

MODELO GENÔMICO UTILZANDO REDES NEURAIS APLICADO A ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Carlos Augusto de Alcantara Gomes

D.Sc. em Engenharia

Professor do Departamento de Produção Universidade Federal de Itajubá

alcantaragomes@unifei.edu.br

RESUMO

O presente artigo é a continuação do artigo publicado na Revista Engenharia Ciência & Tecnologia de março de 2003. Mostrando sua utilização na Engenharia de Produção Civil na codificação de Tarefas e sua utilização conjunta com as Redes Neurais Artificiais.

Palavras chave: Modelo Genômico, O DNA e a Engenharia de Produção Civil, Redes Neurais

ABSTRACT

The present paper is the Gene Sequence Model that was show in the Magazine “Engenharia Ciência e Tecnologia” of UFES in March 2003. Treating in another way the representation of tasks in the Civil Production Engineering and its treatment with Artificial Neural Networks.

Keywords: Gene Sequence Model, DNA and the Civil Production Engineering, Neural Networks

HISTÓRICO

Primeira Lei de Mendel

Monoibridismo

Hoje sabemos que o veículo da hereditariedade é os genes, setores da molécula de DNA presentes nos cromossomas das células. Mesmo antes dessa descoberta, as Leis básicas da hereditariedade já tinham sido estabelecidas pelo monge agostiniano Gregor Mendel (1822-1884) num mosteiro da cidade de Brünn, na Áustria (atualmente a cidade pertence à república Tcheca).

Uma das razões do sucesso de Mendel foi o material escolhido para suas pesquisas: a ervilha *pisum sativum*. Esse vegetal apresenta uma série de vantagens: é de fácil cultivo, produz muitas sementes e, conseqüentemente um número grande de descendentes, reproduz por autofecundação, isto é, a parte masculina da flor produz gametas que irão fecundar sua própria parte feminina, pode-se conseguir fecundação cruzada, fazendo que uma flor cruze com outra flor de outro pé de ervilha.

Além dessas vantagens, a ervilha apresenta uma série de características simples e contrastantes, isto é, características facilmente observáveis e distintas entre si: a cor da semente, por exemplo, é amarela ou verde, sem outras tonalidades intermediárias. O mesmo acontece com a forma da semente, lisa ou rugosa, e com qualquer uma das características estudada por Mendel.

Ele sempre analisou uns grandes números de descendentes em cada geração para determinar a proporção em que cada tipo de características aparecer. Evitava, assim, conclusões erradas, resultantes de simples coincidências.

A experiência de Mendel

Mendel supôs que, se uma planta tinha semente amarela, ela devia possuir algum “elemento” ou “fator” responsável por essa cor. O mesmo ocorria com a planta de semente verde que teria um fator para verde.

Em seguida, Mendel procurou cruzar plantas de sementes amarelas com as de sementes verdes. Antes, porém, procurou selecionar plantas puras, isto é, que só contivesse um tipo de fator. Para isso, escolhia um indivíduo e provocava autofecundação por várias gerações. Em cada geração, analisava um grande número de descendentes. Se nenhum deles produzisse semente de cor diferente da cor do indivíduo inicial, concluía que se tratava de uma planta pura.

A partir de ervilhas puras, Mendel fez um cruzamento, usando a parte masculina de uma planta de semente amarela e a feminina de uma semente verde. Essa primeira geração de cruzamento foi chamada de geração parental ou geração P. Na geração seguinte, chamada de geração híbrida ou geração F_1 , todas as ervilhas apresentaram sementes amarelas. Mendel chamou esses indivíduos de híbridos, uma vez que descendiam de pais com características diferentes (semente amarela e semente verde).

O que teria acontecido para o fator verde? Teria se misturado ao fator amarelo? Teria desaparecido?

A resposta surgiu quando Mendel realizou a autofecundação de um desses indivíduos híbridos de sementes amarelas. Analisou então as plantas resultantes dessa autofecundação, que formam a segunda geração, ou geração F_2 . Encontrou cerca de 75% de sementes amarelas e 25% de sementes verdes, ou seja, na geração F_2 havia proporção média de três sementes amarelas para um verde. O aparecimento de sementes verdes permitiu a Mendel concluir que o fator para verde não tinha sido destruído, apenas não se manifestava na presença do fator amarelo. Com base nisso, resolveu chamar o fator amarelo de dominante e o fator verde recessivo.

Depois de confirmar seus resultados em vários cruzamentos, Mendel enunciou sua Lei, que ficou conhecida como Primeira Lei de Mendel ou *Lei da Segregação de um Par de Fatores*

ou ainda *Lei de Monoibridismo* uma vez que ela se aplica ao estudo de híbridos em relação a apenas uma característica.

A primeira Lei de Mendel costuma ser enunciada da seguinte maneira: cada caráter é condicionado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas, nos quais ocorrem em doses simples.

Interpretação da Primeira Lei de Mendel

As células do corpo da ervilha são diplóides ou $2n$. Nessas células, os cromossomas ocorrem aos pares, ou seja, há dois cromossomas de cada tipo. Os cromossomas de um mesmo par possuem o mesmo tamanho e forma, são chamados de cromossomas homólogos. Neles, os genes situados na mesma posição, controlam o mesmo tipo de característica e são chamados de genes alelos.

Embora controlem o mesmo tipo de característica, esses genes podem ter efeitos diferentes. Na ervilha, por exemplo, existem sete pares de cromossomas homólogos. Num desses pares, temos o gene que determina a cor da flor. Num entanto, um dos cromossomas podem ter o gene que determina a cor púrpura e o cromossoma homólogo a ele pode ter o gene que determina a cor branca. Convencionalmente, a letra inicial do caráter recessivo (branco, nesse caso) para denominar os genes alelos, o gene dominante é mencionado pela letra maiúscula e o recessivo, pela letra minúscula. Assim, o gene para flor púrpura será chamado de **A** e o gene para flor branca será chamado de **a**.

Genótipo e Fenótipo

O conjunto de genes que um indivíduo possui em suas células é chamado de genótipo. O conjunto de características morfológicas ou funcionais do indivíduo é o seu fenótipo.

Para o caso da cor da ervilha, se a ervilha apresentar dois genes **V** no par de homólogos, ela terá genótipo **VV** e fenótipo ervilha amarela. Se apresentar dois genes **v**, terá genótipo **vv** e fenótipo ervilha verde. Caso apresente o gene **V** num cromossoma e **v** num outro, ela terá genótipo **Vv** e fenótipo ervilha amarela, uma vez que o gene para cor amarela da ervilha é dominante.

As ervilhas **VV** e **vv** são puras ou homozigotas. É fácil concluir que um indivíduo com fenótipo dominante para uma determinada característica pode ser puro ou híbrido. Mas se ele tem fenótipo recessivo, será obrigatoriamente puro (o gene recessivo só se manifesta em dose dupla).

Segunda Lei de Mendel

O Diíbridismo

Depois de realizar várias experiências monoibridismo, Mendel passou a acompanhar cruzamentos nos quais estavam em jogo dois tipos de características.

Mendel cruzou ervilhas puras para semente amarela e para superfície lisa (caracteres dominantes) com ervilhas de semente verde e superfície rugosa (caracteres recessivos).

Constatou que F_1 era totalmente constituída por indivíduos com sementes amarelas lisas, o que já se esperava, uma vez que esses caracteres são dominantes e os pais eram puros. Ao provocar a autofecundação de indivíduo F_1 , observou que a geração F_2 era composta de quatro tipos de sementes: amarela lisa 9/16; amarela rugosa 3/16; verde lisa 3/16; verde rugosa 1/16.

Os fenótipos liso e verde rugoso já eram conhecidos; os tipos amarelo rugoso e verde liso, porém, não estavam presentes na geração paterna nem na F_1 . O aparecimento desses fenótipos de recombinação de caracteres paternos e maternos permitiu a Mendel concluir que a herança da cor era independente da herança da superfície da semente. O par de fatores para cor distribuía-se entre os filhos sem influir na distribuição do par de fatores para superfície.

Essa é a segunda Lei de Mendel, também chamada *Lei da Recombinação* ou *Lei da Segregação Independente*. Podendo ser enunciada: num cruzamento em que estejam envolvidos dois ou mais caracteres, os fatores que determinam cada um deles separam-se (segregam-se) de forma independente durante a formação dos gametas e se recombinam ao acaso, formando todas as combinações possíveis.

Interpretação da segunda Lei de Mendel

Usando exemplo da cor e forma da semente, concluímos que o indivíduo puro de sementes amarelas lisas tem genótipo VVRR (sendo V o gene para amarelo e R o gene para liso). Os genes V e R estão situados em pares de homólogos diferentes. Os indivíduos recessivos de sementes verdes rugosas têm genótipo vvrr.

O indivíduo VVRR produz, por meiose, células VR, enquanto o indivíduo vvrr produz células vr. A união de gametas VR e vr produzirá apenas um tipo de indivíduo para a geração F_1 .

O indivíduo VvRr é um diíbrido e produz por meiose quatro tipos de células diferentes. No total são produzidos quatro tipos de gametas: VR, Vr, vR e vr.

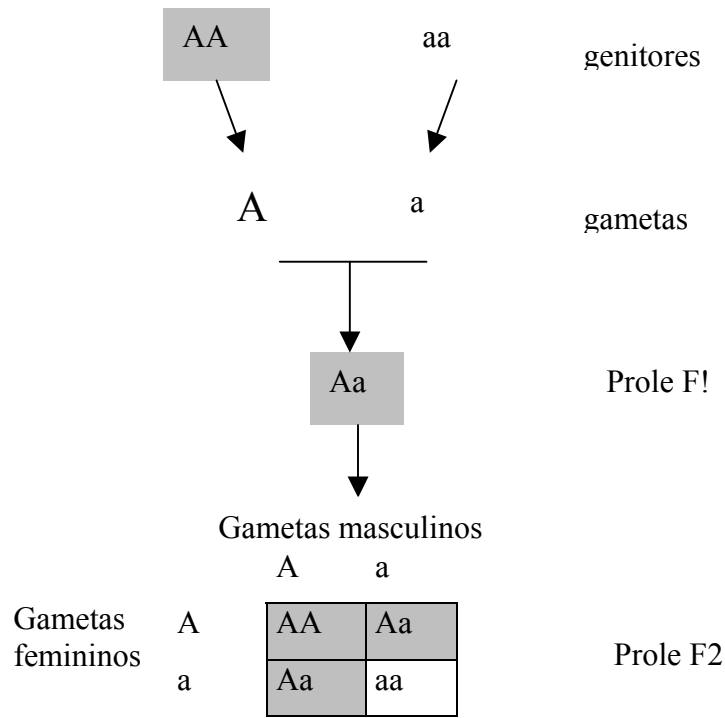


Figura1-Lei de Mendel

Lei de Mendel Modificada

A Lei de Mendel Modificada é aplicada na Engenharia Civil, quando temos a mistura de dois materiais aglomerantes os quais consideramos dominantes e um agregado o qual consideramos recessivo, caso da Fig. 2 e dois agregados e um aglomerante, caso da Fig. 3.

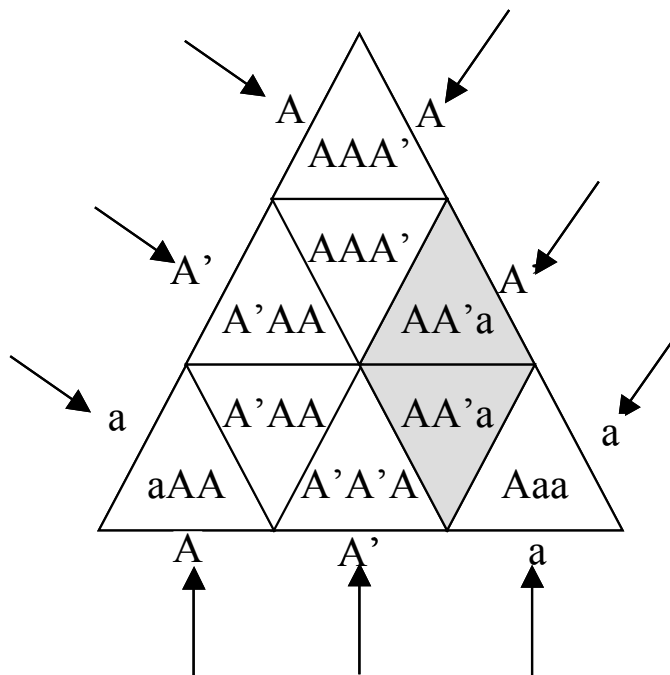


Figura 2 – Caso de dois aglomerantes (dominantes) e Um agregado (recessivo)

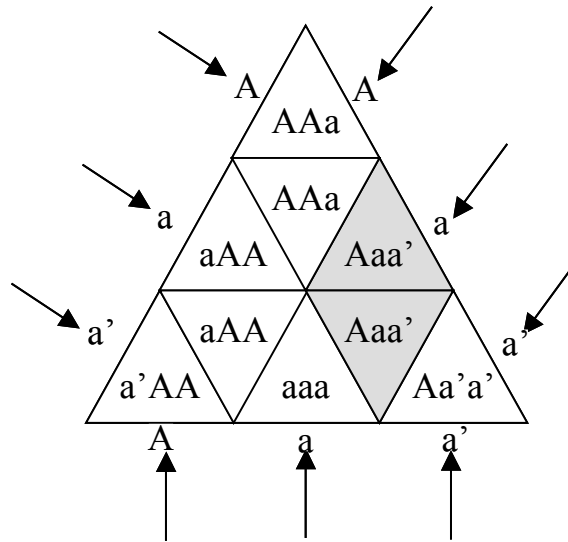


Figura3 Caso de dois agregados (recessivos) e um aglomerante (dominante)

Exemplos: Cimento- Cal – Areia – Caso 1

Cimento – Saibro Macio – Areia – Caso 2

FORMA DO DNA

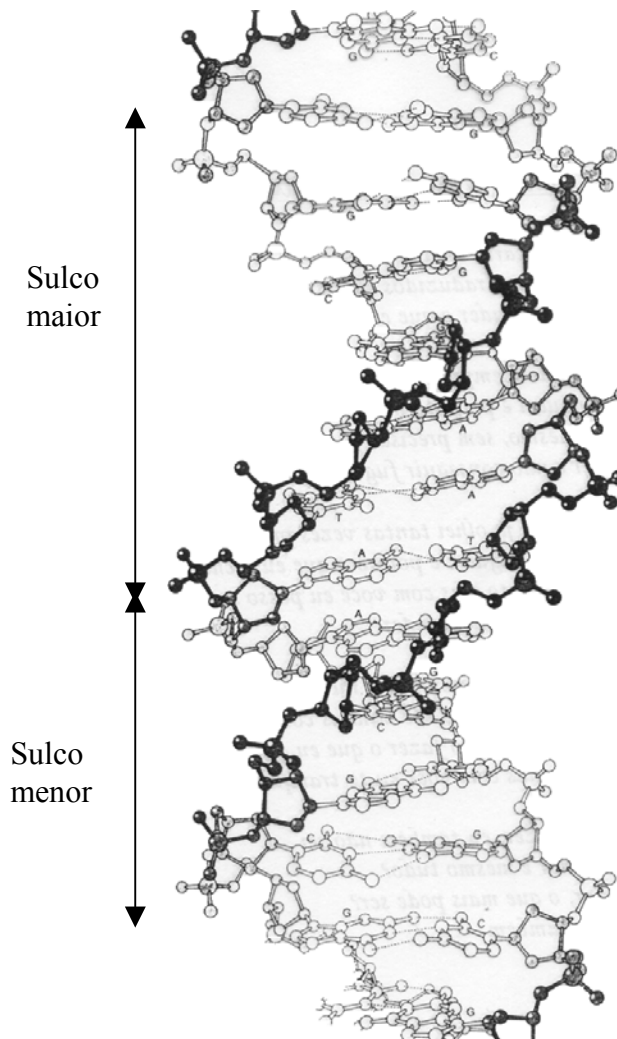


Figura 4 - DNA

COMPOSIÇÃO DO DNA

O DNA é composto de quatro nucleotídeos, que são:

| | |
|----------|---|
| Adenina | A |
| Guanina | G |
| Timina | T |
| Citosina | C |

Nas ligações A-T conforme vemos na fig. 4 notamos que a ligação entre elas é feita com duas pontes de hidrogênio e de C-G por três pontes de hidrogênio. Na fig. 4 podemos notam que as ligações de A são sempre com T na outra fita e vice-versa e as ligações C são sempre com G do outro lado da fita e vice-versa

A palavra palíndromo vem do português, ou seja, lendo-se da frente para traz e de traz para frente significam a mesma coisa, (exemplo OTO, ANNA).

Porem no DNA o palíndromo é a mesma coisa, ou seja, fica facilmente compreensível com o exemplo

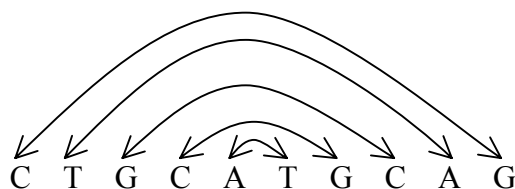


Figura 5-Palíndromo do DNA

| Aminoácido | Símbolo três letras | Símbolo uma letra |
|-----------------|---------------------|-------------------|
| Alanina | Ala | A |
| Arginina | Arg | R |
| Asparagina | Asn | N |
| Acido Aspartico | Asp | D |
| Cisteina | Cys | C |
| Glutamina | Gln | Q |
| Acido Glutâmico | Glu | E |
| Glicina | Gly | G |
| Histidina | His | H |
| Isoleucina | Ile | I |
| Leucina | Leu | L |
| Lysina | Lys | K |
| Metionina | Met | M |
| Fenilalanina | Phe | F |
| Prolina | Pro | P |
| Serina | Ser | S |
| Treonina | Trp | T |
| Triptofano | Trp | W |
| Tirosina | Tyr | Y |
| Valina | Val | V |

Figura 6- Aminoácidos e sua simbologia

| | A | | G | | T | | C | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|---|
| A | AAA | Phe | AGA | Ser | ATA | Tyr | ACA | Cys | A |
| | AAG | Phe | AGG | Ser | ATG | Tyr | ACG | Cys | G |
| | AAT | Leu | AGT | Ser | ATT | Stop | ACT | Stop | T |
| | AAC | Leu | AGC | Ser | ATC | Stop | ACC | Trp | C |
| G | GAA | Leu | GGA | Pro | GTA | His | GCA | Arg | A |
| | GAG | Leu | GGG | Pro | GTG | His | GCG | Arg | G |
| | GAT | Leu | GGT | Pro | GTT | Gln | GCT | Arg | T |
| | GAC | Leu | GGC | Pro | GTC | Gln | GCC | Arg | C |
| T | TAA | Ile | TGA | Thr | TTA | Asn | TCA | Ser | A |
| | TAG | Ile | TGG | Thr | TTG | Asn | TCG | Ser | G |
| | TAT | Ile | TGT | Thr | TTT | Lys | TCT | Arg | T |
| | TAC | Met | TGC | Thr | TTC | Lys | TCC | Arg | C |
| C | CAA | Val | CGA | Ala | CTA | Asp | CCA | Gly | A |
| | CAG | Val | CGG | Ala | CTG | Asp | CCG | Gly | G |
| | CAT | Val | CGT | Ala | CTT | Glu | CCT | Gly | T |
| | CAC | Val | CGC | Ala | CTC | Glu | CCC | Gly | C |

Figura 7- Códons do DNA e Aminoácidos

A cada grupo de três nucleotídeos da molécula do ADN identifica-se um aminoácido e a cada uma dessas trincas dá-se o nome de códon. Da tabela acima podemos ver que dos 64 códons possíveis 61 codificam amino ácidos e os ATT, ATC, ACT não tem sentido, isto é não identificam nenhum aminoácido e funcionam como pontuações ou terminações de seqüências, separando uma cadeia polipeptídica (um gene é uma seqüência de trincas que codifica uma cadeia polipeptídica de outra) de outra, fato este pelo qual são denominados códons terminilazadores e representados pela palavra Stop.

O DNA E A ENGENHARIA

Como o genoma é formador também do sistema nervoso central (SNC) e o DNA esta associado ao neurônio \therefore as redes neurais artificiais precisam sofrer um tratamento específico para as novas tarefas que nos fornecem os mesmos valores que nos fornecem os mesmos dados e as atividades palíndromos para os casos de tarefas de transporte de carga cíclicas.

| SERVIÇOS | AMINOÁCIDO IDENTIFICADOR |
|-------------------------|--------------------------|
| Instalações provisórias | ACC |
| Limpeza do Terreno | TAC |
| Terraplenagem | TAT |
| Canteiro de obras | CAT |
| Concreto | CAG |
| Armações | ACG |
| Alvenaria | AGG |
| Componentes metálicos | CAC |
| Madeiras | TGT |
| Impermeabilização | CTC |
| Isolamento térmico | TCA |
| Cobertura | TAG |
| Esquadrias | AAT |
| Revestimento | ATG |
| Acabamentos | ACA |
| Modulação da construção | CTG |
| Sistemas de transportes | TAC |
| Sistemas hidráulicos | CGA |
| Sistemas de gás | GAG |
| Sistemas mecânicos | ATG |
| Sistemas elétricos | TCT |
| Sistemas de comunicação | CTA |
| Maquinas | CAC |
| Veículos | CTG |
| Equipamentos | TGT |

Figura 8-Tabela geral de codificação dos serviços executados em obras

| | |
|---|------------|
| A | Unitário |
| C | Decimal |
| G | Centesimal |
| T | Milesimal |

Figura 9-Duração Temporal

Exemplo de codificação de acabamento com massa corrida de 40 m² (cômodo de 3X3m)
(TCPO-2003, Ed. PINI)

Ajudante 1

Pintor 1

Lixa para superfície 20 # 100

Massa acrílica para pintura látex 21 kg

Codificação: ACAAGGCAGGTCCTTACCAACCACT

ACA – Serviço de Acabamento

A – 1dia



GGC – Ajudante

GGT – Pintor

CC – 20

TTA – Lixa # 100

TCG – 21 kg

ACC – Massa acrílica

ACT – Aminoácido terminalizador

MUTAÇÕES NO DNA

Normal

DNA ATGCAGGTGACCTCAGTG
 TACGTCCACTGGAGTCAC

Proteína Met-Gin-Val-Ter-Ser-Val

Mutação de sentido trocado

DNA ATGCAGCTGACCTCAGTG
 TACGTCGACTGGAGTCAC

Proteína Met-Gin-Leu-Ter-Ser-Val

Houve necessidade da troca de algum material por outro com a mesma função

Mutação sem sentido

DNA ATGCAGGTGACCTGAGG
 TACGTCCACTGGACTCC

Proteína Met-Gin-Val-Ter

A atividade teve uma interrupção por alguma razão

Mudança de matriz de leitura

DNA ATGCAGGTGAACCTCAGTG
 TACGTCCACTTGGAGTCAC

Proteína Met-Gin-Val-Asn-Leu-Ser

Houve reestruturação da atividade

Mutação de inserção

DNA ATGCAGGTG...ACCTCAGTG
 TACGTCCAC...TGGAGTCAC

Proteína Met-Gin-Val...?

Houve erro no planejamento e tarefas foram modificadas

Mutação de deleção

DNA ATGTCAGTG

TACAGTCAC

Proteína Met-Ser-Val

Dentro do planejamento da atividade existem tarefas que podem ser suprimidas, o que suprime um aminoácido e em nucleotídeo que suprime intervalo de tempo.

| Transporte de estacas | Comprimento m | Diâmetro cm | Carga. Ton | Distancia Km | Custo de transporte R\$ |
|-----------------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------------------|
| TACAAACCAGGTACCTTGTTA | 20 | 30 | 50 | 60 | 300,00 |
| TACAAACCAGACGTCTTTGTA | 25 | 40 | 70 | 60 | 320,00 |
| TACAAACCAGTCGACTTTGTA | 30 | 50 | 90 | 60 | 350,00 |
| TACAAACCAGTATACTTTGTA | 25 | 30 | 80 | 60 | 330,00 |
| TACAAGGATCCTTGTA | 35 | 50 | 80 | 50 | ? |

Figura 9-Transporte de Estacas Palitos para Execução do Píer (modelo)

Para minimizar o custo de transporte de carga das estacas palito, utilizamos G.I.S. (Geographic Information System) no qual conseguimos reduzir o tempo de transporte em 1h pelo fato de que através do G.I.S. foi feito um novo estudo de roteamento, com base nas larguras das vias de acesso e da distância a ser percorrida e eliminamos o aminoácido CCA em virtude de usarmos gabarito de contagem numérica para a localização das estacas palito como é feito tradicionalmente, ou seja, posicionamento uma a uma. .

Em função do estudo foram feitas deleções de um nucleotídeo A (tempo - uma hora) e do amino acido CCA, em virtude da utilização do gabarito de posicionamento das estacas palito.

| Transporte de estacas | Comprimento m | Diâmetro cm | Carga. Ton | Distancia Km | Custo de transporte R\$ |
|-----------------------|------------------|----------------|---------------|-----------------|-------------------------------|
| TACAAACCAGGTACCTTGTTA | 20 | 30 | 50 | 60 | 300,00 |
| TACAAACCAGACGTCTTTGTA | 25 | 40 | 70 | 60 | 320,00 |
| TACAAACCAGTCGACTTTGTA | 30 | 50 | 90 | 60 | 350,00 |
| TACAAACCAGTATACTTTGTA | 25 | 30 | 80 | 60 | 330,00 |
| TACAAGGATCCTTGTA | 35 | 50 | 80 | 50 | 220,00 |

Figura 10-tabela resposta obtida através do neural solution

CROSS DOCKING

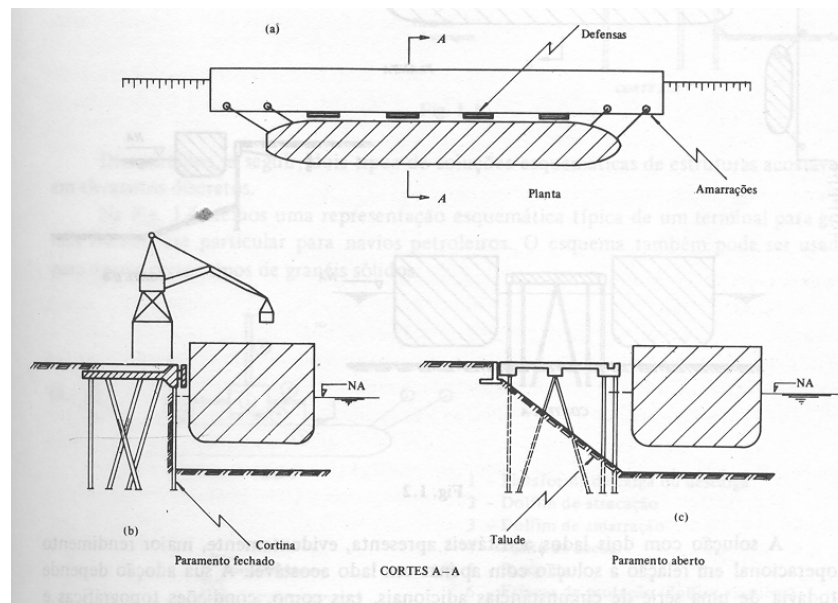
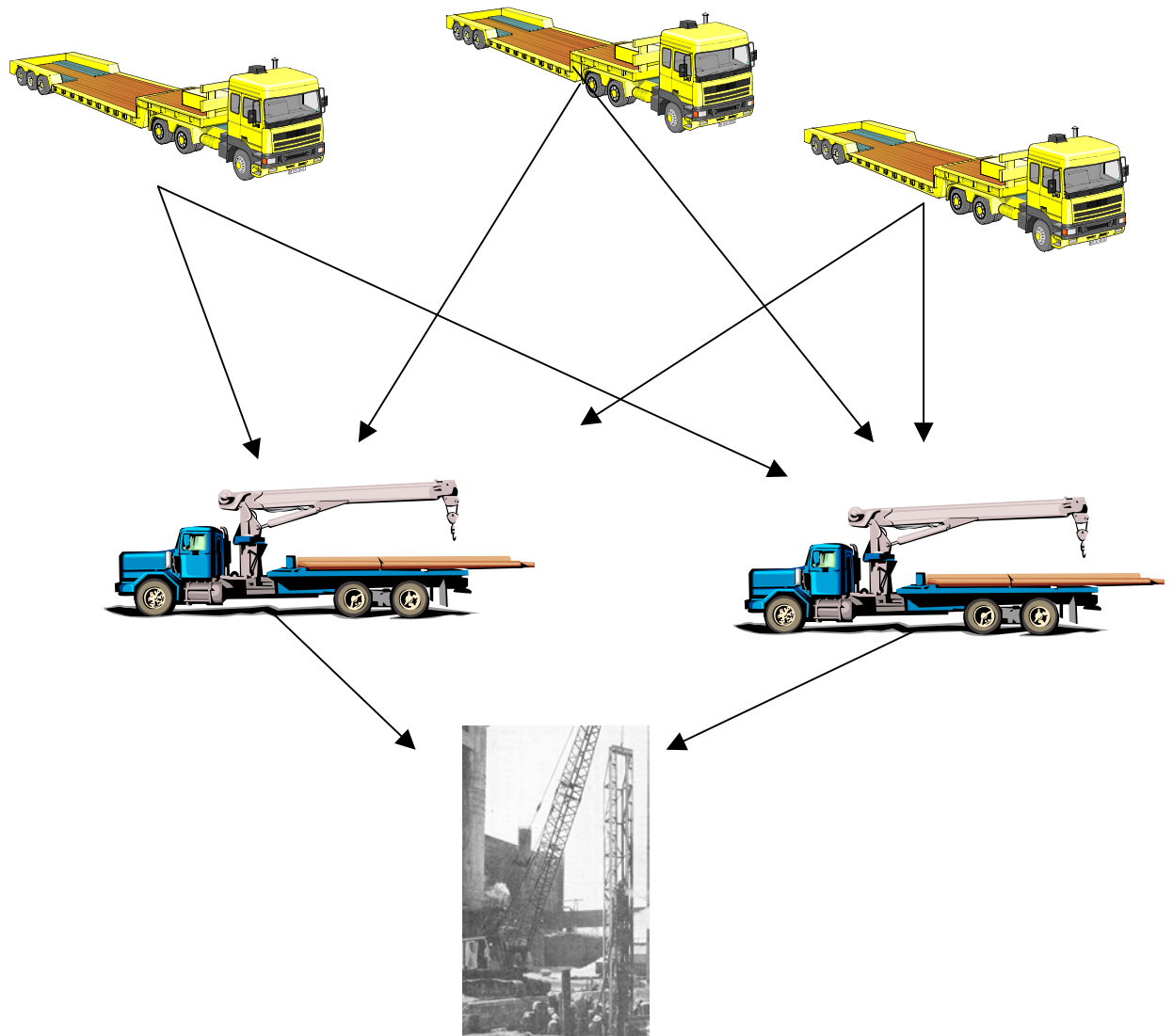


Figura 11 - Transporte de estacas da fabrica em carretas passando para caminhões munck e posicionadas para cravação com bate-estacas.

CONCLUSÃO

Este novo tipo de tratamento das tarefas por códigos genéticos, associados a novos programas de Redes Neurais, nos fornecerá resultados mais apurados, tanto na identificação de novas atividades nas quais seus resultados, menos um não é conhecido bem como a sua codificação, além de permitir a codificação de toda uma obra e ocupar menos espaço em banco de dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA GOMES, C. A. *Grafos de Eventos num Sistema de Produção – Modelo que Minimiza a Incerteza*, Revista UNIABEU. Belford Roxo. Rio de Janeiro. v ANO II nº 3 pp. 57 – 78. 2001
- ALCANTARA GOMES, C. A. e LONGO, O. C. *Grafos ProSyNe Aplicados à Construção Civil*, Revista Engenharia Ciência e Tecnologia, v. 4 nº2, pp. 49 –59, Espírito Santo, 2001.
- ALCANTARA GOMES, C. A, *Modelo Genômico* Revista Engenharia Ciência & Tecnologia Espírito Santo, 2003
- DAHL, N. *Gene Mapping and Molecular Characterisation oh Inherit Deseases in Man*, Doctoral Thesis at Uppsala University, Uppsala, USA. 1990
- LIMA, C. P. *Genética Humana* Ed. Harbra, São Paulo, 1996
- _____ *TCPO 2003*, Ed. Pini, 2003