

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2006.12.08</b>	(73) Titular(es): <b>SORAIN CECCHINI AMBIENTE SCA S.P.A.</b> <b>VIALE DEL POGGIO FIORITO 63 00144 ROME IT</b>
(30) Prioridade(s): <b>2005.12.21 IT MI20052430</b>	
(43) Data de publicação do pedido: <b>2008.09.17</b>	(72) Inventor(es): <b>MANLIO CERRONI</b> IT
(45) Data e BPI da concessão: <b>2009.03.31</b> <b>119/2009</b>	(74) Mandatário: <b>ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA</b> <b>RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA</b> PT

(54) Epígrafe: **MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE UM SUBSTRATO FLORESTAL BIOESTABILIZADO A PARTIR DO CICLO INTEGRAL DE TRATAMENTO DE LIXOS URBANOS SÓLIDOS**

(57) Resumo:

## DESCRIÇÃO

### **"Método para obtenção de um substrato florestal bioestabilizado a partir do ciclo integral de tratamento de lixos urbanos sólidos"**

#### **Campo do invento**

O presente invento refere-se a um método de tratamento automático e integral de lixo sólido urbano indiferenciado e do lixo semelhante de modo a obter:

a) o substrato florestal de camadas múltiplas composto pela fracção orgânica estabilizada, pelo resíduo inerte neutralizado e pelo resíduo mineral vítreo, dispostos adequadamente;

b) metais ferrosos e não ferrosos;

c) energia a partir de combustível derivado de resíduos (CDR).

#### **Estado da técnica**

Qualquer substância derivada das actividades humanas ou dos ciclos naturais que é abandonada ou destinada a ser abandonada é definida como "lixo".

O lixo urbano sólido (LUS) representa a fracção do lixo na forma sólida produzido em residências, quer como tal quer resultante da recolha separada do lixo. O mesmo é composto por uma gama muito variável de materiais e tem consequentemente características químicas e físicas diferentes (humidade, peso específico, valor calorífico, cinza, etc.) dependendo da área geográfica, da situação económica e social, da estação do ano, etc.

Não há duvida que os países desenvolvidos produzem uma elevada concentração de material orgânico (lixo de cozinhas), o qual, em alguns casos, é 70% em peso do lixo total, enquanto que os países industrializados descartam uma quantidade de papel, cartão, plástico, embalagens poli-acopladas e de alumínio, etc., a qual representa 60% do peso.

A quantidade do LUS produzido por cabeça é também bastante diferente, com valores que variam de 300 a 400 gramas/habitante por dia nos países desenvolvidos a 2 000 gramas/habitante por dia nos países fortemente desenvolvidos. A existência ou a ausência de recolha separada para algumas classes de lixo numa zona geográfica específica aumenta também a variabilidade da composição.

Como um exemplo, a composição típica dos materiais de lixo que constituem o LUS na cidade de Roma está listado abaixo (ano 2005):

Análise média em materiais de lixo do LUS

Cidade de Roma (2005)

Fracções	(% em peso)
Crivado de 20 mm	8%
Lixo de cozinha orgânico	25%
Papel e cartões	28%
Película de plástico	9%
Plásticos duros	4%
Têxteis	6%
Pele/borracha	2%
Fraldas/pensos higiénicos	2%
Madeira/verdura	3%
Metais ferrosos e não ferrosos	3,5%
Vidro/Cerâmica/Pedras	7%
Resíduo sólido volumoso	0,5%
Remanescente	2%

Considerando a composição heterogénea e variável do lixo urbano sólido, é de particular importância descobrir um método de tratamento correcto, tanto para a recuperação de materiais como em termos de segurança e cumprimento dos regulamentos sobre a protecção do ambiente.

Presentemente existem diferentes métodos de tratamento, os quais serão listados abaixo:

**DESCARTE CONTROLADO:**

Consiste em espalhar as camadas de desperdícios sobre o chão, o qual foi previamente preparado, de modo a tornar negligenciáveis os efeitos sobre o ambiente (impermeabilização, recolha de águas residuais, aproveitamento de biogás, etc.). É um sistema autónomo e apresenta vantagens consideráveis tais como a velocidade de realização e economia de custos. No entanto, o sistema requer programação, construção, gestão e controlo correctos. Se não for correctamente utilizado, o sistema por ter um efeito negativo no solo, no subsolo e na atmosfera. No estágio de produção é também necessário considerar os desperdícios (qualidade e quantidade), a geologia do local do aterro, o clima e a hidrologia. Os riscos ambientalmente mais elevados são determinados pela água residual e pelo biogás: a água residual contém contaminantes biológicos e químicos, o biogás, em vez disso, é uma mistura de gases produzidos pela fermentação (anaeróbica), cujo processo de formação é lento e começa com a produção de ácidos orgânicos e depois de dióxido de carbono e metano. É importante que o metano não seja disperso livremente na atmosfera, uma vez que o mesmo contribui para o efeito de estufa; para a salvaguarda do ambiente e como um factor produtivo é, por conseguinte, fundamental aproveitar o mesmo e recuperar o mesmo para fins energéticos.

Uma outra desvantagem do aterro é a necessidade imposta, por lei em muitos países, de monitorização do impacto ambiental durante um período de tempo longo após o local ter sido fechado (gestão "post-mortem"), com enormes custos adicionais durante, pelo menos, 30 anos após o fecho. Por fim deve ser considerado que, com a Directiva Europeia 1999/31/EC, a Comunidade Europeia proibiu de facto o descarte em aterro do LUS não separado, exigindo que os países membros tratem o mesmo de modo a depositarem apenas o resíduo de processamento no local. Esta política tem sido parcialmente observada pelos países membros, enquanto que observação das outras partes está em progresso.

**INCINERAÇÃO DO LUS:**

A incineração do LUS não separado, destinada inicialmente apenas à destruição térmica do LUS, tornou-se actualmente, graças ao aumento do valor calorífico (2000 Kcal/Kg), também uma via importante de recuperação de energia em várias formas.

Entre as vantagens oferecidas pelo sistema existe uma tecnologia consolidada e de sucesso.

Entre as desvantagens, a produção de resíduos é de 20 a 30% em peso do LUS que entra, o que requer um local de aterro adequado, os elevados custos de manutenção e de instalação, e um controlo exacto das emissões, o que também vai contra a aversão e falta de consenso dos cidadãos na identificação dos locais adequados para a realização.

**TRATAMENTO MECÂNICO E BIOLÓGICO:**

Isto refere-se a uma série de métodos de tratamento, entre os quais:

a) **RECUPERAÇÃO DA FRACÇÃO DE COMBUSTÍVEL:** o combustível derivado de resíduos (CDR) é gerado a partir de uma gama de materiais combustíveis, cujo denominador comum é a sua origem, que é o lixo urbano sólido (LUS). O CDR mais comum é derivado do LUS sujeito a procedimentos de trituração e remoção de metais, de vidro e de substâncias inorgânicas para converter o mesmo num produto de acordo com as leis e normas nacionais e (DM 05/02/98 e UNI 9903/2004)

As vantagens do CDR mais comum são a sua homogeneidade, constância e elevado valor calorífico, conservabilidade e transportabilidade.

O CDR pode ser utilizado em sistemas para a produção de energia eléctrica, tal como centrais de produção de energia do lixo de grelha arrefecida, gaseificadores, leitos de fluido e também na co-incineração em centrais convencionais com combustível sólido. O CDR pode ser também utilizado em

cimenteiras e outras actividades industriais em co-incineração com os combustíveis tradicionais. Os tratamentos de recuperação, após os processos listados acima, são sistemas concebidos e geridos tendo em vista a separação dos vários componentes de material de lixo puros ou menos puros. Na prática significa a atribuição da fracção orgânica à compostagem, os materiais com o conteúdo de energia mais elevado à combustão, e o resto ao aterro.

**PROCESSO DE COMPOSTAGEM:** este consiste na transformação biológica em produtos de compostagem da fracção orgânica presente no lixo. A mesma subdivide-se:

1) na fase de latência, necessária para a colonização do ambiente pelos microrganismos;

2) a fase de crescimento rápido, a qual envolve a subida de temperatura devida ao efeito do calor produzido pelas reacções metabólicas;

3) a fase termofílica, na qual a temperatura chega a mais de 60°C (a duração é de cerca de uma semana ou mais), e

4) a fase mesofílica ou de maturação, durante a qual existe uma queda lenta da temperatura e um aumento das fracções humidificadas da substância orgânica (com a duração de um mês ou mais).

Os produtos de compostagem obtidos no fim do tratamento são um corrector da estrutura do solo, o mesmo favorece o reequilíbrio da natureza térmica do solo, restaura a matéria orgânica, a macieza e a estrutura de suporte (solos exaustos), permeabilidade e qualidades de trabalho (solo argiloso). É também um corrector orgânico para os diferentes tipos de culturas, em especial, a cultura de árvores, e para a floresta. A optimização tecnológica e de gestão do sistema de compostagem é conseguida pela regulação de um certo número de parâmetros:

a) preparação, mistura e arejamento da massa a ser sujeita à compostagem;

b) temperatura, humidade, pH, factores de limitação e factores de nocividade;

c) regeneração, limpeza e apresentação do produto acabado.

### **Âmbito do invento**

A multiplicidade e complexidade dos processos de tratamento e reciclagem listados acima mostra, começando a partir do lixo urbano sólido, como as vias seguidas para recuperar os materiais são várias e independentes entre si. No entanto, cada uma delas implica a produção de um resíduo final e com um impacto mais ou menos acentuado para o ambiente.

O presente invento, por conseguinte, estabeleceu como seu primeiro objectivo a utilização de processos para o tratamento e recuperação de materiais num único ciclo de produção integrado (SISTEMA DE CÍRCULO TOTAL) tendo como sua finalidade a produção de um substrato florestal estabilizado biologicamente e a produção de energia e metais, sem que exista qualquer resíduo de processamento a ser enviado para o aterro.

Um outro objectivo do invento é a produção de um substrato florestal a partir de todos os materiais recuperados a partir do lixo urbano sólido, o qual apresenta propriedades óptimas de estabilidade geotécnica, o qual é biologicamente estabilizado, neutralizado, e o qual não apresenta o inconveniente de originar a percolação e a produção de biogás. Esta ausência impacto ambiental evita completamente a gestão e os custos "post-mortem" necessários para os locais de aterro.

Um objectivo adicional do invento é a realização de um substrato florestal multi-estratificado, no qual não é necessária uma camada adicional impermeável para isolamento do subsolo. Uma utilização de particular interesse é, por exemplo, o melhoramento ambiental tal como a regeneração das pedreiras esgotadas, das terras degradadas, etc.

Os problemas listados acima são resolvidos por um método para obtenção de um substrato florestal de acordo com a reivindicação 1 e por um substrato florestal de acordo com a reivindicação 8.

As vantagens adicionais do invento estão indicadas nas reivindicações dependentes.

### **Descrição do invento**

A descrição pormenorizada do invento será dada com o auxílio das figuras. As mesmas mostram:

na Fig. 1: o ciclo para a produção do substrato florestal, da energia e dos metais de acordo com o invento,

na Fig. 2: um exemplo de estratificação do substrato florestal reivindicado.

O processo que faz parte do objecto do presente invento compreende as seguintes fases:

- a separação do lixo numa fracção húmida e numa fracção seca (A),
- o tratamento da fracção seca e a obtenção de CDR (B) e de materiais sólidos (D),
- o tratamento dos produtos derivados da produção do CDR num gaseificador (F) e a obtenção de energia eléctrica e/ou hidrogénio, e a produção de um resíduo inerte com a forma de granulado mineral vítreo,
- a estabilização biológica da fracção húmida (C),
- a refinação do material estabilizado (E) com a produção: da fracção orgânica estabilizada (FOE), dos resíduos de processamento higienizados com dimensões controladas, do CDR a ser enviado para a gaseificação.

- a estratificação do substrato florestal (G):

a) em, pelo menos, uma camada da fracção orgânica estabilizada (4) com uma matriz homogénea;

b) em, pelo menos, uma camada de resíduo de processamento inerte higienizado (3) com dimensões controladas, que deriva da fase (E);

c) em, pelo menos, uma camada de resíduo mineral vítreo (2) com dimensões controladas, que deriva da fase de gaseificação (F); e

d) numa camada que compreende terra e produtos de compostagem bioestabilizados (1).

É importante salientar que esta estrutura em sanduíche de camadas múltiplas e, em particular, a sequencia das camadas (2), (3) e (4), pode ser repetida n vezes. O número das repetições das camadas e também a sua espessura exacta dependerá das condições específicas da operação de regeneração ambiental a ser realizada. A fim de obter um efeito de impermeabilização do subsolo e evitar o deslizamento possível devido à falta de atrito entre o substrato e o próprio subsolo, é, no entanto, necessário que a camada de resíduos de processamento inertes higienizados seja sempre a camada de fundo.

A separação primária, a qual tem lugar na fase (A) contempla que os volumes iniciais da fracção seca e da fracção húmida serão os mesmos. Neste ponto, a fracção seca e a fracção húmida seguem dois processos de trabalho distintos e paralelos. A fase seca é atribuída à produção do CDR (B), onde uma quantidade de 5 a 15% do material constitui ainda uma fase húmida, a qual é, por conseguinte, atribuída de novo ao respectivo ciclo de processamento e, em particular, à fase de estabilização biológica (C). A fase (B) contempla uma série de tratamentos para redução da dimensão por trituração, separação por gravidade e secagem.

Neste ponto a fracção seca é sujeita à recuperação dos materiais (D) a partir dos quais são obtidos os metais

ferrosos e não ferrosos e os plásticos duros (PET, HDPE). Os materiais recuperados nesta fase são cerca de 3 a 5% do lixo inicial, enquanto que o CDR produzido é cerca de 35%. O combustível obtido é enviado para a fase de gaseificação (F), a partir da qual, além da produção de energia, é também obtida uma camada de resíduo inerte com a forma de granulado mineral vítreo (3), o qual será utilizado na realização do substrato florestal (G). É claro que a quantidade dos materiais recuperados indicados acima está ligada à qualidade do lixo tratado.

Após ter sido sujeita à estabilização biológica (C), a fracção húmida prossegue para a refinação do material estabilizado (E), a partir da qual são separados, bem como a FOE, também os materiais sólidos inertes (vidro, pedras, etc.), os metais ferrosos e não ferrosos e uma fracção "seca" comparável ao CDR (principalmente plástico, têxteis e material poli-acoplado de pequenas dimensões). Esta última fracção, que é de cerca de 5 a 10% do lixo que entra, combina-se com o resto do CDR a ser enviado para a fase de gaseificação (F) após a recuperação de alguns plásticos na fase (D). Os materiais sólidos inertes, os quais são cerca de 10 a 20% do lixo que entra, serão utilizados na preparação do substrato florestal (G) em conjunto com a FOE e o granulado mineral, vindos da gaseificação.

O substrato florestal de acordo com o presente invento é feito de camadas diferentes, tendo cada um papel particular.

De acordo com uma concretização preferida do invento, como mostrado na Fig. 2, o mesmo compreende:

a) uma primeira camada de resíduo inerte higienizado com a dimensão controlada de 0 a 30 mm (8) que deriva da fase (E); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 0,3 a 1 metro;

b) uma primeira camada da FOE (7); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 3 a 7 metros;

c) uma segunda camada de resíduo inerte higienizado com a dimensão controlada de 0 a 30 mm (6), que deriva da fase (E); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 0,3 a 1 metro;

d) uma primeira camada de resíduo mineral vítreo com dimensão controlada de 0 a 2 mm (5), que deriva da fase de gaseificação (F); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 0,1 a 0,5 metro;

e) uma segunda camada da FOE (4); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 3 a 7 metros;

f) uma terceira camada de resíduo inerte higienizado com dimensão controlada de 0 a 30 mm (3), que deriva da fase (E); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 0,3 a 1 metro;

g) uma segunda camada de resíduo mineral vítreo com dimensão controlada de 0 a 2 mm (2), que deriva da fase de gaseificação (F); dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 0,1 a 0,5 metro;

h) uma camada vegetal (1) que compreende terra e produtos de compostagem; dependendo das características hidrogeológicas do local, a espessura desta camada pode variar de 0,4 a 2 metros.

A primeira camada superior deste substrato (1) é adequada para plantação.

Abaixo da mesma, a camada de resíduo mineral vítreo (2) com dimensão controlada de menos do que cerca de 2 mm e a camada subjacente de resíduo inerte higienizado (3) com dimensão controlada de menos do que cerca 30 mm actuam como estabilizadores geotécnicos do solo e como suportes drenagem, para recolha das águas meteóricas que se infiltram no solo, evitando a percolação para as camadas por debaixo.

A fracção orgânica bioestabilizada representa a camada principal da sanduíche (4). Graças ao tratamento a que a mesma foi sujeita, a sua matriz estável e homogénea actua como a base para o trabalho de regeneração.

Por debaixo desta camada a sequência é repetida: a camada de resíduo mineral vítreo (5), a camada subjacente de resíduo inerte higienizado (6) e a camada da fracção orgânica estabilizada (7).

A camada final composta de resíduo inerte higienizado (8) actua como um elemento de interface entre a FOE (7) e o fundo, para evitar o deslizamento possível, devido à falta de atrito. Como pode ser notado, as vantagens obtidas por este tipo de substrato de camadas múltiplas são muitas, uma vez que o mesmo elimina completamente o problema ligado ao desenvolvimento de percolados e a sua infiltração no subsolo sem a necessidade de utilizar uma camada adicional impermeável. Para além disso, o presente invento elimina o conceito de aterro e evita assim os custos extensivos ligados com a sua gestão "post-mortem".

Por último deve ser lembrado que, pela eliminação dos locais de aterro, este invento evita que porções consistentes do território sejam "perdidas" nessa actividade específica e, ao mesmo tempo, pela regeneração de locais degradados, faz retornar as mesmas como zonas verdes para o benefício da comunidade.

Lisboa, 2009-06-16

### REIVINDICAÇÕES

1 - Método para obtenção de um substrato florestal a partir da reciclagem completa dos materiais recuperados a partir do tratamento de lixo urbano sólido, que compreende as seguintes fases:

- (A): a separação do lixo numa fracção húmida e numa fracção seca,

- (B): o tratamento da fracção seca e a obtenção de combustível derivado de resíduos (CDR)

- (D): a obtenção de materiais sólidos,

- (F): o tratamento dos produtos derivados da produção do CDR num gaseificador e a obtenção de energia eléctrica e/ou hidrogénio, e a produção de um resíduo inerte com a forma de granulado mineral vítreo,

- (C): a estabilização biológica da fracção húmida,

- (E): a refinação dos materiais sólidos inertes estabilizados com a produção: da fracção orgânica estabilizada (FOE), dos resíduos de processamento higienizados com dimensões controladas e do CDR a ser enviado para a gaseificação;

- (G): a estratificação do substrato florestal que compreende:

a) pelo menos, uma camada da fracção orgânica estabilizada (4) com uma matriz homogénea;

b) pelo menos, uma camada de resíduo de processamento inerte higienizado (3) com dimensões controladas que deriva da fase (E);

c) pelo menos, uma camada de resíduo mineral vítreo (2) com dimensões controladas, que deriva da fase de gaseificação (F); e

d) uma camada que compreende terra e produtos de compostagem bioestabilizados (1).

2 - Método de acordo com a reivindicação 1,

em que os volumes iniciais da fracção seca e da fracção húmida são os mesmos.

3 - Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

em que os materiais sólidos recuperados na fase (D) e na fase de refinação dos produtos de compostagem (E) compreendem lixo inerte, plástico e metais, ou

em que uma quantidade de 5 a 15% dos materiais sólidos inertes utilizados na fase (B) para a produção do CDR é composta pela fracção orgânica recuperada e enviada para a fase de estabilização biológica (C).

4 - Método de acordo com uma das reivindicações de 1 a 3,

em que os materiais sólidos recuperados da fase (D) são cerca de 3 a 5% do lixo inicial, ou

em que os materiais sólidos recuperados a partir da fase de refinação dos produtos de compostagem (E) são cerca de 10 a 20% do lixo inicial, ou

em que o CDR produzido é cerca de 35% do lixo inicial.

5 - Substrato florestal derivado da reciclagem completa dos materiais recuperados do tratamento de lixo urbano sólido, que compreende as seguintes fases:

a) pelo menos, uma camada da fracção orgânica estabilizada (4) com uma matriz homogénea;

b) pelo menos, uma camada de resíduo de processamento inerte higienizado (3) com dimensões controladas;

c) pelo menos, uma camada de resíduo mineral vítreo (2) com dimensões controladas; e

d) uma camada que compreende terra e produtos de compostagem bioestabilizados (1).

6 - Substrato florestal de acordo com a reivindicação 5,

em que a fracção orgânica estabilizada (4) forma a base do substrato florestal, ou

em que a camada de resíduo de processamento inerte higienizado (3) e a camada de resíduo mineral vítreo (2) são estabilizadores geotécnicos do solo e suportes de drenagem para recolha das águas meteóricas que se infiltram no solo, evitando a percolação para as camadas por debaixo.

7 - Substrato de acordo com uma das reivindicações 5 ou 6,

em que a camada que compreende terra e produtos de compostagem bioestabilizados:

(1) é adequada para plantação, ou

em que a dimensão do resíduo mineral vítreo (2) é menor do que 2 mm, ou em que a dimensão do resíduo de processamento inerte higienizado (3) é menor do que 30 mm, ou

onde a camada de resíduos de processamento inertes higienizados é sempre a camada de fundo.

8 - Substrato de acordo com uma das reivindicações de 5 a 7, que compreende:

a) uma primeira camada de resíduo inerte higienizado com dimensão controlada (8);

b) uma primeira camada da FOE (7);

c) uma segunda camada de resíduo inerte higienizado com dimensão controlada (6);

d) uma primeira camada de resíduo mineral vítreo com dimensão controlada (5);

e) uma segunda camada da FOE (4);

f) uma terceira camada de resíduo inerte higienizado com dimensão controlada (3);

g) uma segunda camada de resíduo mineral vítreo com dimensão controlada (2);

h) uma camada vegetal (1) que compreende terra e produtos de compostagem.

9 - Substrato de acordo com a reivindicação 8,

em que a espessura da camada (8) está entre 0,3 m e 1 m,  
ou

em que a espessura da camada (7) está entre 3 m e 7 m,  
ou

em que a espessura da camada (6) está entre 0,3 m e 1 m,  
ou

em que a espessura da camada (5) está entre 0,1 m e 0,5 m, ou

em que a espessura da camada (4) está entre 3 m e 7 m,  
ou

em que a espessura da camada (3) está entre 0,3 m e 1 m,  
ou

em que a espessura da camada (2) está entre 0,1 m e 0,5 m, ou

em que a espessura da camada (1) está entre 0,4 m e 2 m.

Lisboa, 2009-06-16

RESUMO

**"Método para obtenção de um substrato florestal bioestabilizado a partir do ciclo integral de tratamento de lixos urbanos sólidos"**

O presente invento refere-se a um método para obtenção de um substrato florestal, a partir da reciclagem completa dos materiais recuperados do tratamento de lixo urbano sólido, e o próprio substrato florestal.

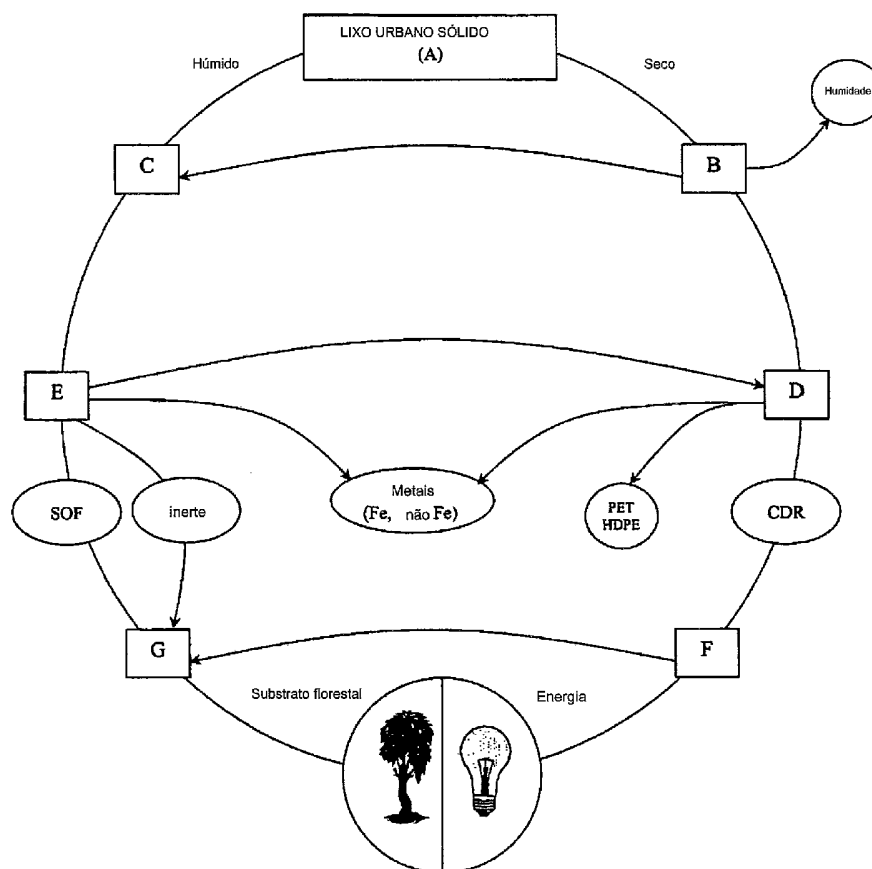


Fig.1

