1.1. ÂMBITO

Características a observar pela água de amassadura para a sua colocação em obra.
Água de amassadura é toda a água potável ou não, que não apresente cheiro nem sabor, utilizada para o fabrico do betão. A água de amassadura influi nas propriedades do betão através das substâncias dissolvidas e em suspensão.
As substâncias dissolvidas podem afectar as resistências mecânica e química do betão e das armaduras.

1.2. ESPECIFICAÇÕES GERAIS

A água de amassadura para betões, deve obedecer ás condições técnicas gerais especificadas nos seguintes documentos normativos:

Normas Portuguesas:

- **NP 411** – Água. Determinação do valor do pH.
- **NP 413** – Água. Determinação do teor em sulfatos.
- **NP 421** – Águas. Determinação da alcalinidade.
- **NP 423** – Água. Determinação do teor em cloretos.
- **NP 1383** – Betões. Preparação de provetes para ensaios de compressão e de flexão.
- **NP 1414** – Águas. Determinação do consumo químico de oxigénio de águas para amassadura e de águas em contacto com betões. Processo do dicromato de potássio.
- **NP 1417** – Águas. Determinação do teor em sulfuretos totais de águas de amassadura e de águas em contacto com betões. Método volumétrico.
- **NP 2064** – Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade.
- **NP EN 196-1** – Métodos de ensaio em cimentos. Determinação das resistências mecânicas.
- **NP EN 196-3** – Métodos de ensaio de cimentos. Determinação do tempo de presa e da expansibilidade.

Especificações LNEC:

- **E 226** – Betão. Ensaio de compressão.
- **E 379** – Águas. Determinação do teor de ortofosfatos por espectrofotometria. Processo por redução pelo ácido ascórbico.
- **E 380** – Águas. Determinação do resíduo em suspensão, do resíduo dissolvido e do resíduo total.
- **E381** – Águas. Determinação dos teores de sódio e de potássio pôr fotometria de chama.
- **E 382** – Águas. Determinação do teor em nitratos. Método de redução com a liga de Devarda.
- **E417** – Águas. Determinação do teor de zinco.

1.3. EXIGÊNCIAS DE ASPECTO

A água de amassadura deve apresentar-se incolor ou ligeiramente amarelada, sem óleos ou gorduras em filme ou em emulsão. Não deve também conter detergentes, o que se pode verificar agitando-se vigorosamente uma pequena quantidade da amostra de água. A espuma eventualmente produzida deve desaparecer em dois minutos.

1.4. CARACTERÍSTICAS

1.4.1. Características, documentos normativos e exigências das águas para amassadura de betões

Quadro1

Características		Documento normativo	Exigências	
			Betão simples	Betão armado e betão pré esforçado
1	PH	NP 411	4	4
2	CQO(1) (mg/dm3)	NP 1414	500	500
3	Teor de cloretos (mg/dm3)	NP 423	4500(2)	600(2)
4	Resíduo em suspensão(mg/dm3)	E 380	5000	2000
5	Resíduo dissolvido (mg/dm3)	E 380	(3)	(3)
6	Teor de Sulfatos (mg/dm3)	NP 413	2000	2000
7	Teor de carbonatos e hidrogeno-carbonatos(mg/dm3)	NP 421	(3)	(3)
8	Teor de potássio e sódio (4) (mg/dm3)	E381	1000	1000
9	Teor de ortofosfatos (mg/dm3)	E379	100	100
10	Teor de nitratos (mg/dm3)	E382	500	500
11	Teor de sulfuretos (5)(mg/dm3)	NP 1417	-	100
12	Teor de zinco (mg/dm3)	E417	100	100

CQO – Consumo químico de oxigénio
Para concentrações superiores deverá verificar-se se o teor total de cloretos no betão não é superior a 1%, 0.4% ou 0.2%, no caso de betão simples, armado, ou pré-esforçado, respectivamente.
Ver a referência adiante sobre a verificação da conformidade.
Só se os inertes forem potencialmente reactivos.
Só no caso de betão pré-esforçado e de caldas de injecção.

1.4.2. Teores máximos de impurezas

Teores máximos admissíveis na água de amassadura, g/l

	Teores máximos admissíveis na água de amassadura, g/l		
Impurezas	Simples	Armado	Pré-esforçado
Resíduo de matérias em suspensão	5	2	2
Resíduo de matérias em solução	3,5	3,5	1
Carência química de oxigénio	0,5	0,5	0,5

Limites das substâncias nocivas na água de amassadura segundo a Comissão Permanente de Betão CPC14 da RILEM

	Limites, em percentagem da massa de água		
Componente	Simples	Armado	Pré-esforçado
Insolúveis	0,5	0,2	0,2
Quantidade total de substâncias dissolvidas incluindo,	3,6	1,5	0,2
cloretos	2	0,05-0,10	0,05
sulfatos	0,2	0,1	0,03
sulfuretos	0,01	0,01	0,01
Alcalinidade expressa em pH, >	4	4	4

1.5. ENSAIOS COMPARATIVOS

1.5.1. Determinação do tempo de presa

Com o mesmo tipo de cimento que se pretende utilizar no fabrico do betão e com a água analisada, efectua-se em duplicado a determinação do tempo de presa de acordo com a norma NP EN 196-3. O ensaio de referência é realizado também em duplicado com o mesmo cimento mas utilizando água destilada ou desionizada.

O valor médio do tempo de princípio de presa, obtido com a água em ensaio, não deve diferir mais do que 25% do valor médio do tempo de princípio de presa obtido com a água destilada ou desionizada (ensaio de referência).

1.5.2. Determinação da resistência mecânica

Com o mesmo tipo de cimento que se pretende utilizar no fabrico do betão e com a água analisada, determina-se a resistência à compressão, aos 7 dias de idade, de três prismas de

argamassa de acordo com a norma NP EN 196-1.

O ensaio de referência é realizado com o mesmo cimento, mas utilizando água destilada ou desionizada.

Estes ensaios podem também ser realizados sobre três cubos ou cilindros de betão preparados com se indica na norma NP 1383 e ensaiados de acordo com a especificação LNEC E 226.

O valor médio da tensão de rotura à compressão dos provetes preparados com a água em ensaio deve ser, pelo menos, igual a 90% do valor médio da tensão de rotura obtida com os provetes preparados com a água destilada ou desionizada(ensaio de referência).

1.6. VERIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE

A água de amassadura é considerada adequada para a amassadura de betões e argamassas, quando é potável ou quando respeita as exigências das características 1 a 4 atrás referidas no quadro 1, e a seguinte exigência para o resíduo dissolvido (RD):

RD $\leq$ 100 mg/dm3
Respeitando as exigência 1 a 4 do quadro sendo RD $>$ 100 mg/dm3, a água poderá ser aceite se:

1.6.1. RD 1 = RD – (NaCl) $\leq$ 100mg/dm3
supondo que os cloretos existentes na água estão presentes como sais de sódio;

1.6.2. no caso de RD 1 > 100 mg/dm3, se:

RD 2 = RD 1 - (Na2SO4) $\leq$ 100 mg/dm3,
supondo que os sulfatos existentes na água estão presentes como Na2SO4; o teor de sulfatos deve ainda satisfazer o valor indicado no quadro 1:

1.6.3. no caso de RD 2 $>$ 100 mg/dm3, se:

RD 3 = RD 2 - (Na2CO3) $\leq$ 100 mg/dm3
calculando o valor de (Na2CO3) a partir do teor de carbonatos e hidrogeno-carbonatos determinados na água.

Se esta última condição também não for satisfeita, a água pode ainda ser aceite:
– não se detectando presença de açucares (usando, pôr exemplo, o método do α - Naftol), se, se verificarem as condições 9 a 12 do quadro 1;
– ou se satisfizerem os ensaios comparativos também atrás referidos.

1.7. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Os sais dissolvidos na água de amassadura, em particular no caso da água do mar, podem origem a eflorescências na superfície do betão ou das argamassas se as condições para a sua formação forem propícias: existência de uma certa humidade interior do betão, e de um ritmo de evaporação adequado à superfície. Então os cloretos, sulfatos e carbonatos alcalinos e alcalino-terrosos podem cristalizar na superfície, formando as eflorescências.

Apesar de serem na sua maioria inofensivas, excepto quando se depositam exclusivamente nos poros superficiais do betão onde podem resultar expansões quando o fissuram ou quando o tendam a arrancar o revestimento superficial que o betão porventura possua.