



UNICER – Bebidas de Portugal, S.A.

Relatório de Estágio

Acompanhamento dos dados do processo de fabricação da cerveja, de forma a otimizar as diferentes fases do processo com especial incidência na taxa de isomerização do lúpulo e taxa de evaporação do mosto

Trabalho realizado por: Cláudia Isabel Ferreira Teixeira

Centro de Produção - Leça do Balio

Março 2002

66(047.3)
LEQ 2001/TElc





UNICER – Bebidas de Portugal, S.A.

Relatório de Estágio

Acompanhamento dos dados do processo de fabricação da cerveja, de forma a otimizar as diferentes fases do processo com especial incidência na taxa de isomerização do lúpulo e taxa de evaporação do mosto

Trabalho realizado por: Cláudia Isabel Ferreira Teixeira

Centro de Produção - Leça do Balio

Março 2002



66(47.3)/LE 9 1201/TEC

Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
Biblioteca

80136

66(47.3)

1201/2007

Agradecimentos

Agradeço toda a ajuda e disponibilidade prestada pelo(a):

- Eng. Moreira da Silva
- Eng^a Cassilda Campos
- Dr^a. Lúcia Santos (FEUP)
- Dr^a. Ana Maria Lima
- Todos os responsáveis e técnicos das diferentes áreas de fabrico da

cerveja

- Toda a equipa do Laboratório Central

e a todos aqueles que através da sua colaboração tornaram possível a execução deste trabalho.

Sumário

O presente relatório foi desenvolvido, como resultado do estágio, no âmbito do PRODEP 1/99.

Este estágio foi dividido em duas etapas. Uma primeira etapa de familiarização com o processo de fabricação de cerveja, do conhecimento sobre o autocontrolo na produção e do controlo laboratorial

A segunda etapa, constou de dois trabalhos. Um deles, foi a avaliação do funcionamento de novos equipamentos para a medição de oxigénio na cerveja, enquanto que o outro foi a regularização do pH no processo de fabrico da cerveja.

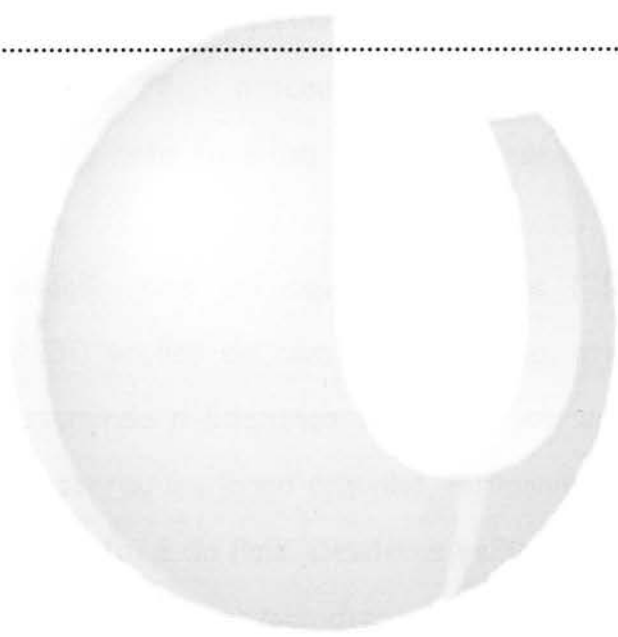
Em relação ao primeiro trabalho, verificou-se que alguns dos equipamentos não correspondem às expectativas.

No que diz respeito ao segundo trabalho, não me é possível fazer qualquer comentário, dado ter assinado um contracto de confidencialidade com a empresa.

Índice

I. Introdução	1
1. Apresentação da Empresa	1
2. História da cerveja.....	4
3. Tipos de Cerveja	6
4. Processo de Fabricação de Cerveja.....	10
4.1 Materias primas.....	11
4.1.1 Malte	11
4.1.2 Grtíz.....	11
4.1.3 Lúpulo	12
4.1.4 Água	12
4.1.5 Levedura.....	12
4.2 Maltagem	13
4.3 Fabricação do Mosto.....	14
4.3.1 Moagem	14
4.3.2 Brassagem.....	15
4.3.3 Filtração do Mosto.....	15
4.3.4 Ebulição do Mosto	16
4.3.5 Separação da fracção insolúvel do mosto quente.....	16
4.4 Fermentação/ Maturação/ Estabilização.....	17
4.4.1 Fermentação	17
4.4.2 Maturação	18
4.4.3 Estabilização	19
4.5 Clarificação da cerveja.....	19
4.6 Estabilidade biológica.....	20
4.7 Enchimento	20

II. Parte Experimental.....	22
5. Avaliação do funcionamento de novos equipamentos para a medição de oxigênio na cerveja.....	22
5.1 Resultados dos ensaios.....	23
5.2 Vantagens e inconvenientes dos diferentes equipamentos.....	38
6. Regularização do pH no processo de fabrico da cerveja.....	39
7. Bibliografia	40
Anexo I	41
Anexo II	43



I. Introdução

1. Apresentação da Empresa



A Companhia União Fabril Portuguesa das Fábricas de Cerveja e Bebidas Refrigerantes - Sociedade Anónima de Responsabilidade Limitada, que se popularizou através da sigla CUFP - nasceu a 7 de Março do ano de 1890, resultado da fusão de sete fábricas de cerveja, seis no Porto e uma em Ponte da Barca.

Desde a sua fundação, com um capital inicial de 125 contos de réis, distribuídos por 1250 acções de cem mil réis cada, até aos nossos dias,



assumindo a liderança do sector em que opera, a Unicer percorreu um longo caminho, intimamente ligado à história do Porto, e do País. Desde as velhas instalações da Rua do Mello até aos nossos dias, alguns momentos-chave marcam especialmente a Nossa História, como a admissão na fábrica, em 1920, a título experimental, das primeiras mulheres.



A 6 de Junho de 1964, tem lugar a primeira visita oficial à nova fábrica de Leça do Balio por parte do Ministro da Economia seguindo-se, em 28 de Setembro, a cerimónia de inauguração presidida pelo Presidente da República, facto que demonstra, só por si, a importância conquistada, já na altura, pela nossa Empresa.



Em 1977, a 1 de Junho, o Conselho de Ministros decide criar duas empresas públicas para o sector cervejeiro. No seguimento desta nacionalização, a CUPF, a Copeja (1972) e a Imperial (1973) sofreram um processo de fusão, tendo nascido a Unicer - União Cervejeira E.P., que se manteve com capital público até 28 de Junho de 1990, data em que foi totalmente entregue à iniciativa privada.



Partindo de uma situação líquida negativa e de uma quota do mercado nacional de cerveja de 33%, alcançamos a liderança do sector com uma quota de 59% e uma posição económico-financeira de relevo no panorama empresarial português.



Como grupo líder no sector de actividade em que opera, a Unicer assumiu responsabilidades acrescidas em relação à comunidade onde se insere e onde funcionam as suas unidades produtivas.



A protecção do ambiente, a preservação do património, a promoção da cultura e do desporto, são as nossas prioridades. Assim, para além da adopção de diversos procedimentos com o objectivo de proteger o ambiente de possíveis agressões resultantes da nossa actividade industrial, temos vindo a desenvolver uma política de mecenato em que as preocupações sociais convivem harmoniosamente com os grandes eventos nacionais. É esta a filosofia Unicer.



Na hora da mudança, a Assembleia Geral de 31 de Maio de 2000, ficou marcada pelo "*passar de testemunho*" do Sr. Eng. Soares da Fonseca ao Sr. Eng. Ferreira De Oliveira, na Presidência do Conselho de Administração. Menos de um ano depois, em 1 de Janeiro, a Unicer passa a designar-se por UNICER -

Bebidas de Portugal, S.A. Uma mudança que pretende deixar para trás a ideia de uma empresa cervejeira com actividade complementar noutros segmentos do mercado das bebidas, para se afirmar, definitivamente, como empresa de bebidas. Com uma indiscutível liderança e competência no sector das cervejas, ambicionamos estar também entre as melhores empresas que, no nosso país, operam nos sectores das águas, refrigerantes, vinhos e cafés. É uma nova fase de crescimento que agora vivemos, sustentada por uma nova estrutura organizacional, contemplando um conjunto de Funções Corporativas que integram e promovem a estratégia de desenvolvimento do Grupo e das suas Unidades de Negócio. "Entre os nossos sonhos e os vossos sorrisos" é a nossa assinatura, que pretende traduzir a forma como queremos construir o nosso futuro.

2. História da cerveja

A produção de Cerveja é um processo muito antigo e com uma história muito interessante...

Importantes fontes de informação, das quais se tem aprendido muito sobre as maneiras e costumes de nossos ancestrais, são pinturas feitas por artistas há muitos e muitos anos atrás. Para dar um exemplo, foram descobertas criptas reais antigas no Egito, com paredes pintadas que mostra aspectos do dia-a-dia na vida da comunidade como era há mais de 3000 anos. Em uma das outras criptas a parede pintada mostra etapa por etapa como a cerveja era produzida naqueles tempos, através de pinturas feitas por artistas de aproximadamente 6000 anos.

Através dessa história aprende-se que os sumérios já tinham uma notável indústria cervejeira. Estes cervejeiros preparavam a cerveja a partir de um cereal que foi finalmente relatado como cevada. Eles foram o primeiro povo, que se tem conhecimento, que controlou plantios em largas escalas. A bebida alcoólica que eles preparavam, guardadas as devidas proporções, é basicamente a mesma cerveja que produzimos hoje.

Pelos contatos que os sumérios tinham com seus vizinhos, eles acabaram difundido seus conhecimentos, primeiro para os assírios e os babilônios, e através destes, aos egípcios, israelenses e outros.

Mais recentemente a cerveja tornou-se popular no oeste europeu, onde os ingleses, os alemães, os holandeses e os belgas vivem hoje.

Em muitas outras partes do mundo, em especial nas regiões em que a cevada era desconhecida, o consumo da cerveja deu-se algum tempo depois, por que ela tinha que ser importada.

Desde o final do sec. XIX, cientistas têm imprimido um crescimento importante no desenvolvimento da qualidade de cerveja. Estes desenvolvimentos têm sido contínuos. Isso significa que podemos esperar mais progressos além de hoje.

Um resultado muito claro desses esforços combinados é que agora é possível fabricar cerveja com uma constante alta qualidade, praticamente em qualquer lugar do mundo.

3. Tipos de Cerveja

As cervejas que aparecem nas esplanadas, cafés e grandes superfícies europeias, são bem diversas nas suas características organolépticas. Porém, é possível agrupá-las em dois grandes tipos:

- Cervejas de fermentação alta e;
- Cervejas de fermentação baixa.

Entre as primeiras, muito comuns no Reino Unido, podem considerar-se:

- As cervejas "ale", mais ou menos fortes, de coloração variada e com amargor também muito diverso. O termo "ale" é muitas vezes usado como designação genérica das cervejas de fermentação alta.

- As cervejas de coloração muito intensa, com uma certa doçura a notar-se no paladar: são as cervejas "Stout". Há, porém, um segmento das cervejas de fermentação alta, de coloração muito forte, de cor quase preta, pouco alcoólicas, que são bastante amargas. São conhecidas como cervejas "Porter".

- São também muito comuns na Bélgica certos tipos de cerveja de fermentação alta, espontânea, conhecidas por "Lambic", "Geuze", "Kriek", ...

- Outro tipo de cervejas, bem distinto dos anteriores é o das "cervejas de trigo", fermentadas exclusivamente por leveduras, como as "blanche" belgas, ou por leveduras e bacilos lácticos. Como a "Berliner Weiss".

As cervejas de fermentação baixa são genericamente conhecidas por cervejas Lager

- Neste tipo de cervejas incluem-se as cervejas conhecidas como "Pilsener", "Munchener", "Dortmunder" e "Bock".

- As cervejas "Pilsener" tendem a ser de cor muito clara, secas e menos alcoólicas que as "ale", e bastante lupuladas, logo com um carácter amargo muito fino, bem pronunciado.

- As cervejas "Munchener" (de Munich) são típicas desta cidade da Baviera e, historicamente, eram cervejas de cor escura, pouco lupuladas, de baixo teor alcoólico e com um típico carácter a malte fabricado a elevadas temperaturas durante curto período de tempo.

- As cervejas "Dortmunder" são típicas cervejas de cor clara-ouro, com características intermédias entre as "Pilsener" e as de "Munchener".

- Finalmente, as cervejas do tipo Bock que começaram por ser produzidas na cidade de Einbeck, na Baixa Saxónia. Eram cervejas muito densas, de cor intensa, produzidas no Inverno para consumo na Primavera. Hoje, são cervejas de cor intensa, mas é cada vez mais comum fabricá-la, também, com cor clara. Este tipo de cerveja, de acordo com a lei alemã, deve provir de um mosto com pelo menos 16% de extracto primitivo, o que resulta num teor alcoólico de 6 a 7,5% (vv.). São cervejas com muito corpo, com carácter a malte e bem lupuladas.

Modernamente fabricam-se cervejas Bock bem menos fortes e de coloração não muito carregada. São, contudo, cervejas de corpo apreciável, com um amargor bem equilibrado e com um suave carácter doce.

Características da Cerveja:

Extracto primitivo

O mosto a fermentar tem uma concentração em açúcares específica, que é característica dos vários tipos de cerveja e que define o seu extracto primitivo.

Teor alcoólico

O teor alcoólico das cervejas está relacionado com o tipo de mosto que vai ser fermentado, com as temperaturas escolhidas para a fermentação e com as leveduras seleccionadas. O seu valor é moderado, quando comparado com o de outras bebidas fermentadas, como o vinho, por exemplo.

Hoje em dia há mesmo cervejas com teores tão diminutos de álcool que podem ser consideradas "cervejas sem álcool". Segundo a legislação portuguesa as cervejas desta categoria devem ter menos de 0,5% de álcool em volume.

Amargor

A quantidade de lúpulo adicionado ao mosto origina um teor de amargor nas cervejas proporcional à adição efectuada.

Coloração

A cor da cerveja está essencialmente relacionada com a coloração dos maltes utilizados na sua fabricação.

Dióxido de Carbono

O dióxido de carbono que está presente nas cervejas, é um composto que provém directamente da acção fermentativa da levedura; os açúcares fermentescíveis são, de um modo genérico, desdobrados em álcool e em dióxido de carbono. Este fica retido no líquido e liberta-se tanto mais facilmente quanto maior for a temperatura do meio.

Espuma

Uma das características mais importantes da cerveja é a sua capacidade de formar espuma abundante, cremosa, estável e aderente ao copo. A espuma é um aglomerado de bolhas de dióxido de carbono envoltas em películas de proteínas.

A escolha da forma dos copos é muito importante para o realce da espuma, mas esta só se evidenciará em copos adequadamente lavados e secos, sem vestígios de gordura.

Aroma Gosto

Normalmente as cervejas são ricas em aromas e gostos diversos, provenientes de compostos voláteis cuja composição e concentração dependem das matérias-primas, do processo de fabricação utilizado e da estirpe de levedura escolhida.

Ao ser bebida, a cerveja deixa na boca um conjunto de sensações ligadas à frescura, ao corpo, ao equilíbrio amargo/doce, que perduram e que fazem dela uma bebida rica e de aroma gosto variado, característico de cada tipo de cerveja.

4. Processo de Fabricação de Cerveja

A cerveja é uma bebida obtida por fermentação alcoólica, mediante leveduras seleccionadas do género *Sacharomyces*, de um mosto preparado a partir de malte de cereais, principalmente cevada, e outras matérias-primas amiláceas ou açucaradas, ao qual foram adicionadas flores de lúpulo ou seus derivados e água potável (ver anexo II).

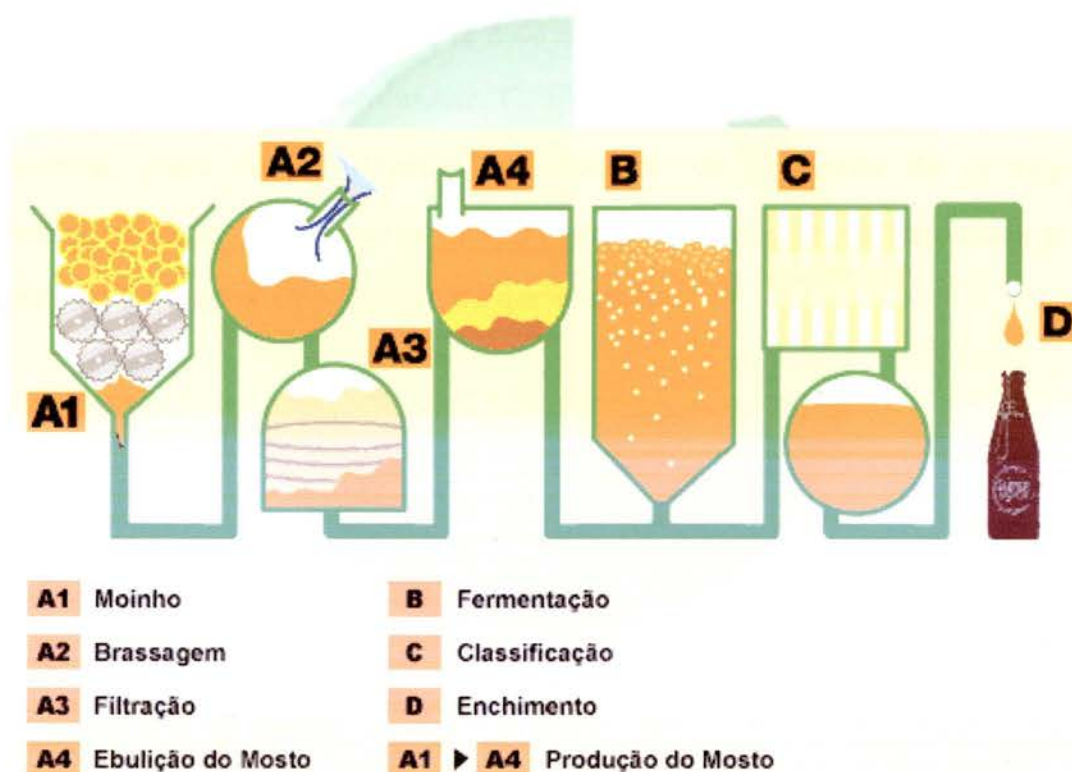


Figura 1 – Esquema do processo de fabrico da Cerveja.

4.1 Materias primas

4.1.1 Malte

O Malte é uma das matéria primas essenciais para a produção de cerveja. É obtido da cevada, que é sujeita a um processo de germinação sob condições controlada (ver anexo I). Esta operação (denominada maltagem) permite, numa fase posterior do processo de produção de cerveja, o desdobramento dos hidratos de carbono e das substâncias azotadas pelas enzimas formadas no processo de germinação.

4.1.2 Gritz

De entre os cereais não maltados normalmente utilizados, recorre-se frequentemente ao milho, que depois de lhe ser extraída a gordura, é moído e denominado gritz. A utilização destes cereais tem como finalidade diminuir a percentagem de proteínas existentes no mosto. A cerveja fica então com um carácter mais seco.

4.1.3 Lúpulo

O lúpulo (*humulus lupulos*) é uma planta aromática que confere à cerveja o seu aroma e gosto agradáveis. O técnico cervejeiro utiliza somente as flores femininas do lúpulo. As humulonas (α e β -ácidos respectivamente) dois componentes nelas existentes, são responsáveis pelo amargo da cerveja, enquanto que os óleos essenciais lhe conferem aroma. Os seus taninos ajudam não só a clarificar o mosto como favorecem a floculação de matérias primas azotadas durante a ebulição do mosto.

Hoje em dia, a sua utilização industrial é feita através de extractos desta planta, obtidos de forma a preservar as suas capacidades.

4.1.4 Água

A água utilizada tem de ser própria para consumo e possuir uma composição em sais minerais adequada à fabricação de cerveja.

4.1.5 Levedura

A levedura é um fungo unicelular, do género *Saccharomyces*, que se adiciona ao mosto lupulado depois de arrefecido como agente da fermentação alcoólica. Esta transformação, dá também origem à formação dos produtos secundários responsáveis pelas características finais da cerveja (álcoois aromáticos, ésteres, etc.). A levedura utilizada desempenha pois um papel fundamental na definição final da cerveja

4.2 Maltagem

A partir de variedades puras de cevada, próprias para a indústria cervejeira (cevasdas dísticas) obtêm-se os maltes.

A cevada limpa, desembaraçada de grãos estranhos e calibrada, é stockada até ao fim de dormência. Quando a cevada atinge a totalidade do seu poder germinativo, procede-se à maltagem. (ver anexo I).

A primeira operação de maltagem é a molha que se desenvolve em 2 - 3 dias em água arejada, para permitir o desenvolvimento do poder respiratório, a cerca de 12°C. O teor de humidade da cevada é elevado de 12% a 40%.

Depois da hidratação, a cevada é transferida para as caixas de germinação. A germinação é conduzida sob corrente de ar condicionada a temperatura que podem variar entre 12° e 18°C, durante 4 a 6 dias.

Durante esta fase, assiste-se a um desenvolvimento intenso de enzimas de diferentes espécies: amilolíticas, proteolíticas, glucanásicas, etc...

Estas enzimas degradam os constituintes das paredes das células do endosperma (β - glucanas e proteínas) assim como as proteínas insolúveis do grão.

A germinação termina quando o malte atinge o grau de desagregação pretendido pelo cervejeiro.

Após a germinação, o malte é seco, até cerca de 5% de humidade. A temperatura final da operação de secagem varia entre 80° e 105°C segundo a coloração desejada. O malte pálido, secagem a 80°C, conserva uma grande parte das enzimas.

Durante a brassagem, estas enzimas são indispensáveis para transformar o amido em açúcares e as proteínas em péptidos e aminoácidos.

O malte seco é desembaraçado das radículas e pode ser armazenado vários anos, desde que seja mantido o grau de humidade entre 5 e 6%.

4.3 Fabricação do Mosto

Considerando que, da multiplicidade de métodos de fabricação existente, existe um só processo fundamental, que passarei a descrever, sumariamente as diferentes operações unitárias do processo.

A primeira fase no processo de produção de uma cerveja é a fabricação do mosto, que compreende as seguintes etapas.

4.3.1 Moagem

A fim de possibilitar a rápida extracção e conversão dos componentes do malte, este é moído obtendo-se uma farinha grosseira, sobre cilindros, e a farinha de malte é submetida à brassagem. Os outros cereais não maltados são habitualmente aprovizionados com um grau de moagem adequado.

4.3.2 Brassagem

O objectivo da brassagem consiste na extracção enzimática da totalidade do amido e a transformação deste numa proporção variável dos açúcares fermentescíveis (glucose, maltose e maltotriose).

Durante a brassagem, extraem-se igualmente proteína transformadas em péptidos e aminoácidos, β - glucanas degradadas em glucose, etc...

A brassagem é pois uma operação bastante complexa e as condições operatórias (duração, temperaturas, estacionamento, pH, etc...) são escolhidas de maneira a obter um mosto de composição adequada ao tipo de cerveja a produzir. É durante a brassagem que serão fixadas, por exemplo, a relação álcool/densidade assim como o carácter mais ou menos "encorpado" da cerveja.

A brassagem dura 2 a 4 horas, termina a 75° - 76°C e a concentração do mosto é da ordem dos 20 a 22g de extracto por 100g de mosto.

4.3.3 Filtração do Mosto

Após a brassagem, procede-se à separação da fracção insolúvel do mosto (drêche, que é um excelente alimento para o gado) por filtração. Esta filtração dura cerca de duas horas, utilizando-se como material uma cuba filtro ou filtro prensa.

A filtração é conduzida a 75° - 80°C, terminando por uma lavagem da drêche com água quente, de maneira a recuperar o extracto de embebição.

O mosto denso e as águas de lavagem são reunidas na caldeira de ebulição.

4.3.4 Ebulição do Mosto

O mosto, assim diluído e filtrado, é levado à ebulição durante cerca de 2 horas. É nesta fase que é adicionado o lúpulo. A operação de ebulição tem as seguintes finalidades principais:

- esterilização do mosto;
- solubilização e isomerização dos α e β ácidos do lúpulo;
- precipitação de proteínas de elevado peso molecular e
- eliminação de substância voláteis indesejáveis.

O lúpulo natural, em flor ou transformado em extracto, é adicionado durante a ebulição; sendo as resinas amargas então solubilizadas por isomerização.

O rendimento máximo desta isomerização é atingido em 90 minutos (ebulição à pressão atmosférica).

4.3.5 Separação da fracção insolúvel do mosto quente

Após ebulição, é necessária a separação do precipitado protéico e drêche de lúpulo do mosto quente. A separação mais ou menos eficaz do precipitado tem um papel muito importante na qualidade da cerveja, dado que a coagulação das proteínas arrasta metais e lípidos indesejáveis.

A separação pode ser conduzida por um simples processo de decantação pela acção da gravidade ou pela força centrípeta num "whirlpool".

Antes do mosto, já lupulado, entrar para as cubas de fermentação é arrefecido à temperatura adequada ao tipo de fermentação, 7 a 10 °C em fermentação baixa e 16 a 18 °C em fermentação alta. Esta operação é conduzida em condições estéreis, utilizando-se um permutador de placas.

Durante o arrefecimento, fracções protéicas associam-se a polifenóis dando origem ao aparecimento de um novo precipitado. A separação deste é praticada raramente, dado que esta fracção é redissolvida parcialmente durante a fermentação, contribuindo para o carácter "Moelleux" da cerveja.

4.4 Fermentação/ Maturação/ Estabilização

4.4.1 Fermentação

O mosto arrefecido é oxigenado e adicionado de levedura pura seleccionada. Sendo a fermentação alcoólica em processo anaeróbico, a levedura tem necessidade de oxigénio (5 a 8 mg/l de mosto) para a síntese de ácidos gordos e esteróis, componentes essenciais da sua membrana celular.

A fermentação durará cerca de 3 a 5 dias de 18 - 20 °C, em fermentação alta e 6 a 8 dias a 9 - 10 °C em fermentação baixa. A levedura multiplica-se 3 a 4 vezes durante a primeira fase da fermentação. A população levuriana mantém-se em seguida estacionária e a levedura começa a separar-se do meio.

Durante a fase de crescimento, a levedura consome parte importante dos aminoácidos do mosto e excreta álcoois superiores e ésteres indispensáveis ao carácter aromático da cerveja.

A totalidade dos açúcares fermentescíveis (glucose, frutose, sacrose, maltose e maltotriose) são consumidos pela via catalítica E.M.P., formando-se etanol e CO_2 .

Em fabricação tradicional, a cerveja é trasfegada para um segundo tanque guarda, quando cerca de 90% dos açúcares fermentescíveis foram transformados. Na fermentação secundária os restantes açúcares (10%) asseguram a saturação em CO_2 da cerveja (5g/l).

Actualmente, com a utilização de tanques de grande profundidade (12-15m) é possível obter a saturação final em CO_2 , durante a fermentação principal, graças à pressão hidrostática.

4.4.2 Maturação

Após a fermentação, a cerveja deve ser mantida por um período mais ou menos longo em maturação (de 12 a 30 dias). É necessário favorecer a eliminação de substâncias indesejáveis, no plano gustativo.

Trata-se essencialmente da redução do nível de diacetilo, H_2S e aldeído acético. Esta eliminação faz-se por via química e biológica (diacetilo) e física (H_2S).

A temperatura de maturação exerce uma influência importante na duração deste processo. Uma temperatura da ordem dos 6-7 °C permite liminar a alguns dias a duração desta operação.

A levedura, em fim de fermentação, flocula lentamente em direcção ao fundo do tanque e excreta aminoácido e nucleótidos que contribuem favoravelmente para o carácter "Moelleux" da cerveja. O nível de excreção óptimo é obtido por um controlo adequado, da produção levuriana, da temperatura e da duração da maturação.

4.4.3 Estabilização

Após maturação, a temperatura da cerveja é levada tão próximo quanto possível do ponto de congelação ($\approx -2\text{ }^{\circ}\text{C}$) de maneira a favorecer a formação de complexos proteína-polifenóis, componentes responsáveis predominantemente pelo aparecimento de turvações na cerveja em garrafa durante a armazenagem.

A cerveja é mantida alguns dias a esta temperatura.

4.5 Clarificação da cerveja

A clarificação final tem como objectivos principais assegurar a brilhância e a estabilidade coloidal da cerveja durante a armazenagem.

Estes objectivos são atingidos pela eliminação dos complexos proteína-polifenóis e retenção da quase totalidade de leveduras.

A clarificação da cerveja pode ser realizada sobre um ou vários equipamentos. São utilizadas centrífugas (como equipamento de pré-clarificação sempre que a população levuriana ultrapassa os 5-6 milhões de cel/ml), filtros de placas ou velas com adjuvantes de filtração.

4.6 Estabilidade biológica

A filtração efectuada com adjuvante - Kieselghur - não elimina a totalidade dos microorganismos o que torna necessária, antes ou após o enchimento, a estabilização biológica da cerveja.

Esta operação pode ser efectuada a frio - Filtração Esterilizante - ou a quente, recorrendo-se então à pasteurização que poderá ser praticada, ou imediatamente antes - pasteurização flash - ou, após a bebida ser introduzida na sua embalagem - pasteurização túnel.

A presença de álcool e o baixo pH permitem que esta operação seja eficaz a baixa temperatura, comparativamente com outros produtos alimentares.

4.7 Enchimento

Após a filtração, a cerveja é armazenada em tanques de cerveja filtrada normalmente por um período de um dia, onde as suas características essenciais são controladas, procedendo-se em seguida ao seu enchimento em garrafas, latas ou barris.

Para que a cerveja conserve as suas qualidades específicas de limpidez, gosto e aroma, por um período o mais longo possível, é indispensável que, durante o enchimento, os teores de oxigênio, ferro e cobre sejam mantidos o mais baixos possível.

Um dos maiores sucessos do cervejeiro é pois evitar, durante as diversas operações de transferência e enchimento, todo o contacto com aqueles metais e oxigênio, assim como toda a contaminação com

microorganismos estranhos, ou seja outros que não a levedura específica utilizada na fabricação da cerveja que se pretende produzir.



II. Parte Experimental

Neste estágio, realizei dois trabalhos práticos, em duas áreas diferentes do processo de fabricação de cerveja. O primeiro consistiu na avaliação e comparação do funcionamento de dois equipamentos para a medição do teor de oxigênio na cerveja, durante a sua filtração - medidores "on-line" - e nos TCF's - medidores portáteis.

O segundo trabalho consistiu na regularização do pH durante o processo de fabrico da cerveja.

5. Avaliação do funcionamento de novos equipamentos para a medição de oxigênio na cerveja

O oxigênio, é responsável pela oxidação de diversos produtos alimentares, dos quais a cerveja faz parte. Torna-se então, importante proteger a cerveja do oxigênio, principalmente nas fases posteriores à fermentação, visto que este é responsável por reacções de oxidação que dão origem a uma cerveja com sabor alterado. Sendo assim, este trabalho permitiu a avaliação do funcionamento de vários medidores de oxigênio. Os medidores de oxigênio avaliados foram:

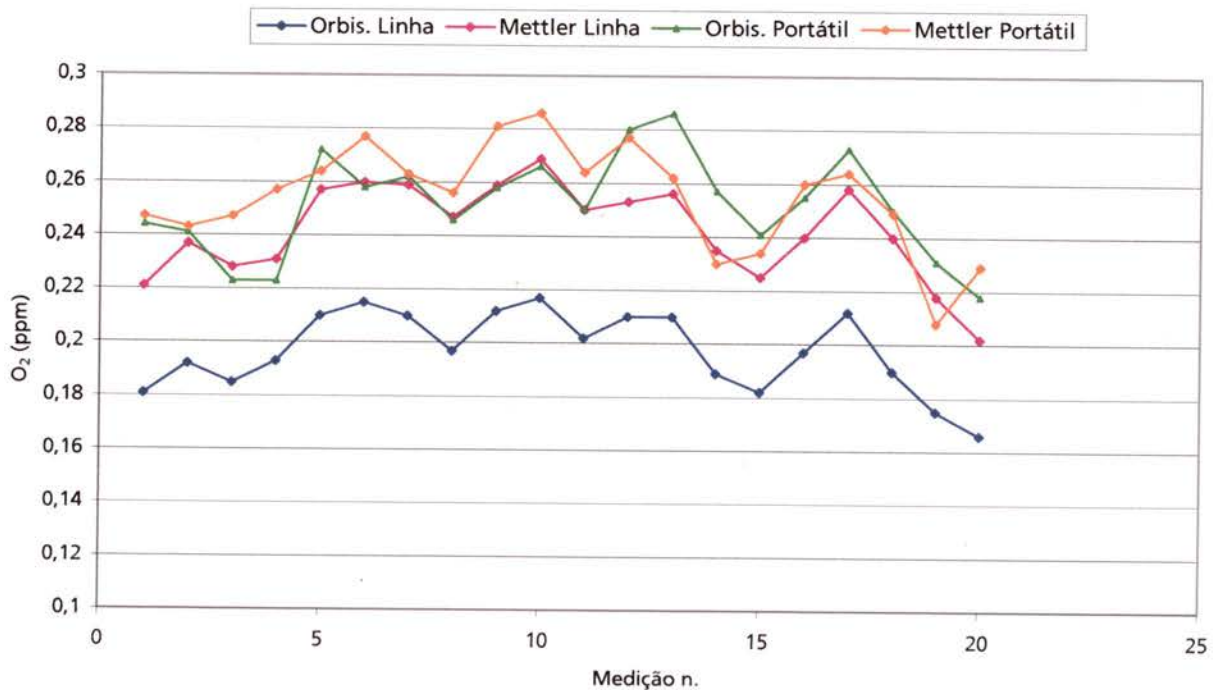
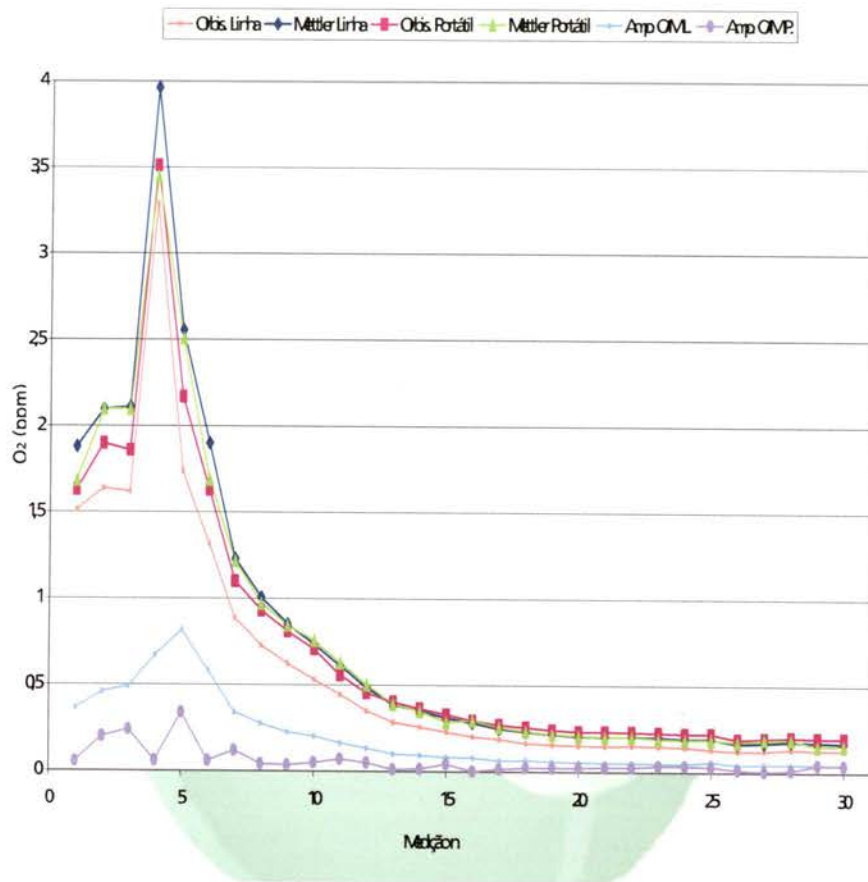
- Medidor de O_2 "on-line" da Orbisphere;
- O_2 Transmitter 4500 da Mettler Toledo;
- Medidor de O_2 Model 3650 da Orbisphere;
- In Tap 4000 portable O_2 analyser da Mettler Toledo.

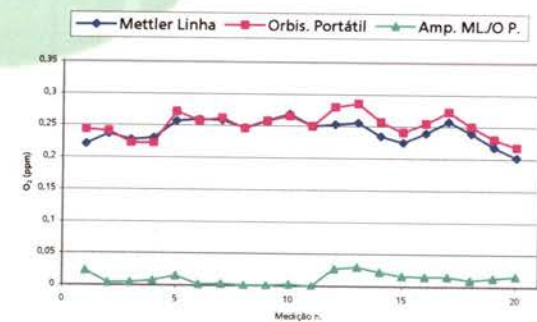
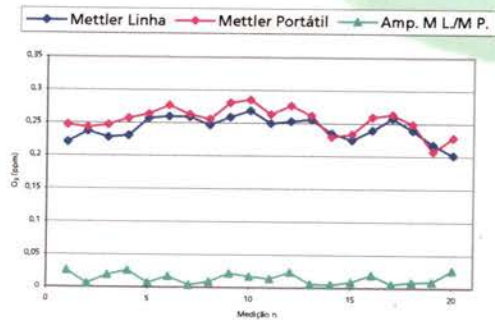
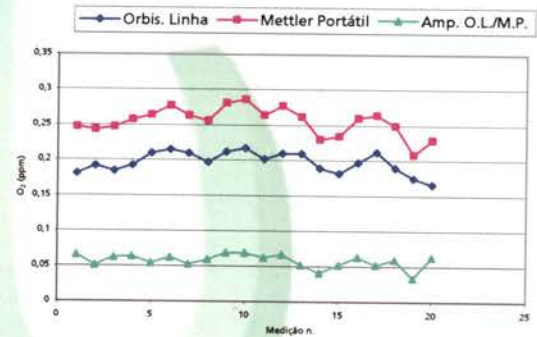
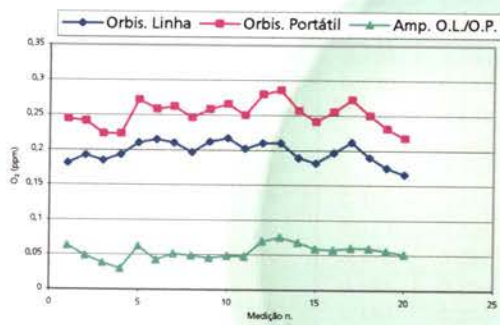
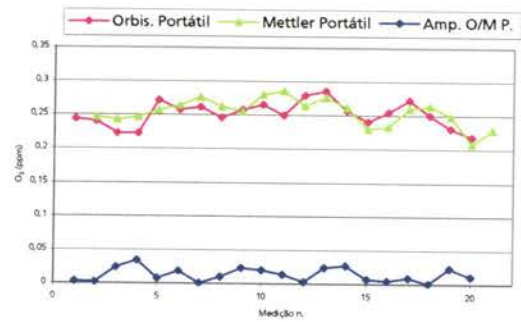
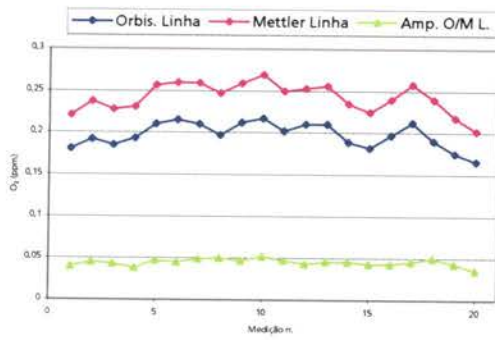
5.1 Resultados dos ensaios

► Valores baixos de oxigénio

xxx - Valores mais altos

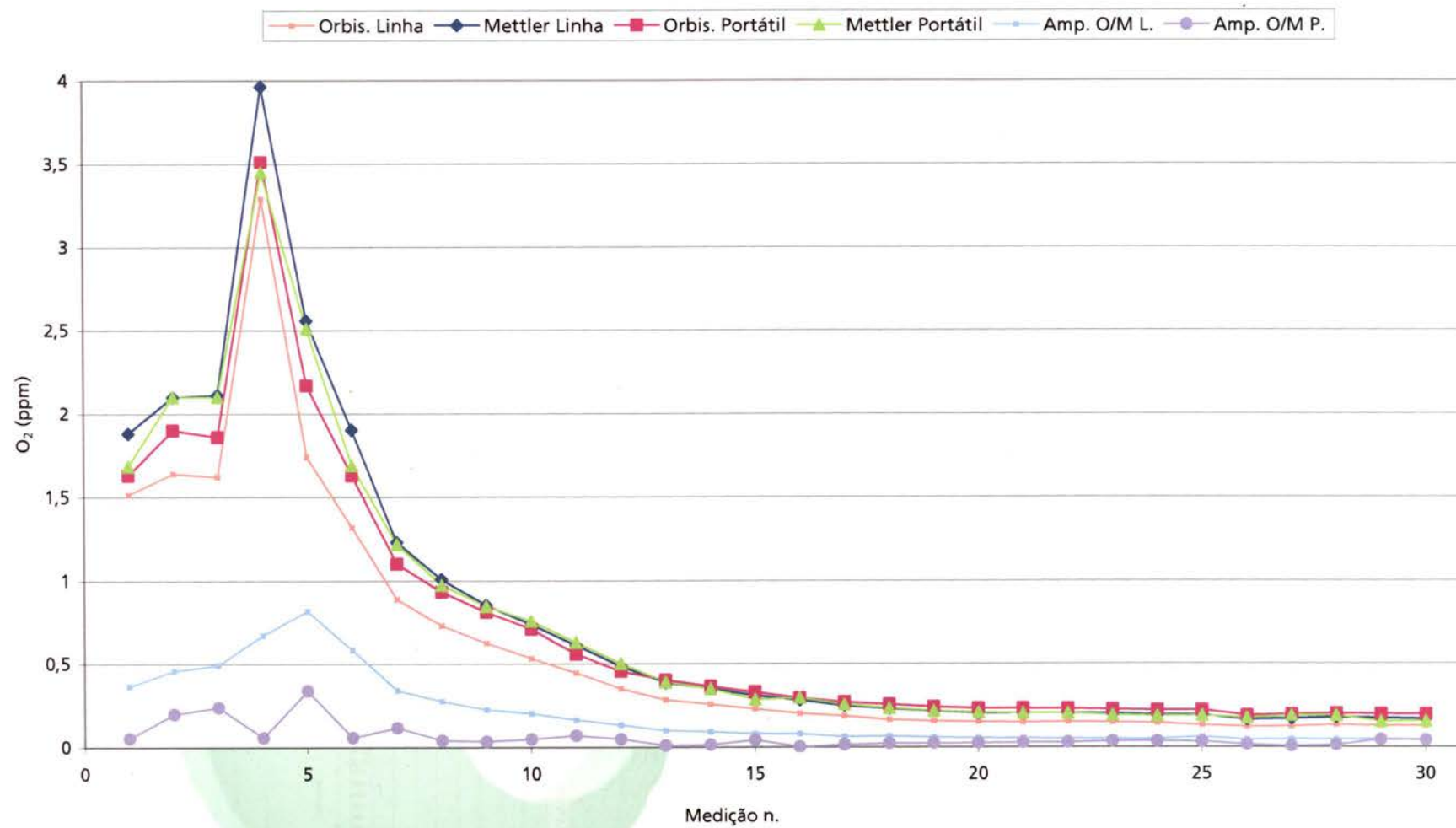
xxx - Valores mais baixos

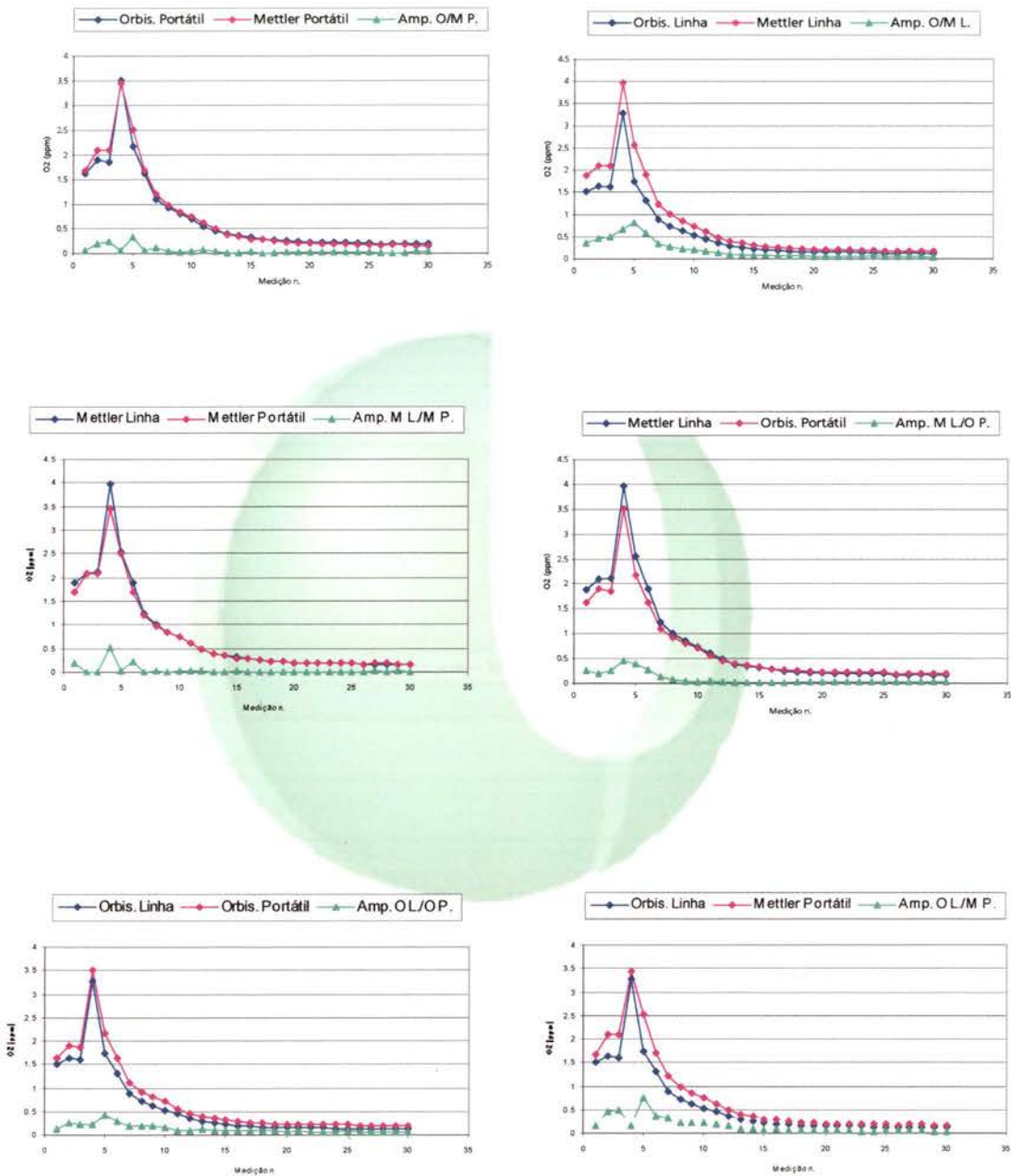


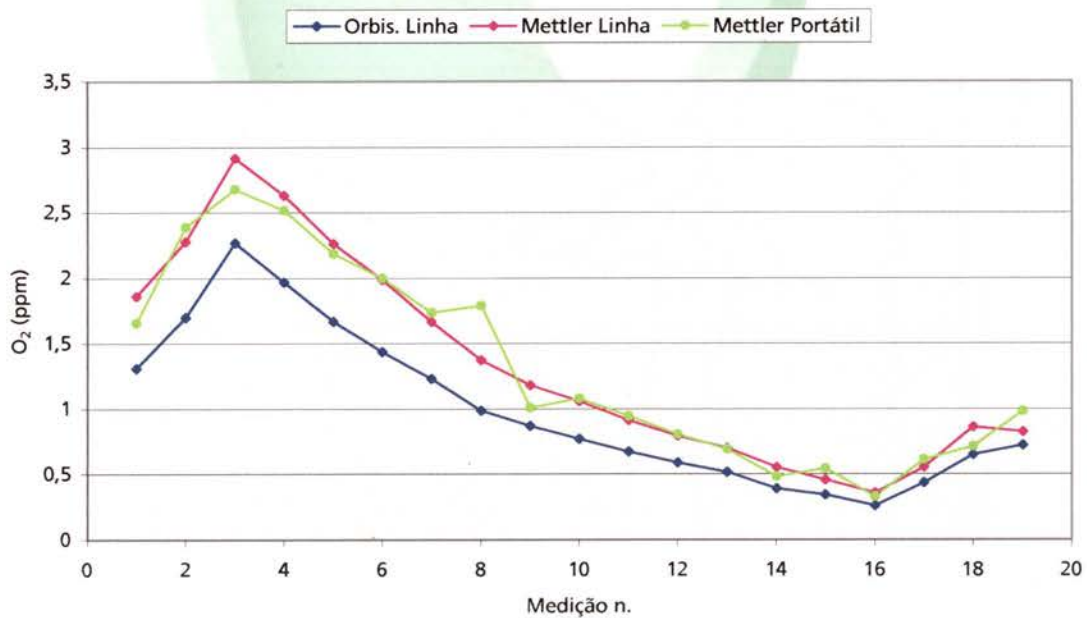
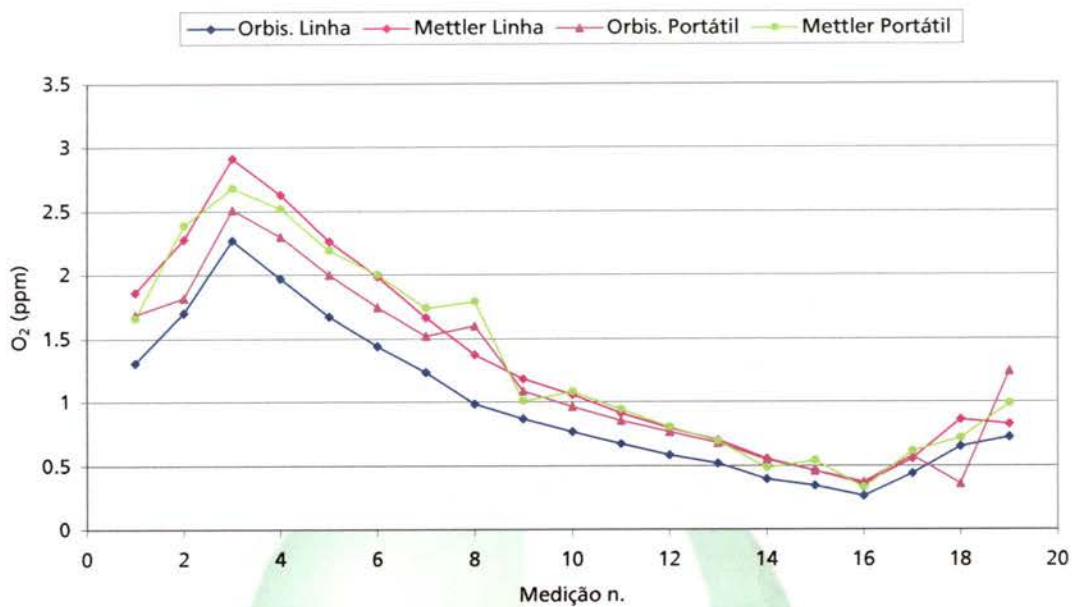


► Para um pico de oxigénio

Medição n.	Linha Filtração					
	Orbis. Linha	Mettler Linha	Amp. O/M L.	Orbis. Portátil	Mettler Portátil	Amp. O/M P.
1	1,515	1,881	0,366	1,630	1,685	0,055
2	1,640	2,099	0,459	1,900	2,100	0,200
3	1,620	2,112	0,492	1,860	2,100	0,240
4	3,290	3,963	0,673	3,510	3,450	0,060
5	1,740	2,558	0,818	2,170	2,510	0,340
6	1,320	1,902	0,582	1,630	1,690	0,060
7	0,889	1,231	0,342	1,100	1,218	0,118
8	0,730	1,008	0,278	0,932	0,974	0,042
9	0,626	0,853	0,227	0,812	0,847	0,035
10	0,533	0,737	0,204	0,709	0,758	0,049
11	0,446	0,612	0,166	0,559	0,629	0,070
12	0,351	0,485	0,134	0,454	0,503	0,049
13	0,286	0,387	0,101	0,402	0,390	0,012
14	0,258	0,351	0,093	0,364	0,350	0,014
15	0,230	0,312	0,082	0,331	0,287	0,044
16	0,202	0,282	0,080	0,296	0,297	0,001
17	0,187	0,249	0,062	0,271	0,257	0,014
18	0,165	0,231	0,066	0,257	0,234	0,023
19	0,157	0,217	0,060	0,242	0,219	0,023
20	0,152	0,206	0,054	0,233	0,209	0,024
21	0,150	0,203	0,053	0,232	0,204	0,028
22	0,153	0,204	0,051	0,231	0,203	0,028
23	0,150	0,200	0,050	0,227	0,192	0,035
24	0,145	0,193	0,048	0,222	0,187	0,035
25	0,132	0,193	0,061	0,222	0,190	0,032
26	0,122	0,166	0,044	0,189	0,175	0,014
27	0,124	0,170	0,046	0,195	0,190	0,005
28	0,133	0,178	0,045	0,201	0,189	0,012
29	0,127	0,174	0,047	0,197	0,153	0,044
30	0,126	0,168	0,042	0,195	0,155	0,040
31	-	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	-
36	-	-	-	-	-	-
Média	0,590	0,784	0,194	0,726	0,752	0,058
Dif. Orbis. L/Portátil				0,136	0,162	
Dif. Mettler L/Portátil				0,058	0,033	

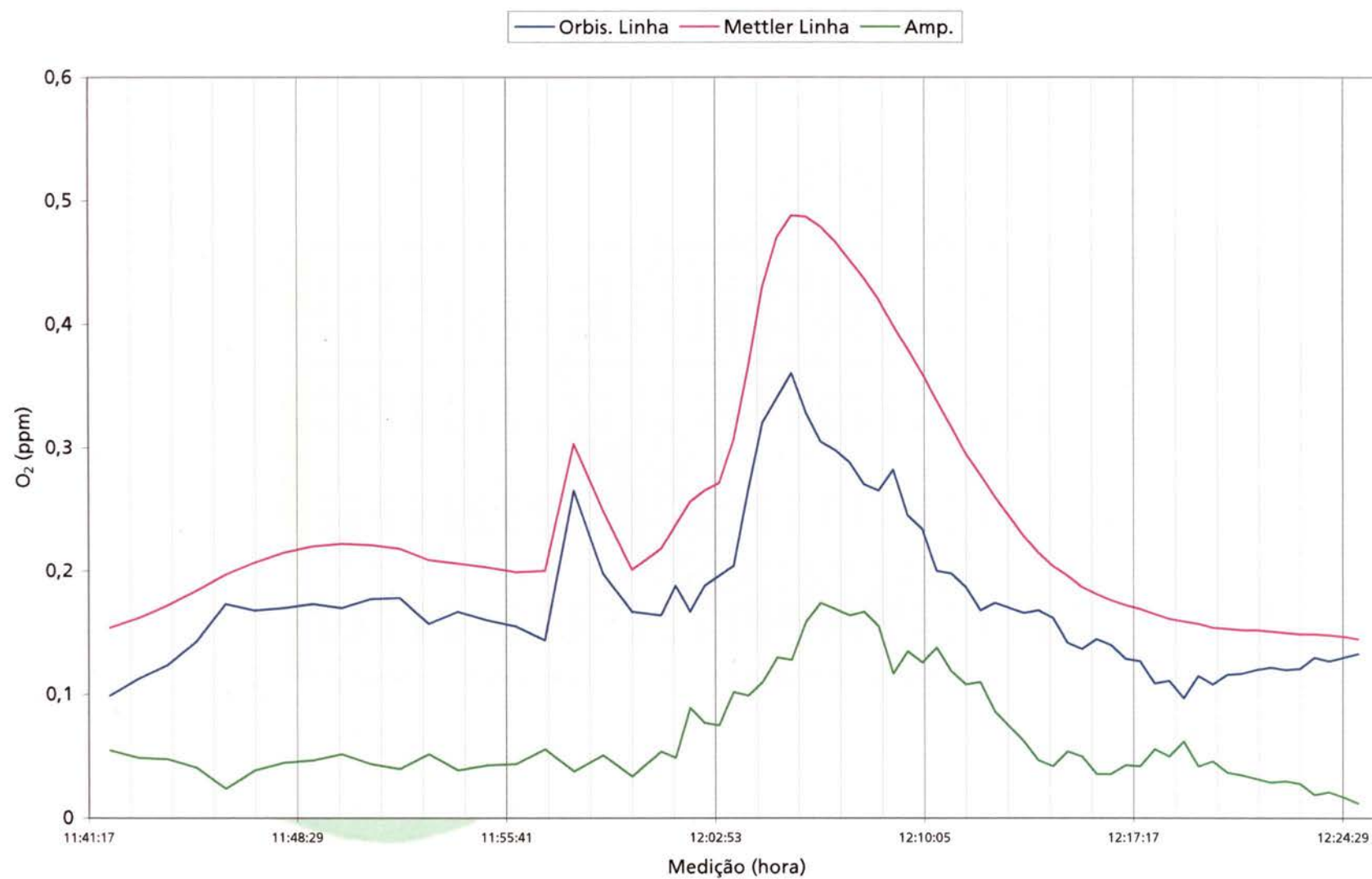




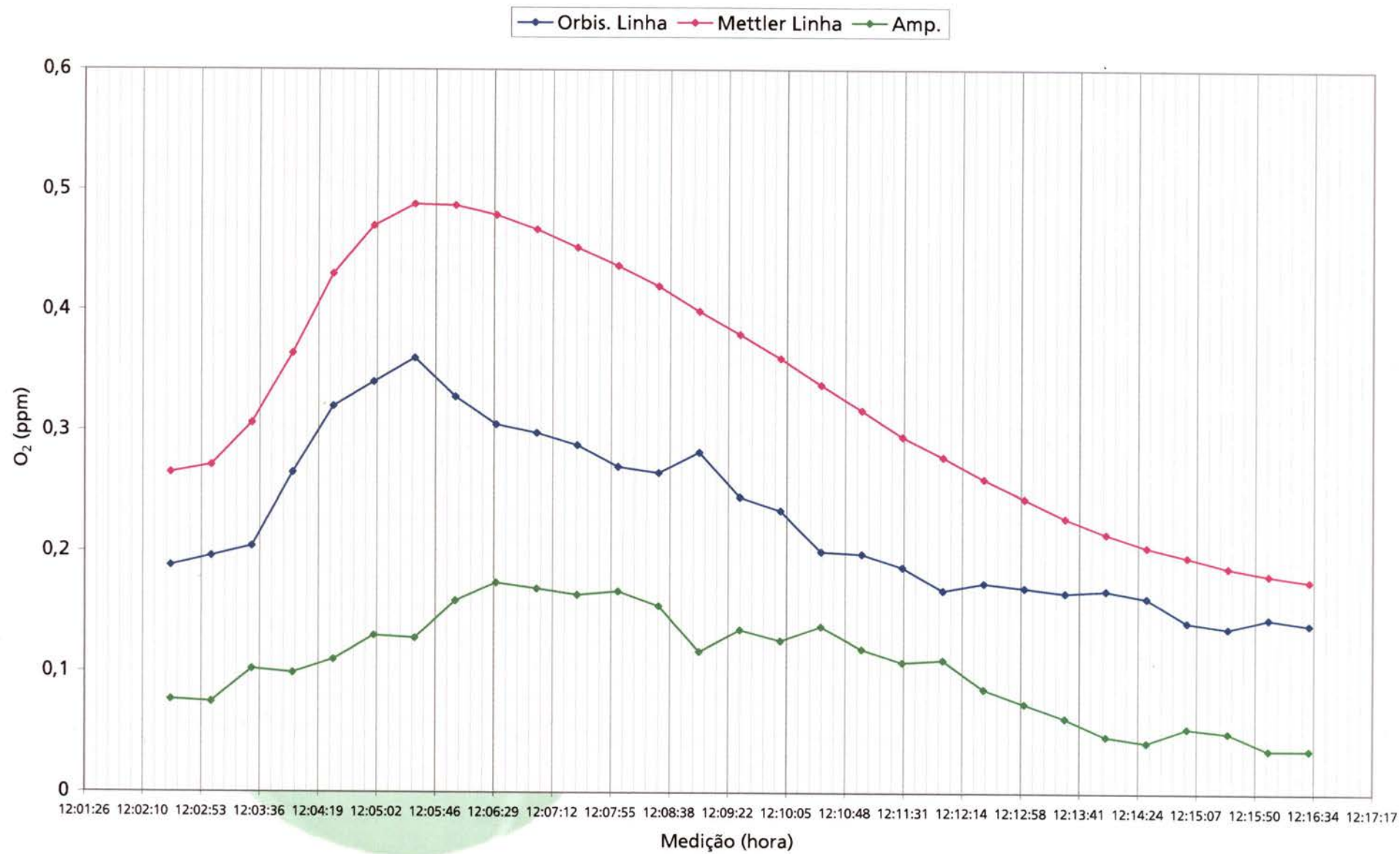


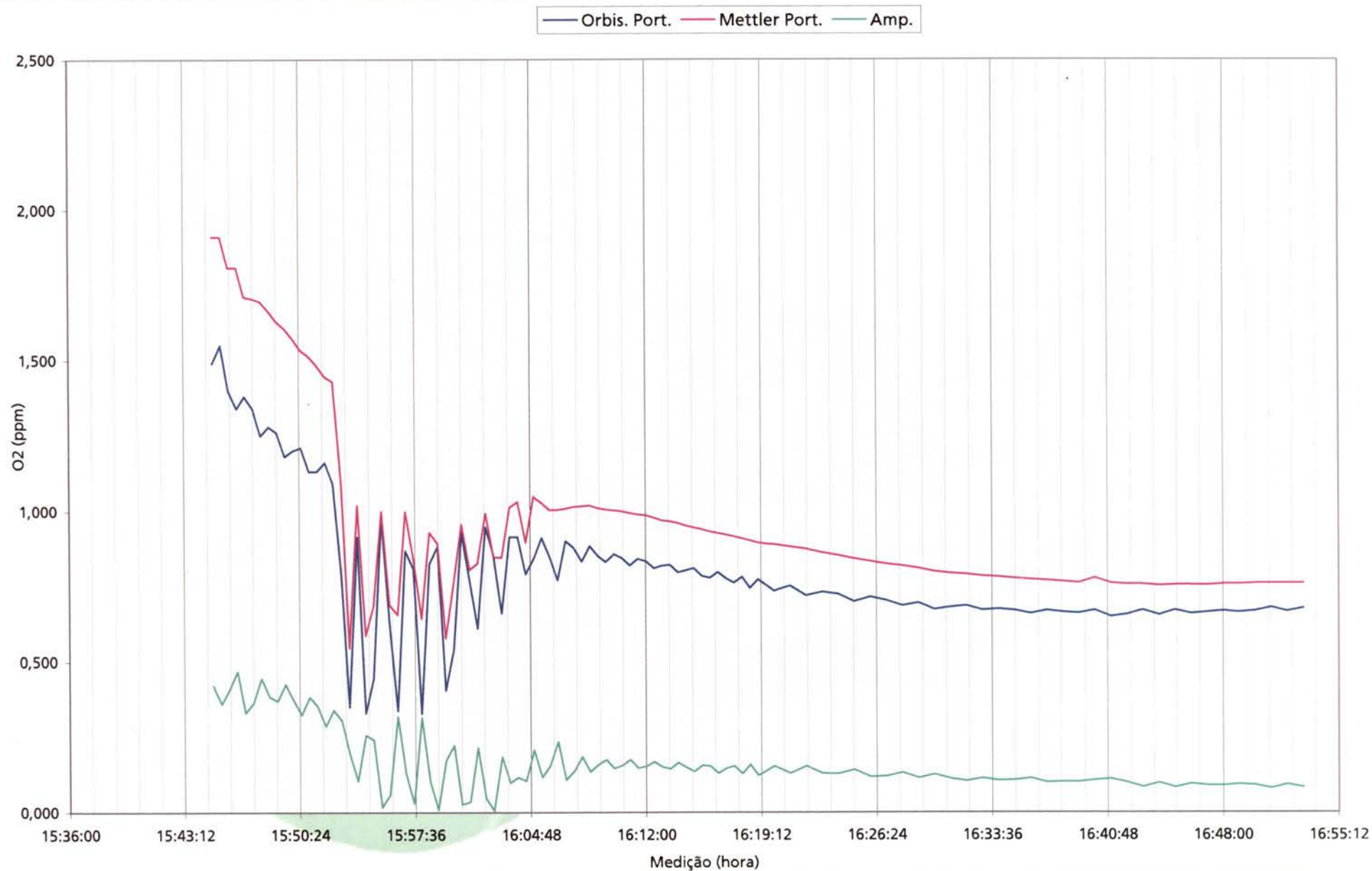
► Capacidade de resposta a variações de oxigénio

► Medidores em linha



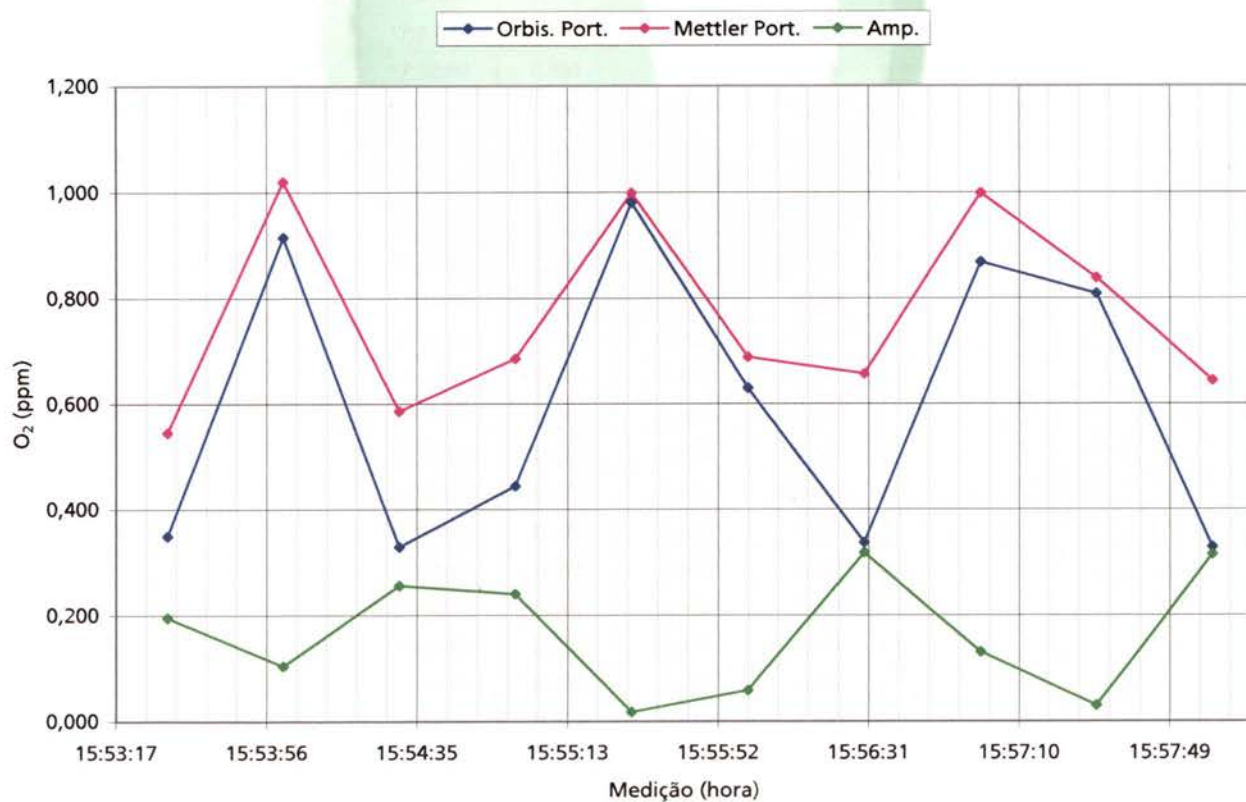
Medição (hora)	Linha Filtração		
	Orbis. Linha	Mettler Linha	Amp.
12:02:30	0,188	0,265	0,077
12:03:00	0,196	0,271	0,075
12:03:30	0,204	0,306	0,102
12:04:00	0,265	0,364	0,099
12:04:30	0,320	0,430	0,110
12:05:00	0,340	0,470	0,130
12:05:30	0,360	0,488	0,128
12:06:00	0,328	0,487	0,159
12:06:30	0,305	0,479	0,174
12:07:00	0,298	0,467	0,169
12:07:30	0,288	0,452	0,164
12:08:00	0,270	0,437	0,167
12:08:30	0,265	0,420	0,155
12:09:00	0,282	0,399	0,117
12:09:30	0,245	0,380	0,135
12:10:00	0,234	0,360	0,126
12:10:30	0,200	0,338	0,138
12:11:00	0,198	0,317	0,119
12:11:30	0,187	0,295	0,108
12:12:00	0,168	0,278	0,110
12:12:30	0,174	0,260	0,086
12:13:00	0,170	0,244	0,074
12:13:30	0,166	0,228	0,062
12:14:00	0,168	0,215	0,047
12:14:30	0,162	0,204	0,042
12:15:00	0,142	0,196	0,054
12:15:30	0,137	0,187	0,050
12:16:00	0,145	0,181	0,036
12:16:30	0,140	0,176	0,036
Média	0,226	0,331	0,105



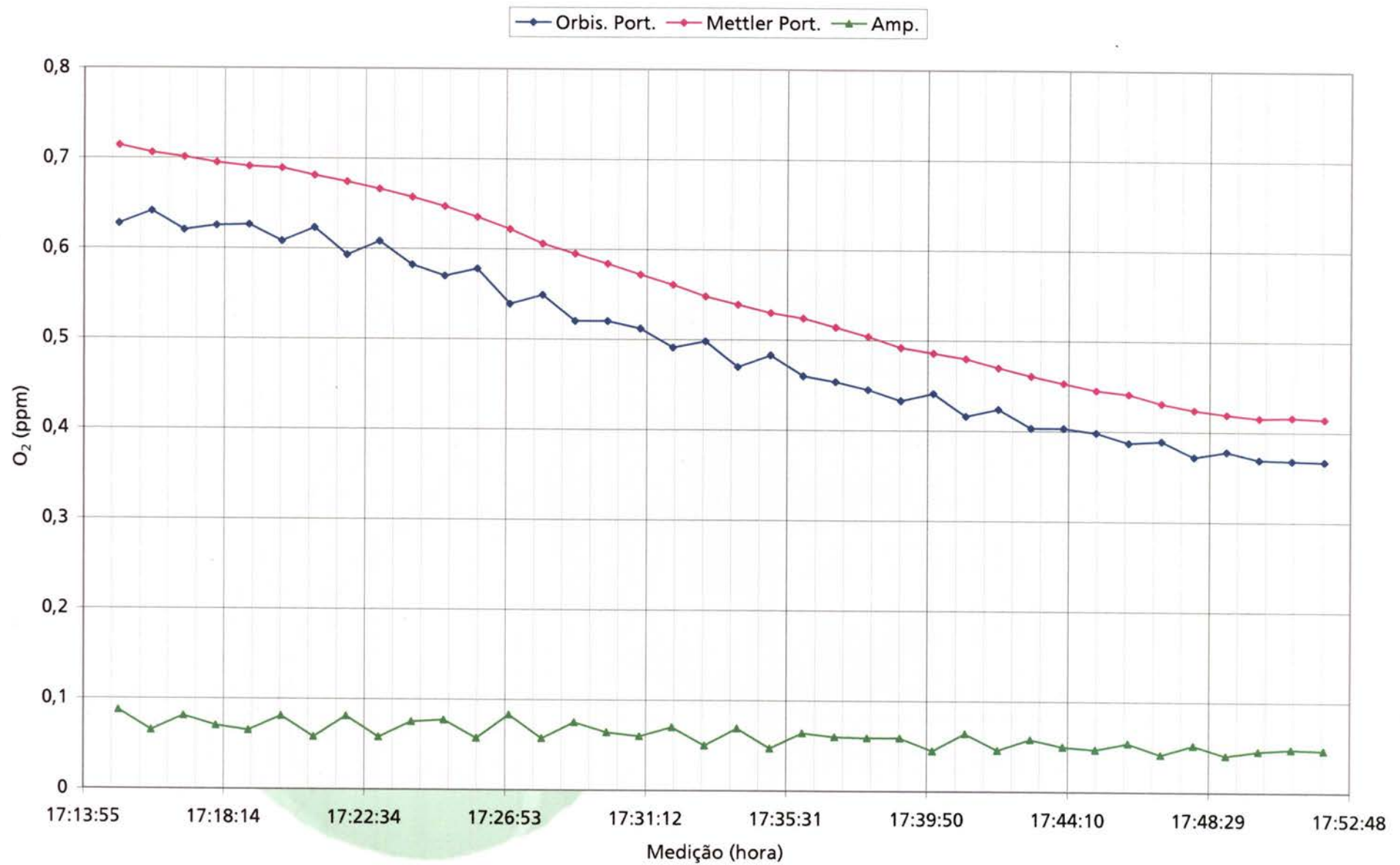


► Ampliação da zona de maior oscilação

Medição (hora)	Linha Filtração		
	Orbis. Port.	Mettler Port.	Amp.
15:53:30	0,350	0,546	0,196
15:54:00	0,915	1,020	0,105
15:54:30	0,330	0,587	0,257
15:55:00	0,445	0,686	0,241
15:55:30	0,981	0,999	0,018
15:56:00	0,630	0,689	0,059
15:56:30	0,338	0,657	0,319
15:57:00	0,868	0,999	0,131
15:57:30	0,808	0,838	0,030
15:58:00	0,329	0,644	0,315
Média	0,599	0,767	0,167

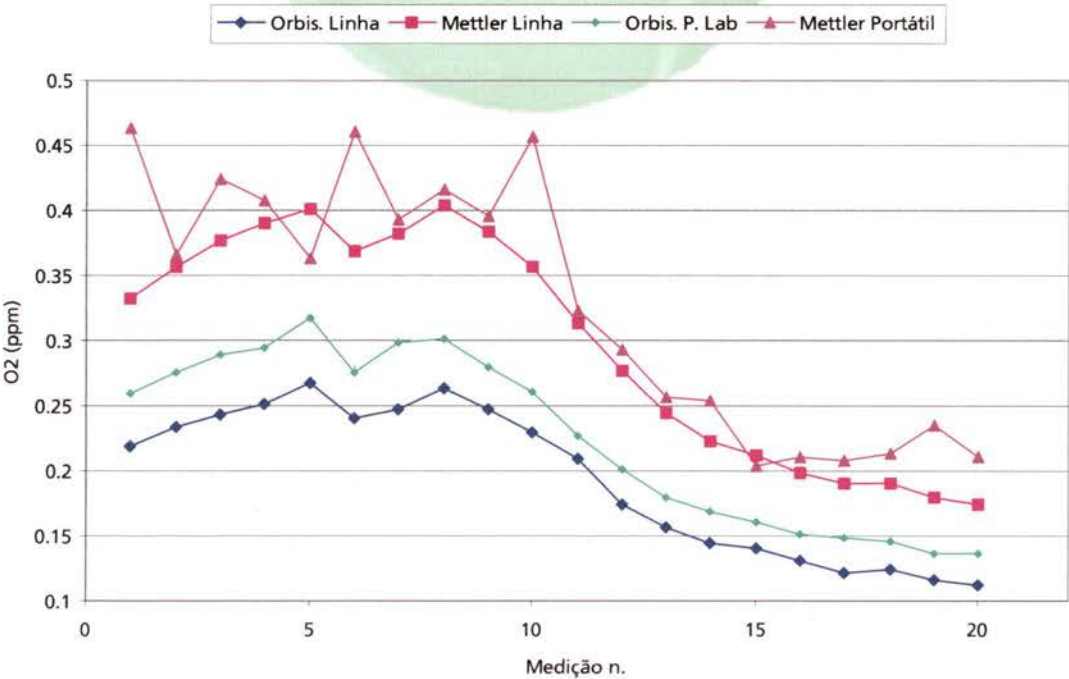


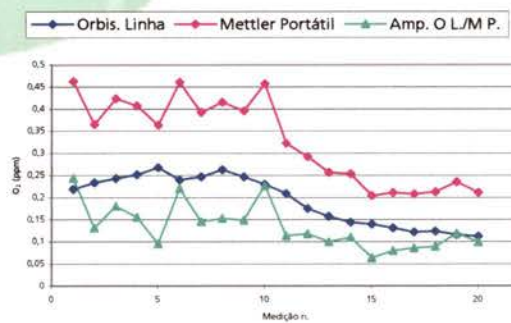
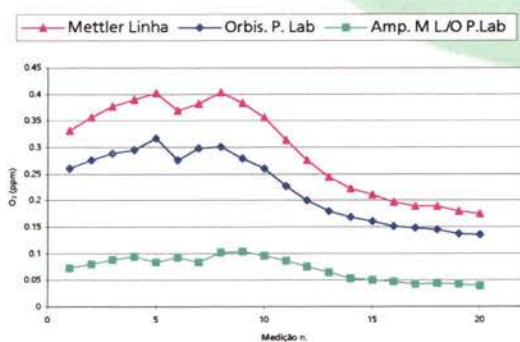
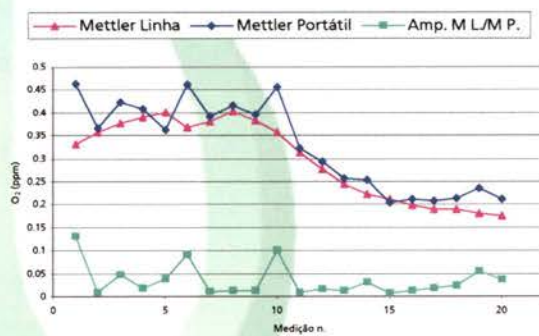
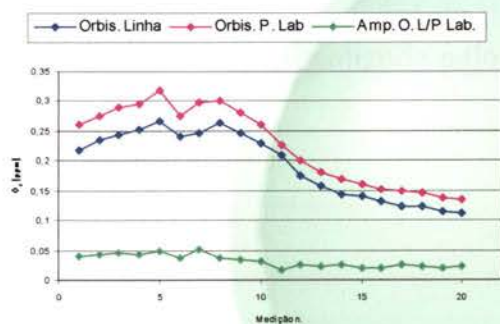
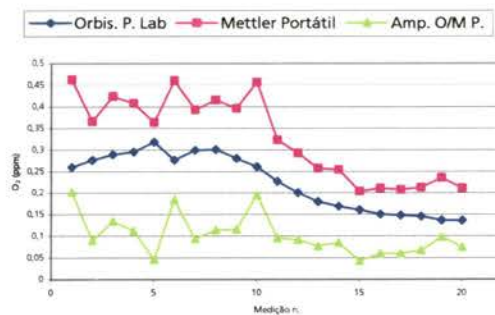
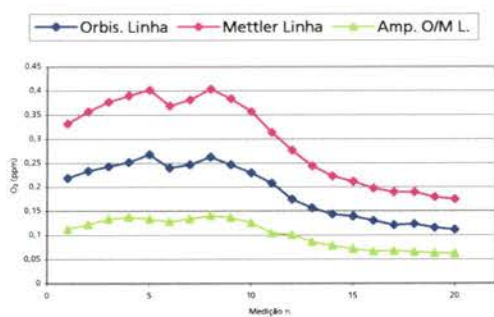
Medição (hora)	Linha Filtração		
	Orbis. Port.	Mettler Port.	Amp.
17:15:00	0,627	0,714	0,087
17:16:00	0,641	0,706	0,065
17:17:00	0,620	0,701	0,081
17:18:00	0,625	0,695	0,070
17:19:00	0,626	0,691	0,065
17:20:00	0,608	0,689	0,081
17:21:00	0,623	0,681	0,058
17:22:00	0,593	0,674	0,081
17:23:00	0,608	0,666	0,058
17:24:00	0,582	0,657	0,075
17:25:00	0,570	0,647	0,077
17:26:00	0,578	0,635	0,057
17:27:00	0,539	0,622	0,083
17:28:00	0,549	0,606	0,057
17:29:00	0,520	0,595	0,075
17:30:00	0,520	0,584	0,064
17:31:00	0,512	0,572	0,060
17:32:00	0,491	0,561	0,070
17:33:00	0,498	0,548	0,050
17:34:00	0,470	0,539	0,069
17:35:00	0,483	0,530	0,047
17:36:00	0,460	0,524	0,064
17:37:00	0,454	0,514	0,060
17:38:00	0,445	0,504	0,059
17:39:00	0,433	0,492	0,059
17:40:00	0,441	0,486	0,045
17:41:00	0,416	0,480	0,064
17:42:00	0,424	0,470	0,046
17:43:00	0,403	0,461	0,058
17:44:00	0,403	0,453	0,050
17:45:00	0,398	0,445	0,047
17:46:00	0,387	0,441	0,054
17:47:00	0,389	0,431	0,042
17:48:00	0,372	0,424	0,052
17:49:00	0,378	0,419	0,041
17:50:00	0,369	0,415	0,046
17:51:00	0,368	0,416	0,048
17:52:00	0,367	0,414	0,047
Média	0,494	0,555	0,061



► Importância da limpeza no Mettler portátil
(5 dias sem limpeza)

Medição n.	Linha Filtração							
	Orbis. Linha	Mettler Linha	Amp. O/M L.	Orbis. P. Lab	Mettler Portátil	Amp. O/M P.	Amp. O. L/P	Amp. O/M P.
1	0,219	0,332	0,113	0,260	0,463	0,203	0,041	0,131
2	0,234	0,357	0,123	0,276	0,366	0,090	0,042	0,009
3	0,243	0,377	0,134	0,289	0,424	0,135	0,046	0,047
4	0,252	0,390	0,138	0,295	0,408	0,113	0,043	0,018
5	0,268	0,402	0,134	0,318	0,364	0,046	0,050	0,038
6	0,240	0,369	0,129	0,276	0,461	0,185	0,036	0,092
7	0,247	0,382	0,135	0,299	0,393	0,094	0,052	0,011
8	0,263	0,404	0,141	0,301	0,416	0,115	0,038	0,012
9	0,247	0,384	0,137	0,280	0,396	0,116	0,033	0,012
10	0,230	0,357	0,127	0,261	0,457	0,196	0,031	0,100
11	0,209	0,314	0,105	0,227	0,323	0,096	0,018	0,009
12	0,175	0,277	0,102	0,201	0,293	0,092	0,026	0,016
13	0,157	0,244	0,087	0,180	0,257	0,077	0,023	0,013
14	0,144	0,223	0,079	0,169	0,254	0,085	0,025	0,031
15	0,140	0,212	0,072	0,161	0,204	0,043	0,021	0,008
16	0,131	0,198	0,067	0,151	0,211	0,060	0,020	0,013
17	0,122	0,190	0,068	0,148	0,208	0,060	0,026	0,018
18	0,124	0,190	0,066	0,146	0,213	0,067	0,022	0,023
19	0,116	0,180	0,064	0,137	0,235	0,098	0,021	0,055
20	0,112	0,175	0,063	0,136	0,211	0,075	0,024	0,036
Média	0,194	0,298	0,104	0,226	0,328	0,102	0,032	0,035
Dif. Orbis. L/ Orbis. P Lab.				0,032				
Dif. Mettler L/ Mettler P				0,030				
Dif. Mettler L/Orb. P Lab.				0,072				





5.2 Vantagens e inconvenientes dos diferentes equipamentos

Orbisphere

- ✓ Boa capacidade de resposta a variações de oxigénio;
- ✓ Consegue detectar rapidamente oscilações em níveis baixos de oxigénio;
- ✓ Pouca manutenção - 1 vez por mês;
- ✓ Necessita de pouco volume de cerveja para determinar o teor de oxigénio
- ✓ Mais robusto;
- ✗ Manutenção realizada pelo metrologista.

Mettler

- ✓ Boa capacidade de resposta para variações de oxigénio;
- ✓ Manutenção realizada pelo operador;
- ✓ Display com melhor resolução;
- ✗ Requer manutenção diária - limpeza;
- ✗ Pouco robusto;
- ✗ Apresenta valores pouco coerentes quando não se realiza limpeza diária;
- ✗ Não consegue responder com rapidez a oscilações em níveis baixos de oxigénio;
- ✗ Necessita de um volume maior de cerveja para determinar o teor de oxigénio.

6. Regularização do pH no processo de fabrico da cerveja

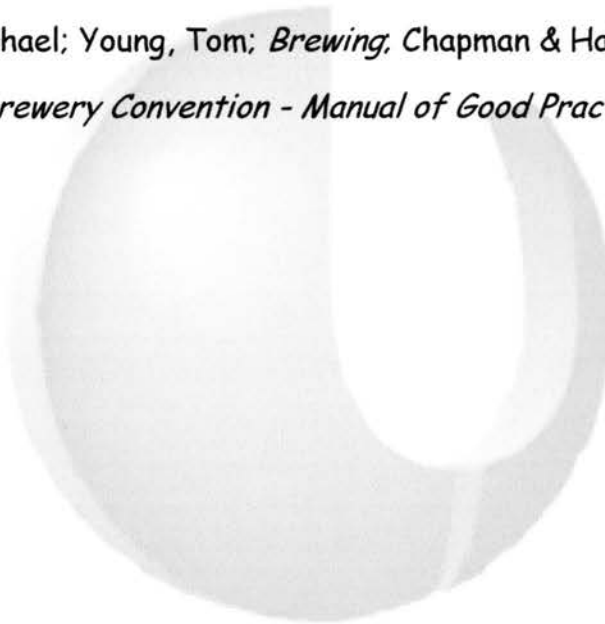
Nesta etapa do estágio, o trabalho que realizei, foi dividido em 3 etapas:

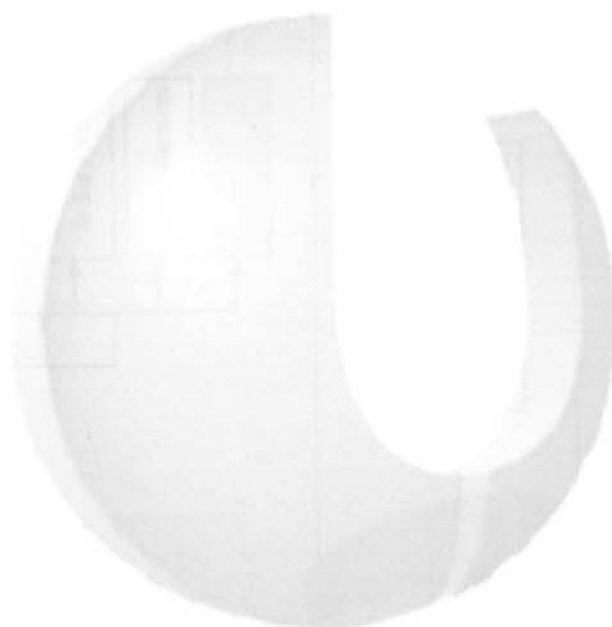
- 1º Etapa: caracterização da situação actual do pH ao longo do processo,
- 2º Etapa: levantamento de possíveis factores que influenciem a regularização do pH
- 3º Etapa: realização de ensaios e avaliação dos resultados.

Devido ao facto de ter assinado um contracto de confidencialidade, não me é permitido publicar qualquer tipo de dados deste trabalho.

7. Bibliografia

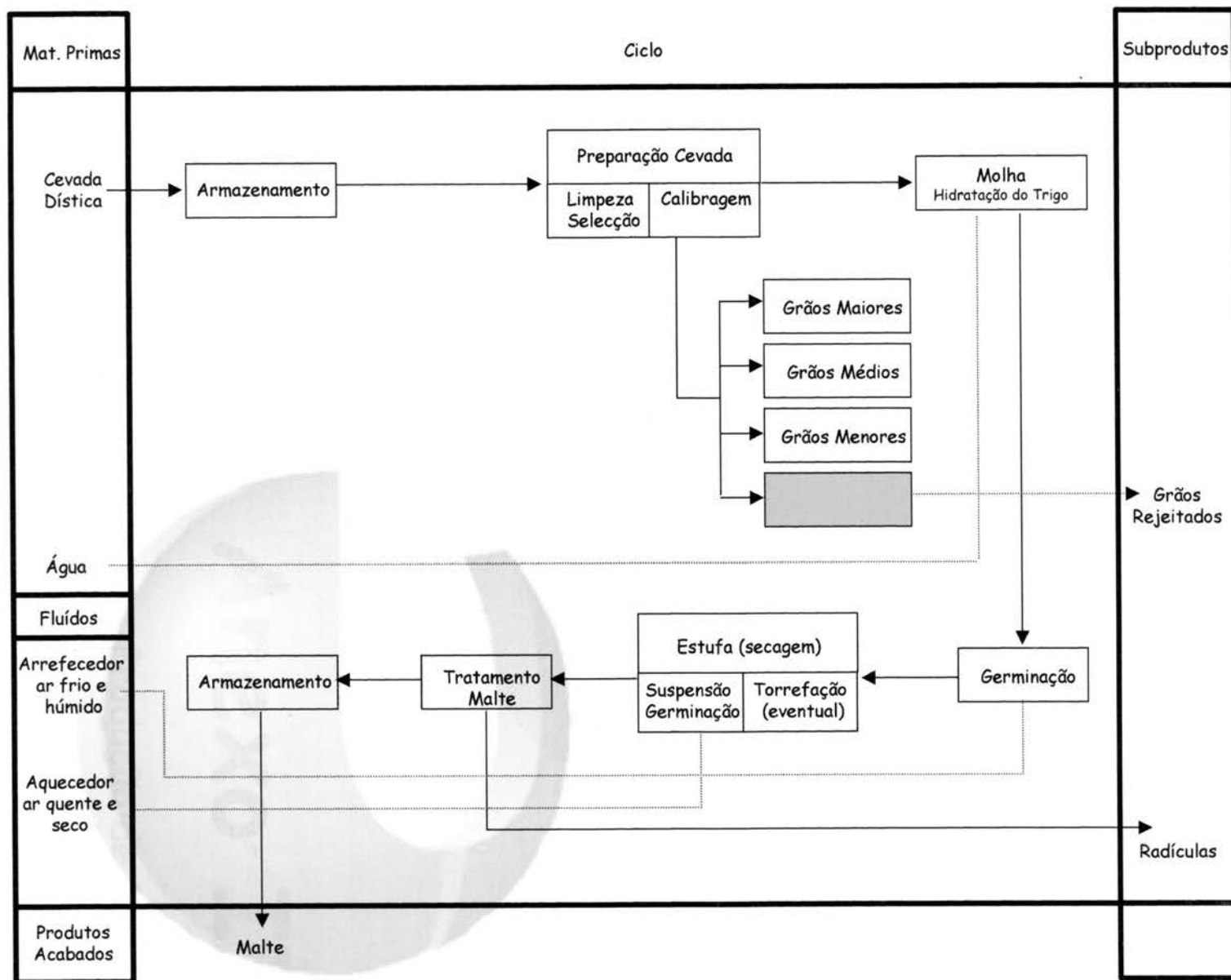
- Unicer 100 anos de Cerveja - Agenda 1991.
- Documentação interna do Serviço de Relações Públicas da Unicer.
- Internet.
- Clerck, Jean; *Cours de Brasserie*; Vol 1 e 2, 2º Ed. Heverlec; Louvain - Belgique.
- Lewis, Michael; Young, Tom; *Brewing*; Chapman & Hall; London, 1995.
- *European Brewery Convention - Manual of Good Practice*

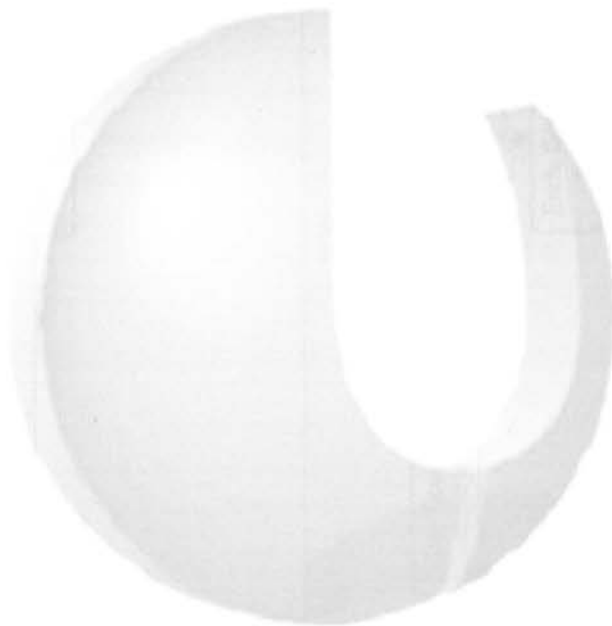




Anexo I

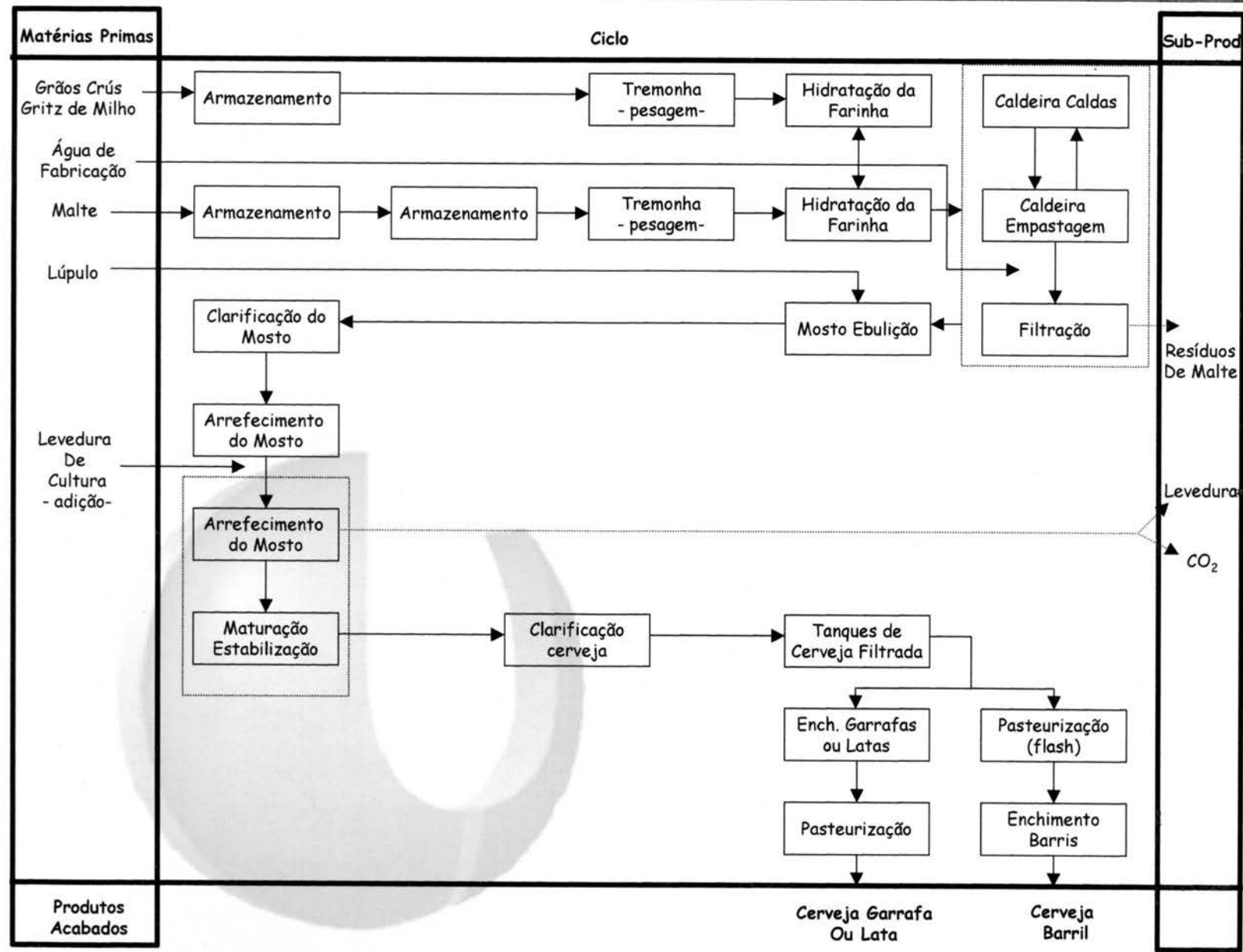
Fabricação do Malte





Anexo II

Produção de Cerveja





FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000090136