resistência à compressão média das amostras sem fibras foi 1,5% e 8% maior que as resistências das amostras com 10% e 5% de fibras, respectivamente.

5 REFERÊNCIAS

ACI COMMITTEE 544. **State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Concrete (ACI 544.1R-82)**. Concrete International, 1996, Vol. 4, No. 5, pp. 9-30.

AMIT R.; JOSHI, Y.P.. **Applications and Properties of Fibre Reinforced Concrete**. Int. Journal of Engineering Research and Applications. 2014. ISSN: 2248-9622, Vol. 4, Issue 5 (Version 1). Disponível em: www.ijera.com. Acesso em: Janeiro de 2015.

LÖFGREN, I. **Fibre-reinforced Concrete for Industrial Construction**. Göteborg: Chalmers University of Technology, 2005.

TANOLI, W. A.; Naseer, A.; Wahab, F. **Effect of Steel Fibers on Compressive and Tensile Strength of Concrete**. Department of Civil Engineering, University of Engineering & Technology, Peshawar, Pakistan. International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering ISSN 2319-5347, Vol. 03, No. 04, Outubro de 2014.

RAMUJEE, K. **Strength Properties Of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete**. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (ISO 3297: 2007 Certified Organization) Vol. 2, Issue 8, Agosto 2013. Disponível em: www.ijirset.com. Acesso em: 01 de outubro de 2016.